

П 1:35

М 15

серия

Одн.

**О С Н О В Ы  
ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ  
и  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
ТЕХНИКИ  
В ЦЕЛЛЮЗНО-БУМАЖНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



# О С Н О В Ы ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

91352

Допущено Министерством высшего и среднего  
специального образования РСФСР в качестве  
учебного пособия для технологических  
и лесотехнических вузов



ГОСЛЕСБУМИЗДАТ  
Москва 1962

В книге освещены теоретические основы создания безопасных условий труда при проектировании новых целлюлозно-бумажных предприятий, реконструкции старых и эксплуатации действующих. Приведены основные сведения о мерах устранения причин несчастных случаев и пожарной опасности, предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний на предприятиях данной отрасли промышленности.

Книга рассчитана на студентов вузов целлюлозно-бумажных специальностей, а также на инженерно-технических работников.

Официальные рецензенты:  
Кафедра ЛТА и Зубенко П. С.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Советский общественный строй располагает неограниченными возможностями для непрерывного улучшения условий труда. Создание материально-технической базы коммунистического общества неразрывно связано с улучшением условий труда и полной ликвидацией производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В Программе КПСС указывается, что «Всемерное оздоровление и облегчение условий труда — одна из важных задач подъема народного благосостояния. На всех предприятиях будут внедрены современные средства техники безопасности и обеспечены санитарно-гигиенические условия, устраняющие производственный травматизм и профессиональные заболевания».

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ликвидации отставания целлюлозно-бумажной промышленности» определена программа коренного технического перевооружения целлюлозно-бумажной промышленности и значительного подъема этой отрасли народного хозяйства.

В ближайшие 20 лет производство целлюлозно-бумажной продукции резко возрастет. Так в 1965 г. должно быть выпущено бумаги и картона в 2,6 раза, целлюлозы — в 3 раза больше, чем в 1958 г. Бурное развитие целлюлозно-бумажной промышленности, широкое внедрение новой техники, механизация и автоматизация производства предъявляют к работникам целлюлозно-бумажных предприятий сложные и многообразные требования, в том числе требование обеспечить безопасность высокопроизводительного труда. В связи с этим возникает острая потребность в литературе по вопросам охраны труда и его безопасности.

Однако как производственной, так и учебной литературы по вопросам охраны труда еще очень мало. Для целлюлозно-бумажных техникумов был издан Гослесбумиздатом в 1956 г. учебник В. Ф. Максимова «Техника безопасности и противопожарная техника в целлюлозно-бумажном производстве», а для студентов вузов имеются лишь учебные пособия, напечатанные на ротаторе и стеклографе в 1954—1955 гг.

Чтобы в некоторой мере восполнить этот пробел, написана данная книга, предназначенная служить учебным пособием по курсу «Основы техники безопасности и противопожарной техники» для студентов всех целлюлозно-бумажных специальностей технологи-

ческих и лесотехнических вузов. В книге изложены теоретические основы создания безопасных условий труда при проектировании новых целлюлозно-бумажных предприятий, реконструкции старых и эксплуатации действующих. Исходными материалами для создания данного пособия явились многочисленные научно-исследовательские работы кафедры техники безопасности целлюлозно-бумажной промышленности Ленинградского технологического института целлюлозно-бумажной промышленности (в дальнейшем сокращенно: кафедра техники безопасности ЦБП), выполненные под руководством автора в течение последних 12 лет.

В соответствии с утвержденной учебной программой материал книги состоит из двух частей.

Первая часть — «Основы техники безопасности» (главы 1—10) рассматривает общие вопросы охраны труда и трудового законодательства, функции органов надзора, природу и причины производственного травматизма, содержание организационно-технических мероприятий, предупреждающих травматизм и профзаболевания в промышленности (безопасная организация и проведение технологических процессов, оградительная техника, предохранительные приспособления и устройства, технический надзор за безопасностью оборудования, средства индивидуальной защиты, очистка промышленных выбросов и др.) и т. д.

Вторая часть — «Основы противопожарной техники» (главы 11 — 15) рассматривает общие вопросы пожарной профилактики, приводит некоторые сведения о горении, пожарной опасности целлюлозно-бумажных производств и противопожарном режиме, средствах пожаротушения и пожарной связи, инженерно-технических противопожарных мероприятиях и т. д.

Учебное пособие написано в соответствии с утвержденной программой для подготовки инженеров всех специальностей целлюлозно-бумажной промышленности, и материал в книге освещается с точки зрения основных положений техники безопасности и противопожарной техники.

Учебное пособие для студентов целлюлозно-бумажных специальностей вузов создается впервые, поэтому автор будет признателен за присылку критических замечаний и указаний на неизбежные неточности и недостатки.



## ВВЕДЕНИЕ

**Предмет техники безопасности и противопожарной техники.**  
Курс «Основы техники безопасности и противопожарной техники» — инженерная дисциплина, изучающая возможные опасности и вредности целлюлозно-бумажного производства, а также способы их предупреждения и устранения. Практическое назначение курса — обеспечение охраны жизни и здоровья трудящихся и охраны социалистической собственности от огня.

Непрерывный технический прогресс целлюлозно-бумажного производства, выражающийся в плановом внедрении наиболее совершенной технологии, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, модернизации действующего оборудования, совершенствования организации труда и производства, способствует непрерывному улучшению условий труда.

Технический прогресс обеспечивает повышение производительности труда — решающего условия дальнейшего роста целлюлозно-бумажной промышленности, создание безопасных и здоровых условий труда.

Техника безопасности развивается параллельно с развитием техники производства и является прикладной научной дисциплиной, разрабатывающей способы обеспечения полной безопасности, безвредности и улучшения условий труда при достижении максимально возможной его производительности. Таким образом, этот курс имеет важное значение при подготовке специалистов, призванных осуществлять технический прогресс промышленности. Курс основ техники безопасности и противопожарной техники органически связан с профилирующими и общетехническими дисциплинами. Он освещает основные положения, на основе которых профилирующие дисциплины дают конкретные решения вопросов техники безопасности и противопожарной техники применительно к отдельным специальностям.

Основным содержанием курса основ техники безопасности и противопожарной техники является изучение характера возможных опасностей и вредностей целлюлозно-бумажного производства, обобщение и систематизация мер по их профилактике. Профилирующие же дисциплины, освещая вопросы технологии, технической эксплуатации оборудования, обязательно должны рассматривать их также с точки зрения безопасности.

Содержание понятия «техника безопасности» значительно шире, чем разработка общих инструктивных указаний, определяющих различные правила поведения и приемы безопасного выполнения работ, хотя эти указания часто являются результатом ее применения.

Анализ действующих обязательных правил и норм приводит к классификации нормативов техники безопасности, состоящей из следующих шести категорий,<sup>1</sup> знание и соблюдение которых обеспечивает безопасность труда:

1) г а б а р и т н о - п л а н и р о в о ч н ы е н о р м а т и в ы, предусматривающие габариты транспортных путей, проездов, проходов, рабочих мест, безопасные расстояния при размещении оборудования; кубатуру помещения; величину разрывов между зданиями; размеры санитарно-защитных зон при проектировании целлюлозно-бумажных предприятий; характер путей эвакуации для производственных зданий и др.;

2) п а р а м е т р и ч е с к и е н о р м а т и в ы, ограничивающие пределы технических параметров: скоростей, электрических напряжений, давления газов и паров в емкостях и аппаратах (например, устанавливающие пределы скоростей грузоподъемных механизмов; электрических напряжений местных светильников и ручных ламп; давлений в варочных котлах и др.);

3) к о н с т р у к т и в н ы е н о р м а т и в ы, содержащие требования прочности и устойчивости проектируемого оборудования, требования безопасной эксплуатации; требования к качеству конструкционных материалов; технические условия и нормы для ограждений, предохранительных приборов и систем защиты (например, нормы для грузоподъемных механизмов и сосудов, работающих под давлением, нормы огнестойкости сооружений и др.);

4) ф и з и о л о г и ч е с к и е н о р м а т и в ы, определяющие продолжительность рабочего времени при наличии вредностей; нормы допускаемых физических нагрузок (усилия, ускорения); нормы освещенности в зависимости от условий работы; нормы допускаемых концентраций вредных газов, паров и пыли в воздухе; максимально допускаемые нормы облучения различными видами радиации; нормы допускаемых шумов; требования к устройствам индивидуальных средств защиты (противогазы, респираторы и др.) с учетом особенностей физиологии человека;

5) э к с п л у а т а ц и о н н о - т е х н о л о г и ч е с к и е н о р м а т и в ы, содержащие требования и технические условия, определяющие безопасность ведения технологических режимов, включая условия допуска персонала к работе и требования к безопасной организации работ (например, технические условия хранения и транспорта опасных материалов; инструктирования

---

<sup>1</sup> В. А. Круковский, О нормативах техники безопасности, Труды Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина, № 182, 1955, стр. 261—265.

и стажирования персонала, дублирование персонала при выполнении опасных работ); технические условия сигнализации на транспорте и при эксплуатации грузоподъемных механизмов;

б) контрольно-испытательные нормативы, содержащие технические условия, методы испытаний и освидетельствований агрегатов, машин, систем, приборов, деталей оборудования, предохранительных устройств и индивидуальных средств защиты (например, испытания паровых котлов, трубопроводов, грузоподъемных механизмов, абразивных кругов, контроль защитных заземлений, испытания электроизолирующих защитных средств).

Приведенные нормативы техники безопасности охватывают проектирование, конструирование, монтаж, эксплуатацию, ремонт и инспектирование оборудования, а также распространяются на условия работы.

Соблюдение нормативов техники безопасности — основное средство предупреждения несчастных случаев, профзаболеваний и профотравлений.

**Значение техники безопасности и противопожарной техники и их взаимосвязь.** Особенности целлюлозно-бумажной промышленности являются:

1) сложность и разнообразие химико-технологических процессов, протекающих при повышенных температурах и давлениях с применением вредных для здоровья человека химических веществ и др.;

2) многообразие и сложность технологического оборудования, энергетических и подъемно-транспортных установок;

3) разнообразие условий труда и наличие вредных профессий, проведение значительного числа работ вручную и т. д.

Техника безопасности органически связана с противопожарной техникой, задачей которой является предотвращение возможности загорания материальных ценностей (зданий, сооружений, оборудования и пр.) и обеспечение безопасности персонала в пожарно-опасных условиях.

Пожары могут вызвать несчастные случаи с людьми (например, при тушении пожаров) и, наоборот, производственные аварии, вызвавшие несчастные случаи, могут привести к пожару (например, вследствие оставления рабочими своих мест или из-за возникновения коротких замыканий и т. п.).

В производственных условиях причины несчастных случаев с людьми и пожаров часто одни и те же. Например, нарушение изоляции электропроводов и кабелей может привести как к несчастным случаям, так и к пожарам от короткого замыкания. Производственная пыль может вызвать заболевание рабочих, служить распространителем огня и быть причиной взрыва. Несоблюдение санитарных норм проектирования при размещении зданий на территории или оборудования в цехах может привести к несчастным случаям и затруднить тушение пожаров.

Часто вопросы техники безопасности и противопожарной тех-

ники разрешаются одними и теми же методами, регламентируются одинаковыми нормами и требованиями. Много общего имеет также профилактика техники безопасности и противопожарная профилактика.

**Роль инженерно-технических работников в обеспечении безопасности труда и сохранении материальных ценностей.** Руководителю (начальнику) производства доверены не только материальные ценности (оборудование и др.), но и здоровье трудящихся. Он обязан поставить рабочих в здоровые и безопасные условия, позволяющие повышать производительность труда и улучшать качество продукции. Он должен также обеспечить безопасность людей и сохранность материальных ценностей от пожара.

Молодой специалист со всей энергией должен обеспечивать безопасные и безвредные условия труда и соблюдение противопожарного режима на производстве и тем самым предотвращать производственный травматизм, профзаболевания и возможные пожары.



# *Часть I*

## *ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ*

---

### **Глава 1**

#### **УСЛОВИЯ ТРУДА В СССР И ЗА РУБЕЖОМ**

#### **Основные понятия об охране труда, травматизме, профзаболевании и профотравлении**

Охрана труда в СССР представляет собой систему мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья трудящихся, обеспечение безопасных и безвредных условий работы.

О х р а н а т р у д а подразделяется на п р а в о в у ю (трудовое законодательство); т е х н и ч е с к у ю (техника безопасности) и с а н и т а р н о - г и г и е н и ч е с к у ю (промышленная или производственная санитария).

Основной советского трудового законодательства являются правовые мероприятия, осуществляемые в соответствии с Конституцией СССР и Кодексом законов о труде (КЗоТ).

Техника безопасности изучает возможные о п а с н о с т и производства, устанавливает методы и разрабатывает средства устранения причин возможных несчастных случаев. Это делается на основе исследования производственных процессов, способов производства и трудовых приемов.

Промышленная или производственная санитария изучает возможные в р е д н о с т и производства (вредные для человека химические вещества, пыль, ненормальную температуру, повышенную влажность, шум, вибрации, сотрясения и др.), вопросы освещения, отопления, вентиляции и разрабатывает санитарно-гигиенические оздоровительные мероприятия. Объектами изучения промышленной санитарии являются технологические и трудовые процессы, общая обстановка труда, характер воздействия на организм человека различных веществ, применяемых в производстве, и т. п.

П о д п р о и з в о д с т в е н н ы м н е с ч а с т н ы м с л у ч а е м понимается такое стечение обстоятельств на производстве, при котором рабочий получает травму, влекущую за собой либо потерю трудоспособности (временную или постоянную), либо смерть.

П р о и з в о д с т в е н н ы м и т р а в м а м и (ранениями) называются телесные повреждения при несчастном случае, происшедшем на производстве,

Характерным признаком производственного несчастного случая, как и любого другого, является его внезапность. Этим он отличается от профессионального заболевания, которое вызывается более или менее длительным вредным воздействием на рабочего производственных и профессиональных условий.

Примерами производственных травм могут служить механические (порезы, ушибы, переломы конечностей и др.), тепловые (ожоги, обморожение), химические (отравления, химические ожоги), электрические (электроожоги, электротряски) и другие повреждения. К профзаболеваниям относятся болезни дыхательных путей у рабочих запыленных цехов и вредных профессий (у сортировщиков тряпья, резчиков бумаги, варщиков, кислотчиков и др.); ревматизм у рабочих, связанных с работой в сыром месте (у очистников, сцезнников, прессовщиков и др.); болезни сердца и сосудов у рабочих горячих цехов, а также у машинистов котлов с ручной загрузкой топлива, варщиков и др.; болезни кожи от раздражающих и отравляющих веществ; простудные заболевания, вызванные резкими сменами температур, переохлаждением и сквозняками на производстве.

Профессиональное отравление вызывается действием вредных химических веществ, применяемых на производстве. Различают острое и хроническое отравление. При попадании в организм большого количества вредного вещества в течение короткого периода времени, например при аварии или несчастном случае на производстве, возникает острое отравление. Длительное воздействие небольших концентраций вредного вещества на организм приводит к хроническому отравлению. Таким образом, одно и то же вредное вещество может вызвать как острое, так и хроническое отравление. Острые отравления расследуют и учитывают в том же порядке, что и несчастные случаи (см. главу 3).

Все профессиональные отравления (острые и хронические) и профессиональные заболевания регистрируют и учитывают органы санитарного надзора: они составляют акт по установленной форме на каждый выявленный случай профессионального заболевания. Наличие такого акта облегчает последующий учет и анализ причин и характера заболеваний.

### **Производственный травматизм в условиях капиталистической промышленности**

В условиях капиталистического общества, основой существования которого является получение максимальных прибылей путем жесточайшей эксплуатации рабочих, охрана труда осуществляется только в тех случаях, когда это выгодно капиталистам. Так, например, на многих современных целлюлозно-бумажных предприятиях США все принципы техники безопасности сводятся к одному плакату, на котором изображена голова человека с надписью «Са-

мое лучшее приспособление для устранения травматизма находится у вас на плечах». Вместо работы по технике безопасности владельцы некоторых предприятий ограничиваются аншлагом: «Мечтание на производстве приводит к травматизму».

Поэтому не случайно, что даже по преуменьшенным официальным данным, в США с 1950 г. по 1957 г. жертвами несчастных случаев стало около 15 800 тыс. рабочих, т. е. примерно около 25% общего числа занятых в промышленности рабочих. Эти несчастные случаи стоили жизни 118 тыс. человек и превратили в инвалидов 640 тыс. человек.<sup>1</sup>

Следствием беспощадной интенсификации работы, нервного и физического напряжения рабочих и отсутствия подлинной охраны труда в капиталистических странах являются массовый производственный травматизм и профессиональные заболевания.

За 1952—1956 гг. в Англии, Франции, Западной Германии и Италии в результате несчастных случаев на производстве было убито и ранено свыше 17 млн. человек.<sup>2</sup>

Инспекция труда в капиталистических странах, являясь частью буржуазного государственного аппарата, не обеспечивает даже минимального контроля за безопасностью работы. Ее права крайне ограничены, а число инспекторов незначительно. Так, например, в Англии 312 тыс. промышленных предприятий обслуживают всего 523 инспектора.<sup>3</sup> В Италии же штат инспекторов таков, что каждый из них в состоянии посетить обслуживаемое им предприятие один раз в 17 лет<sup>4</sup>. Английский фабричный закон 1937 г. об охране труда и использовании рабочей силы на предприятиях установил в бумажной промышленности 9-часовой рабочий день для подростков моложе 16 лет и 11-часовой для взрослых.

По принятому в СССР закону «О завершении перевода в 1960 г. всех рабочих и служащих на 7- и 6-часовой рабочий день» к концу 1960 г. средняя продолжительность рабочей недели составляла менее 41 часа. В 1962 г. вводится 40-часовая рабочая неделя, а с 1964 г. начнется постепенный переход на 6—5-часовой рабочий день, т. е. на 30—35-часовую рабочую неделю.

В странах капитала насчитываются миллионы рабочих, вынужденных работать по 10 и более часов в день. В еще более тяжелом положении находятся трудящиеся колониальных и зависимых стран, где рабочий день практически не ограничен. Не случайно в манифесте IV Всемирного Лейпцигского конгресса профсоюзов (1957 г.) в числе общих требований рабочего класса капиталистических стран важное место занимает требование гарантии эффективной охраны труда.

---

<sup>1</sup> Мировая экономика и международные отношения, № 3, 1959, стр. 123.

<sup>2</sup> Мировая экономика и международные отношения, № 11, 1958, стр. 127.

<sup>3</sup> Мировая экономика и международные отношения, № 11, 1958, стр. 126.

<sup>4</sup> Охрана труда и социальное страхование, № 6, 1959, стр. 84.

## Условия труда в царской России

Капиталисты дореволюционной России так же, как и капиталисты других стран, не были заинтересованы в улучшении условий труда рабочих.

Вот как описывает Бахтиаров<sup>1</sup> условия работы в тряпичном цехе петербургской фабрики Варгунина: «Здесь царит страшная пыль, у сортировщиц нос и рот повязаны платками, чтобы хоть сколько-нибудь предохранить легкие от облаков пыли. Не говоря уже об одежде, волосы на голове и ресницы на глазах сортировщиц покрыты налетом пыли. За свою работу сортировщица получает по 3 коп. с пуда и успевает в день рассортировать около 20 пудов тряпья».

На мелких фабриках условия труда были еще более тяжелыми.

В 1905 г. рабочие-бумажники организовали 191 забастовку, в которых приняли участие 28 141 человек. Так, 7 января 1905 г. вспыхнула забастовка на бумажной фабрике Печаткина (ныне Ленбумфабрика № 1 им. Горького). Рабочие требовали не только введения 8-часового рабочего дня, но и улучшения санитарно-технических условий.

В Петербурге примеру печаткинцев последовали рабочие фабрики Наумана (теперь «Картонтоль»), Варгунина (теперь Ленбумфабрика № 2 им. Володарского).

В декабре 1905 г. впервые забастовали рабочие бумажной фабрики Сергеева в Пензе, где условия труда оставались весьма тяжелыми: рабочий день продолжался 12—15 часов при непрерывной работе в две смены. Лишь после июньской забастовки 1906 г. рабочие добились некоторого сокращения рабочего дня и повышения оплаты труда.

Бастовали рабочие-бумажники и Вятской губернии, где находилось семь небольших бумажных фабрик, на которых работали крестьяне. Условия труда на этих фабриках были крайне тяжелыми, а заработная плата составляла в среднем 20 коп. за 12—14-часовой рабочий день.

Забастовки на Кордяжской бумажной фабрике привели к сокращению рабочего дня. Удовлетворяются некоторые требования и рабочих фабрики Александрова.

Условия труда на бумажных фабриках Украины также были очень тяжелыми. Например, на Роганьской фабрике был установлен 12—14-часовой рабочий день. В октябре 1905 г. рабочие этой фабрики потребовали не только сокращения рабочего дня, но и устройства бани.

Частичного удовлетворения требований путем забастовок удалось добиться рабочим ряда бумажных фабрик (Шкловской, Понинковской, Суражской, Ропшинской, Дерняковской, Лальской, Ка-

<sup>1</sup> А. Бахтиаров, Как и из чего делается бумага (Писчебумажное производство), изд. журн. «Техника, ремесла и сельскохозяйственная архитектура», С-Петербург, 1905, стр. 6.



менской). На большинстве этих предприятий продолжительность рабочего дня снизилась до 9—10½ часов.

В годы реакции (1908—1912) капиталисты России снова увеличили рабочий день, причем условия труда на бумажных фабриках по-прежнему оставались тяжелыми и еще более губительно отражались на здоровье рабочих. В журнале «Писчебумажник» автор одной статьи пишет: «Самый здоровый и краснощекий парень, проработав 2—3 месяца на отбельных роллах, где тряпка белится раствором хлора и серной кислоты, превращается в тощего, бледного, почти желтого человека. Рабочие в тряпкорубке почти все страдали удушьем, а некоторые кровохарканьем. Работа на самочерпке, в кочегарке, на роллах при 40-градусной жаре и на сквозняке или в атмосфере, насквозь пропитанной пылью и ядовитыми газами, не могла не оказывать на организм самого разрушающего влияния.»<sup>1</sup>

Хозяева бумажных фабрик систематически злоупотребляли сверхурочными работами, доводя непрерывную работу до 18—24 часов. Можно было встретить такие объявления: «Утренняя воскресная смена с 7 ч. будет работать до 7 ч. утра понедельника» (фабрика Варгунина)<sup>2</sup>.

К началу первой мировой войны на большинстве предприятий России продолжительность рабочего дня составляла 10 часов, а 15% рабочих работали 11—12 часов. С начала войны русские капиталисты под предлогом военного времени еще продлили рабочий день, усилили применение сверхурочной работы, ухудшили санитарно-гигиенические условия труда на предприятиях.

После Февральской революции рабочие явочным порядком ввели 8-часовой рабочий день, но буржуазное правительство не решалось его узаконить. За все время существования Временного правительства закон о 8-часовом рабочем дне так и не увидел света.

Декрет о введении 8-часового рабочего дня был одним из первых декретов нового рабоче-крестьянского правительства России, рожденного Великой Октябрьской социалистической революцией.

### Охрана труда в СССР

Коммунистическая партия с первых дней своего существования последовательно и настойчиво отстаивала интересы рабочих в области охраны труда. Уже первая, принятая в 1903 г. II съездом РСДРП программа партии требовала ограничения рабочего дня до 8 часов, установления законом еженедельного отдыха, запрещения пользования трудом детей до 16-летнего возраста и женским трудом во вредных производствах.

После Великой Октябрьской социалистической революции мероприятия по охране труда были направлены главным образом на улучшение санитарно-гигиенических и технических условий

<sup>1</sup> «О восьмичасовом рабочем дне», «Писчебумажник», № 2, 1907.

<sup>2</sup> «Народная дума», № 7, 18 (31) марта 1907.

работы, на приведение в порядок доставшихся от капиталистов фабрик и заводов.

Вопросы охраны труда снова находят отражение во второй программе партии, принятой в 1919 г. на VIII съезде, в резолюциях XV, XVI и других съездов партии, в решениях ряда Пленумов Центрального Комитета партии.

В период первых пятилеток, когда создавалась социалистическая целлюлозно-бумажная промышленность, вопросы охраны труда учитывались с момента проектирования предприятий. На необходимость дальнейшего расширения и развертывания работы по охране труда указывается в различных правительственных постановлениях.

Повседневное внимание партии и правительства к вопросам охраны труда привело к сокращению травматизма в СССР за последние 30 лет в три с лишним раза.

С июня 1933 г. государственный контроль за охраной труда в СССР возложен на профессиональные союзы — массовую организацию рабочих и служащих. Всесоюзный Центральный Совет Профессиональных Союзов, центральные комитеты и советы профсоюзов обязаны требовать от хозяйственных руководителей строгого соблюдения трудового законодательства, точного выполнения правил и норм техники безопасности и промышленной санитарии.

Для разрешения важнейших вопросов охраны труда в Советском Союзе созданы научные институты. Научную работу ведут в шести научно-исследовательских институтах охраны труда ВЦСПС, в восьми научно-исследовательских институтах гигиены труда и профзаболеваний Министерства здравоохранения и Академии медицинских наук СССР и в 14 лабораториях охраны труда, расположенных в крупнейших промышленных центрах. Научно-исследовательскую работу по целлюлозно-бумажному производству ведет кафедра техники безопасности ЦБП, Ленинградский санитарно-гигиенический медицинский институт, ВНИИБ и целлюлозно-бумажные предприятия.

Многие отечественные ученые внесли выдающийся вклад в дело охраны труда. Русская школа техники безопасности разработала принципиальные основы обеспечения безопасности труда, впервые показав зависимость его производительности от безопасности условий работы, установив органическую связь вопросов техники безопасности с технологическими и производственными вопросами.

Первые упоминания о приемах безопасности при обращении с машинами и оборудованием в целлюлозно-бумажном производстве содержатся в работе инженера-технолога Н. П. Мельникова.<sup>1</sup> Затем статистические сведения о травматизме, а также правила техники безопасности в производствах полуфабрикатов и бумаги, включая ее отделку и переработку, появились в большой работе

---

<sup>1</sup> Н. П. Мельников, Практический курс писчебумажного производства, С-Петербург, 1905, стр. 291—293.

инженеров-технологов П. М. Горбунова и Н. И. Шевлягина «Производство и переработка бумаги».<sup>1</sup>

Русская школа промышленной санитарии разработала теоретические основы выявления и устранения профзаболеваний и профотравлений от воздействия на организм человека промышленных газов, паров, пыли, теплоизлучения. Широкое использование различных методов исследования позволило превратить промышленную санитарию в науку, определяющую характер многих оздоровительных мероприятий на производстве. Были разработаны научно обоснованные санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, являющиеся основой современных норм — Н 101 — 54.<sup>2</sup>

Первой работой по гигиене и вентиляции писчебумажных фабрик была упомянутая выше книга Н. П. Мельникова, а по дезинфекции тряпья — статьи видного технолога проф. Н. А. Резцова в журн. «Писчебумажное дело».

Санитарные условия труда в целлюлозно-бумажной промышленности СССР были впервые освещены в книге доктора А. С. Шафрановой.<sup>3</sup> На основании обследования ряда целлюлозно-бумажных предприятий она составила детальные санитарные характеристики отдельных профессий производства сульфитной целлюлозы, древесной массы, тряпичной полумассы, бумаги, картона и пергамента.

В каждой санитарной характеристике приводится описание процесса и условий работы, рассматривается влияние разнообразных факторов на здоровье человека (пыли, газов, паров, температурных условий, освещения, сырости, влажности, сотрясений, электрического тока; опасностей, связанных с подъемом и переноской тяжестей; положения тела при труде; частых однообразных движений; раздражения органов чувств; напряжения внимания и др.). В конце книги помещен раздел, содержащий сведения о санитарно-гигиенических вредностях бумажного производства. Об основных профессиональных вредностях писчебумажного производства А. С. Шафранова писала также в журнале «Гигиена труда».<sup>4</sup> В приложении к книге приведены обязательные постановления Народного комиссариата труда (НКТ) по устройству и содержанию фабрик бумажной промышленности.

---

<sup>1</sup> Охрана жизни и здоровья рабочих в промышленности. Под редакцией проф. А. А. Пресса, Изд. Министерства торговли и промышленности, ч. II, вып. 3, 1917, стр. 1—72.

<sup>2</sup> Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий Н 101—54, Гос. изд. лит. по строительству, архитектуре и стройматериалам, М., 1958.

<sup>3</sup> А. С. Шафранова, Условия труда в бумажной промышленности СССР, изд. ЦК бумажников, М., 1924.

<sup>4</sup> Журн. «Гигиена труда», № 10 и 11, 1923, стр. 21.

## Глава 2

### ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В СССР

#### Законодательство по охране труда в дореволюционной России и в СССР

К восьмидесятым годам XIX в. в России уже накопился подающийся обобщению материал для создания законодательства по охране труда. Однако любой новый закон появлялся лишь после резкого обострения классовой борьбы в результате активизации рабочего движения. Так было и в 1897 г., когда русские рабочие добились издания закона об 11 $\frac{1}{2}$ -часовом рабочем дне. По поводу этого закона В. И. Ленин писал<sup>1</sup>: «Рабочие требовали в 1896 г. сокращения рабочего дня, поддерживали свое требование громадными стачками. Правительство *отвечает* теперь на требование изданием закона о сокращении рабочего дня. . . Теперь, в 1897 г., правительство уступает точно так же только давлению рабочих восстаний и точно так же стремится всеми силами уменьшить уступки рабочим, стремится *выторговать*, отжилить часик-другой».

История показывает, что каждому новому закону по улучшению труда предшествует частичная или всеобщая стачка. Июньскому закону 1882 г. (о найме детей, рабочем времени для них и учреждении фабричной инспекции) предшествовали стачки в Нарве, Перми и Петербурге. Июньско-октябрьские законы 1886 г. (о штрафах, расчетных книжках и т. д.) были прямым результатом стачек 1885—1886 гг. в центральном районе. Июньскому закону 1897 г. (о сокращении рабочего дня) предшествовали стачки 1895—1896 гг. в Петербурге. Законы 1903 г. (об ответственности предпринимателей и фабричных старостах) были прямым результатом южных стачек в том же году. Наконец, законы от 15 ноября 1906 г. (о сокращении рабочего дня и воскресном отдыхе приказчиков, конторщиков и ремесленников) являются прямым результатом июньско-июльских стачек того же года по всей России.

Подлинное трудовое законодательство появилось лишь после Великой Октябрьской социалистической революции. Одним из первых актов советской власти был исторический декрет от 29 октября (11 ноября) 1917 г. о 8-часовом рабочем дне.

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Сочинения, т. 2, стр. 269, 270.



В 1918 г. 18 мая В. И. Ленин подписал декрет о ликвидации дореволюционной фабричной инспекции и учреждении государственной инспекции труда, в задачу которой входило осуществление контроля за проведением в жизнь декретов и постановлений в области охраны труда и непосредственное принятие мер по его охране.

В июне 1918 г. Совнарком установил ежегодные отпуска для трудящихся и дополнительные отпуска для рабочих вредных производств с сохранением заработной платы.

В декабре 1918 г. был издан первый советский Кодекс законов о труде (КЗоТ). В 1922 г. КЗоТ был принят ВЦИК в новой редакции. Издание КЗоТ было оценено В. И. Лениным как «громадное завоевание советской власти». В дальнейшем отдельные статьи КЗоТ изменялись и уточнялись.

В действующем КЗоТ имеется глава XIV «Охрана труда», включающая статьи 138—150. Важные положения по охране труда содержатся также в главах X «Рабочее время», XI «Время отдыха», XIII «Труд женщин и несовершеннолетних».

В соответствии со ст. 138 КЗоТ ни одно предприятие не может быть открыто, пущено в действие или переведено в другое здание без санкции инспекции труда и органов санитарного надзора. Это требование, направленное на предупреждение производственного травматизма и заболеваний, относится к предупредительному надзору.

КЗоТ требует от предприятий и учреждений устранения вредных условий труда, предотвращения несчастных случаев и организации надлежащего санитарно-технического состояния рабочих мест (ст. 139 КЗоТ).

КЗоТ предусматривает выдачу рабочим ряда профессий спецодежды, предохранительных приспособлений, жиров или нейтрализующих веществ, щеток, мыла и др.

В КЗоТ закреплены революционные завоевания трудящихся.

Главные положения об охране труда рабочих и служащих с учетом экономического развития страны включаются в «Основы законодательства о труде Союза ССР и союзных республик» (п. «ф» ст. 14 Конституции СССР). В проекте «Основ», опубликованном в октябре 1959 г. для обсуждения, содержится ряд глав, посвященных охране труда (VII — «Охрана труда», VIII — «Труд женщин», IX — «Труд молодежи», XIV — «Надзор за соблюдением законодательства о труде»).

Постоянная забота партии и Советского правительства о человеке нашла свое воплощение в Конституции СССР, принятой в 1936 г. на чрезвычайном VIII Всесоюзном съезде Советов. В Конституции СССР записано право всех граждан нашей страны на здоровый, культурный и безопасный труд, охрана которого осуществляется государством (ст. 118).

В соответствии со ст. 119 Конституции все трудящиеся в СССР имеют право на отдых. Это право обеспечивается: установлением для рабочих и служащих 7-часового рабочего дня и сокращением

его до 6 часов для ряда профессий с тяжелыми условиями работы и до 4 часов — в цехах с особо тяжелыми условиями работы; установлением ежегодных отпусков рабочим и служащим с сохранением заработной платы; предоставлением для обслуживания трудящихся широкой сети санаториев, домов отдыха, клубов.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 8 марта 1956 г. для рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций в предвыходные и предпраздничные дни установлен сокращенный (на 2 часа) рабочий день.

В целлюлозно-бумажной промышленности 6-часовой рабочий день установлен для обмуровщиков кислотных резервуаров, грузчиков пека навалом, котлоочистов, котельщиков-корпусников, постоянно занятых ремонтом горячих котлов, машинистов котлов с ручной загрузкой топлива. Варщикам, кислотчикам, диффузорщикам, отбельщикам, содовщикам, турмовщикам, хлорщикам и другим рабочим с вредными условиями труда, а также сменным мастерам цехов и участков: варочных, кислотных, хлорных, отбельных, регенерационных, химических, сульфитно-спиртовых, предоставляются дополнительные отпуска продолжительностью 12 рабочих дней. Рабочим с маловредными условиями труда (выпарщикам, миксовщикам, размольщикам и др.) предоставляются дополнительные отпуска продолжительностью 6 рабочих дней.

Рабочие и служащие, занятые на подземных работах, на работах с вредными условиями труда и в горячих цехах, а также на других работах с тяжелыми условиями труда, имеют право на пенсию по старости на льготных условиях и в льготных размерах. Этим группам рабочих и служащих пенсии по инвалидности вследствие трудового увечья или профессионального заболевания назначаются независимо от стажа работы и в размере, значительно превышающем пенсии по инвалидности от общего заболевания.

Согласно ст. 120 Конституции СССР предусматривается широкое развитие социального страхования. Государственное социальное страхование СССР — советская социалистическая система материального обеспечения рабочих и служащих в старости, в случае болезни и потери трудоспособности. В эту систему включаются также материальное обеспечение, бытовое и культурное обслуживание рабочих, служащих, а также их семей и в других установленных законами случаях. Система социального страхования осуществляется в обязательном порядке за счет государства из особых фондов, образуемых из взносов предприятий и учреждений.

Рабочие и служащие в СССР получают за счет государства пособия по социальному страхованию, пенсии по социальному обеспечению, бесплатные или со скидкой путевки в санатории и дома отдыха. Все трудящиеся города и деревни получают бесплатную медицинскую помощь.

Ассигнования по соцстраху непрерывно растут. Бюджет государственного социального страхования в 1960 г. в 8 раз превышал бюджет 1940 года. На социальное страхование рабочих и служащих

в 1962 г. выделено почти 8,5 млрд. руб. Только по бюджету государственного социального страхования на выплату пенсий с 1956 г. по 1961 г. израсходовано около 24 млрд. руб.

Осуществление социального страхования на предприятиях возлагается на фабрично-заводские комитеты. Органами фабзавкомов, проводящими всю практическую работу, являются советы социального страхования, а в цехах — цеховые комиссии по социальному страхованию.

На основании постановления Президиума ВЦСПС от 1 февраля 1957 г. пособие по временной нетрудоспособности вследствие трудового увечья или профессионального заболевания рабочим и служащим государственных, кооперативных и общественных предприятий, учреждений и организаций, в том числе и не состоящим членами профсоюза, выдается в размере 100 % заработка независимо от непрерывного стажа работы. В других случаях временной нетрудоспособности пособие рабочим и служащим, состоящим членами профсоюза, выдается в следующих размерах:

Непрерывный стаж работы (число лет) . . . . .	до 3	3—5	5—8	8—12	свыше 12
Размер пособия в % от заработка . . . . .	50	60	70	80	90

Рабочим и служащим, не достигшим 18 лет, пособие по нетрудоспособности выдают в размере 60 % заработка, а работающим инвалидам Отечественной войны в размере 90 % заработка независимо от непрерывного стажа работы.

Рабочим и служащим, не состоящим членами профсоюза, пособие выдают в половинном размере против норм, указанных в настоящем пункте.

Ряд законов, постановлений и правил по охране труда принят в порядке общесоюзного трудового законодательства. Так, установлены: санитарно-технические требования при проектировании новых (реконструируемых) промышленных предприятий; общие правила устройства и содержания предприятий; единая номенклатура мероприятий по охране труда и технике безопасности; списки профессий с вредными условиями труда, для которых предусмотрены различные компенсации (сокращенный рабочий день, дополнительные отпуска и т. п.); правила регистрации несчастных случаев на производстве; права и обязанности технической и общественной инспекции по охране труда и т. д.

В связи с расширением прав союзных республик советам министров союзных республик, ведомствам и министерствам СССР предоставлено право: по согласованию с ВЦСПС дополнять и изменять списки профессий с вредными условиями труда, пользующихся дополнительным отпуском и сокращенным рабочим днем; по согласованию с ВЦСПС и Государственным комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы — изменять и дополнять с учетом местных производственных и климатических условий

отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений. Так, например, 30 декабря 1959 г. утверждены Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим.

Кроме того, советы министров союзных республик по согласованию с ВЦСПС утверждают правила, инструкции и нормы по безопасному ведению горных, взрывных и геологоразведочных работ, а также по качественному изготовлению, монтажу и надежной эксплуатации сосудов, находящихся под давлением, подъемных сооружений и газовой аппаратуры.

Нормы и правила по промышленной санитарии утверждаются (по согласованию с ВЦСПС):

- 1) для проектирования промышленных предприятий Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства — Госстроем СССР;

- 2) по санитарному содержанию промышленных предприятий — Министерством здравоохранения СССР (Главным государственным санитарным инспектором СССР).

Для обеспечения безопасных и здоровых условий труда большое значение имеют общие и отраслевые правила по технике безопасности и промышленной санитарии.

Общие правила по охране труда (например, о порядке регистрации несчастных случаев), а также общие правила по технике безопасности утверждаются (с санкции правительства СССР) Президиумом ВЦСПС. Такие правила распространяются на все отрасли народного хозяйства СССР.

К числу общих правил относятся правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов, сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных кранов, лифтов и т. п.

До 1933 г. Правила по охране труда утверждались Народным Комиссариатом труда. Те из правил, которые в дальнейшем не были отменены, продолжают действовать.

Отраслевые правила по технике безопасности и промышленной санитарии утверждаются ЦК профсоюзов по согласованию с министерствами (ведомствами) и распространяются на все предприятия определенной отрасли промышленности независимо от места их расположения. Так, в настоящее время действуют «Правила по технике безопасности и производственной санитарии в целлюлозно-бумажной промышленности», утвержденные ЦК профсоюза рабочих лесной и бумажной промышленности и бывш. Министерством лесной и бумажной промышленности СССР, изданные Гослесбумиздатом в 1954 г. Эти правила не отвечают современным требованиям. Поэтому по поручению Госплана РСФСР и ЦК профсоюза рабочих Лесбумдревпрома автор по существу заново разработал отраслевые «Правила и нормы техники безопасности и промышленной санитарии для проектирования, строительства и эксплуатации в производствах целлюлозно-бумажной промышленности».



Проект «Правил и норм», разосланный крупнейшим целлюлозно-бумажным комбинатам и проектным организациям целлюлозно-бумажной промышленности для обсуждения, имеет целью регламентацию безопасной организации процессов производства и труда в конкретных условиях на основе: современных достижений по механизации тяжелых и трудоемких работ и автоматизации процессов производства; нормативов устройства и содержания промышленных предприятий; общесоюзных санитарных и противопожарных норм и правил строительного проектирования промышленных предприятий; практического опыта эксплуатации производств целлюлозно-бумажной промышленности с учетом их особенностей.

«Правила и нормы» конкретизируют общесоюзные санитарные и противопожарные нормы и правила применительно к условиям каждого из производств целлюлозно-бумажной промышленности.

«Правила и нормы» определяют обязанности администрации по выполнению мероприятий по технике безопасности и промышленной санитарии в данном производстве, но не могут заменить инструкции по технике безопасности на рабочих местах, которые определяют порядок и условия безопасного выполнения работ непосредственно рабочими.

«Правила и нормы» после их утверждения ЦК профсоюза рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности и Государственным комитетом Совета Министров СССР по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству явятся обязательным руководством при проектировании и строительстве новых и реконструкции существующих производств, а в эксплуатационной части — для всех действующих производств.

В содержание «Правил и норм» входят: общая часть; генеральный план и требования к территории производства; строительная часть (производственные, вспомогательные и бытовые помещения); специальные противопожарные мероприятия; санитарно-техническая часть; технологическое оборудование, механизация и автоматизация производственных процессов; общие требования техники безопасности и промсанитарии при эксплуатации целлюлозно-бумажных предприятий; дополнительные требования по отдельным производствам, цехам, лабораториям и складам, включая прием, хранение и подготовку технологического сырья (древесины, тростника и соломы); производства сульфитной и сульфатной целлюлозы, древесной массы, тряпичной и макулатурной массы, бумаги, картона, переработки бумаги и картона, древесно-волокнистых плит и электролитического хлора, каустика и водорода, электро-силовые устройства и электрооборудование.

Постановления по некоторым вопросам охраны труда принимаются и советами народного хозяйства по согласованию с советами профсоюзов (например, по вопросам планирования и финансирования мероприятий по технике безопасности и промышленной



санитарии; внедрения в производство в целях оздоровления условий труда тех или иных технических новшеств; организации работы по технике безопасности на предприятиях и т. д.).

### Охрана труда женщин и подростков

Статьей 122 Конституции СССР женщине предоставляются равные права с мужчиной. Возможность осуществления этих прав обеспечивается государственной охраной интересов матери и ребенка, государственной помощью многодетным и одиноким матерям, предоставлением женщине при беременности отпусков с сохранением содержания, широкой сетью родильных домов, детских яслей и садов.

Советское трудовое законодательство строго охраняет труд советских женщин-работниц, а также служащих и предусматривает для них ряд льгот и преимуществ. Учитывая физиологические особенности женского организма, запрещается прием женщин на особо тяжелые и вредные работы. Ограничивается допуск женщин к работе, связанной с переноской или перемещением тяжестей. В частности, женщины старше 18 лет допускаются лишь к разовой ручной переноске тяжестей весом не более 20 кг по ровной поверхности, по возможности с применением носилок, снабженных ножками. Вес груза вместе с носилками не должен превышать 50 кг на двух женщин. Если вес груза превышает установленные нормы или передвижение тяжестей носит систематический характер, администрация обязана механизировать эти работы.

Перечень работ в целлюлозно-бумажной промышленности, на которых не допускается женский труд, приведен в Справочнике по технике безопасности и промышленной санитарии в бумажной и деревообрабатывающей промышленности, который в дальнейшем будет называться сокращенно — Справочник.<sup>1</sup>

Беременным женщинам и кормящим матерям — работницам и служащим предоставлены следующие льготы:

1) отпуск по беременности и родам с сохранением прежней должности, увеличенный с 77 до 112 календарных дней (Указ Президиума Верховного Совета СССР от 26 марта 1956 г.);

2) очередной отпуск независимо от продолжительности работы должен быть приурочен к отпуску по беременности;

3) право перехода на работу по месту жительства с сохранением непрерывного трудового стажа;

4) запрещение отказывать в приеме на работу по мотивам беременности или при наличии ребенка до одного года, а также снижать по этим причинам заработную плату;

---

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, Справочник по технике безопасности и промышленной санитарии в бумажной и деревообрабатывающей промышленности, Издание второе, пересмотренное и дополненное, Гослесбумиздат, М.—Л., 1958.

5) перевод (в случае необходимости) на легкую работу с сохранением до родов среднего заработка;

6) освобождение от ночных и сверхурочных работ, а также от служебных командировок;

7) недопущение увольнения с работы без разрешения профорганизации;

8) установление перерывов на кормление ребенка грудью через каждые 3,5 часа продолжительностью не менее получаса с сохранением среднего заработка за время перерывов; в предвыходные и предпраздничные дни предоставляется один перерыв, продолжительностью 30 минут, который по желанию матерей может быть перенесен на конец рабочего дня с оплатой времени перерыва по среднему заработку;

9) предоставление женщинам по их просьбе после окончания отпуска по беременности и родам дополнительного отпуска на срок до 3 месяцев без сохранения заработной платы с сохранением места работы и до одного года с сохранением непрерывного трудового стажа.

Сроки льгот в связи с кормлением детей грудью законом не ограничены и должны соответствовать периодам фактического кормления.

Прием на работу подростков допускается, начиная с 16-летнего возраста. Подростки, достигшие 15 лет, могут быть приняты на работу в исключительных случаях с разрешения профорганизации.

При поступлении на предприятия все подростки в возрасте 15—18 лет обязательно проходят предварительное медицинское освидетельствование и не реже одного раза в год — периодическое медицинское освидетельствование.

Труд подростков до 18 лет на тяжелых и вредных для здоровья работах не допускается. В частности, на целлюлозно-бумажных предприятиях не допускается работа подростков при выгрузке, разделке и подаче древесины в производство, на ряде работ в производствах сульфитной и сульфатной целлюлозы, бумаги, древесной массы, картона, хлора, а также в производствах пергаменты, фибры, бумажных мешков, литых бумажных изделий, электротехнической бумаги, слюдинита, технической бумаги и обоев.

В перечисленных производствах и на работах при прохождении производственной практики (производственного обучения) лица, не достигшие 18-летнего возраста, обучающиеся в городских и сельских производственно-технических училищах, техникумах и IX—XI классах средних школ могут находиться не свыше 3 часов в день. Обучение профессиям, специальностям и перечисленным работам в системе индивидуально-бригадного ученичества лиц, не достигших 18-летнего возраста, воспрещено.

Для подростков до 18 лет предусмотрены особо пониженные — предельные нормы переноски и передвижения тяжестей.

Подростки 16—18 лет ни в коем случае не должны назначаться на работы, заключающиеся исключительно в переноске или передвижении тяжестей.

Подростки мужского пола 16—18 лет в исключительных случаях допускаются к разовой переноске тяжестей не свыше 16,4 кг, а подростки женского пола — не свыше 10,25 кг (при условии, что подростки того и другого пола затрачивают на переноску не более одной трети рабочего времени). Передвижение тяжестей в вагонетках и на тачках для подростков также нормировано.

Подростки в возрасте 15—16 лет, допущенные к работе с разрешения профсоюзных организаций, к переноске тяжестей, как правило, не допускаются.

В целях облегчения условий труда подростков для них установлен особый режим рабочего времени и отдыха. Так, продолжительность рабочего дня для подростков 15—16 лет установлена 4 часа, а для подростков 16—18 лет — 6 часов. Подростки до 18 лет не допускаются к сверхурочным и ночным работам. Оплата труда подростков 15—18 лет за сокращенный рабочий день производится как за полный рабочий день.

Всем молодым рабочим и служащим в возрасте до 18 лет независимо от условий и характера производства предоставляется отпуск продолжительностью 1 календарный месяц, преимущественно в летний период.

Важное значение имеют мероприятия по оздоровлению труда и быта рабочей молодежи на предприятиях. Такие мероприятия проводятся: 1) в порядке государственного социального страхования (направление молодежи в дома отдыха, заводские ночные профилактории, в туристские путешествия и т. д.); 2) через органы здравоохранения (врачебные осмотры, диспансеризация, дача рекомендаций об использовании на легкой работе и т. п.); 3) через спортивные заводские организации; 4) через профсоюзные клубы.

За последнее время на предприятиях широкое распространение получила производственная физкультура, которой систематически занимаются рабочие, в том числе молодежь.

Ряд льгот в области труда предоставляется молодежи, которая без отрыва от производства учится в вечерних и заочных учебных заведениях.

### Органы государственного надзора по охране труда

Советским правительством созданы органы по надзору за выполнением законов, постановлений, правил и норм в области охраны труда.

1. Государственный надзор за безопасностью работы, состоянием промышленной санитарии и соблюдением законодательства об охране труда на предприятиях, стройках, в хозяйствах и учреждениях осуществляется профсоюзными организациями, которые утверждают технических инспекторов, работающих под руководством Президиума Совета профсоюзов.

Технический инспектор работает по плану, утвержденному отделом охраны труда совета профсоюзов (области, края). В обязан-

ности технического инспектора входят: регулярный контроль за выполнением общих и специальных постановлений по охране труда, правил и норм по технике безопасности и производственной санитарии; принятие мер к устранению обнаруженных нарушений и недостатков в области охраны труда, а также требование проведения профилактических мероприятий по улучшению условий труда и предупреждению несчастных случаев, профессиональных заболеваний и заболеваний. Технический инспектор имеет право ставить перед заводами-изготовителями и хозяйственными органами вопрос о необходимости внесения изменений в конструкцию станков, машин и оборудования, не отвечающих требованиям техники безопасности и промышленной санитарии.

2. Государственный надзор в области соблюдения санитарно-гигиенических норм и правил в целлюлозно-бумажной промышленности наряду с технической инспекцией осуществляет Главная государственная санитарная инспекция Министерства здравоохранения СССР. Ее местными органами являются санитарно-эпидемиологические станции (СЭС), имеющие в штате санитарных инспекторов (главных врачей станций) и промышленных санитарных врачей, ведущих как профилактический надзор за соблюдением санитарных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции целлюлозно-бумажных предприятий, так и текущий надзор за санитарным состоянием всех действующих предприятий.

Технические и санитарные инспектора, а также промышленные санитарные врачи имеют право:

беспрепятственно проходить на подконтрольные предприятия и осматривать все их участки в любое время; требовать от администрации необходимые документы и объяснения; давать обязательные для администрации предприятия указания об устранении недостатков по охране труда; требовать в необходимых случаях от руководителей предприятий проведения технической экспертизы по состоянию зданий, сооружений, станков, машин и другого оборудования, а также транспортных средств в целях определения возможности безопасной их эксплуатации; приостанавливать работу на отдельных производственных участках в тех случаях, когда это может привести к травмированию или заболеванию работающих; требовать осуществления механизации тяжелых и опасных работ; привлекать к ответственности лиц администрации, виновных в нарушении трудового законодательства, правил и норм техники безопасности, в невыполнении предписаний инспектора, путем наложения штрафа или передачи материалов о нарушениях следственным органам.

В обеспечении безопасных и здоровых условий труда важное место занимает так называемый предупредительный надзор. Последний заключается в том, что ни одно новое или реконструируемое предприятие (цех, участок,) не может быть открыто, пущено в ход или переведено в другое здание, никакое переустройство зда-



ний или расширение производства не могут быть произведены без предварительного разрешения технической инспекции совета профсоюзов и санитарного надзора Министерства здравоохранения. Кроме того, органы санитарного надзора участвуют в утверждении типовых проектов промышленных предприятий и индивидуальных (выборочным методом).

3. Государственный надзор за безопасным ведением работ в промышленности, функции горного надзора, газового и котлонадзора осуществляют Государственные комитеты или Государственные инспекции при Советах Министров союзных республик по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору.

Основными задачами Государственного комитета при Совете Министров РСФСР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор РСФСР) являются:

надзор за соблюдением правил безопасности на действующих и строящихся предприятиях горной промышленности и на горных и буровых работах в геологоразведочных экспедициях и партиях;

надзор за соблюдением правил изготовления и эксплуатацией паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов для пара и горячей воды, подъемных сооружений (кранов, лифтов, эскалаторов и фуникулеров); газовых установок и газопроводов (кроме магистральных, находящихся в ведении Главгаза СССР); химических (особенно взрывоопасных) процессов производства.

В области котлонадзора на Госгортехнадзор РСФСР возлагается также выявление в процессе эксплуатации недостатков изготовления и монтажа оборудования, контроль за разработкой и осуществлением заводами-изготовителями и монтажными организациями мероприятий по устранению выявленных недостатков; проведение испытаний объектов котлонадзора; контроль за соблюдением порядка обучения, аттестации и допуска персонала к обслуживанию объектов котлонадзора и за проведением администрации предприятий периодической проверки знаний персонала.

Госгортехнадзору РСФСР и его местным органам (управлениям округов) предоставлено право расследовать обстоятельства и причины аварий и тяжелых случаев производственного травматизма, контролировать правильность ведения его учета, а также разрабатывать мероприятия по его предотвращению. Инженеры-контролеры имеют официальное право запрещать проведение работ до устранения нарушений, оформляя запрет соответствующим документом («Предписанием»).

4. Государственный надзор за соблюдением законодательства об охране труда лежит и на органах юстиции.

Согласно положению о прокурорском надзоре в СССР, утвержденному Указом Президиума Верховного Совета СССР,<sup>1</sup> высший надзор за точным исполнением законов, в том числе по охране труда, возложен на Генерального Прокурора СССР и подчиненных ему прокуроров.

Осуществляя на предприятиях надзор за соблюдением законности в области трудовых отношений (истребование приказов и документов, рассмотрение жалоб, производство плановых и текущих проверок на местах и т. п.), прокуроры указывают хозяйственным руководителям на необходимость устранения нарушений законодательства по охране труда, опротестовывают их приказы в вышестоящие органы, ставят вопрос о привлечении виновных лиц администрации к дисциплинарной или к административной ответственности, а в необходимых случаях привлекают и к уголовной ответственности.

Кроме рассмотренных органов государственного надзора по охране труда, на предприятиях осуществляется еще надзор специализированными инспекциями.

Государственный надзор за состоянием и использованием электрического и теплоиспользующего оборудования осуществляет Государственная инспекция по промышленной энергетике и энергонадзору.

Надзор за газоочистными сооружениями осуществляет Инспекция технического надзора за эксплуатацией и правильным использованием газоочистных сооружений на промышленных предприятиях.

Эта инспекция входит в состав Государственного комитета Совета Министров СССР по химии и состоит из центрального аппарата и районных отделений инспекции.

Инспекторскому надзору подлежат все газоочистные и пылеулавливающие установки, сооруженные для охраны атмосферного воздуха от загрязнения выбросами золы, газов, пыли и других вредных веществ и ликвидации потерь ценных химических продуктов, а также для улучшения санитарно-гигиенических условий населенных мест. Инспекторскому надзору подлежат также газоочистные установки, включенные в технологический процесс.

На инспекцию возлагается: выдача разрешения на ввод в эксплуатацию новых газоочистных и пылеулавливающих установок; разработка и издание правил и норм на эксплуатацию, выдача предприятиям заданий на проведение исследований; подготовка общих предложений по улучшению охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными выбросами и др.

Этой инспекции, как и другим представителям госнадзора, предоставляется право иметь доступ в любое время к поднадзорным объектам предприятий всех министерств и ведомств; производить

<sup>1</sup> Ведомости Верховного Совета СССР, № 9, 1955,

обследования; давать предписания; привлекать к ответственности; участвовать в расследовании причин аварий или несчастных случаев со смертельным исходом; приостанавливать работу и опломбировывать шиберы газопылепроводов; проверять технические знания персонала и выдавать удостоверения о праве допуска к обслуживанию установок.

Государственный надзор на предприятиях и судах морского и речного флота осуществляется также инспекциями Регистратуры, на которые возложено: техническое наблюдение за постройкой, восстановлением и переоборудованием судов, а также за их капитальным и средним ремонтом; классификация судов; технический надзор за судами, находящимися в эксплуатации.

### **Ведомственный и общественный контроль за охраной труда**

Непосредственное ведение работы по технике безопасности и промышленной санитарии, а также руководство этой работой возлагается: в совнархозах — на Отдел техники безопасности и промсанитарии; в отраслевых управлениях и на предприятиях — на главных инженеров; в цехах — на начальников цехов.

Для проведения повседневной практической работы по технике безопасности, промышленной санитарии и охране труда в помощь главному инженеру выделяют работников, освобожденных от других обязанностей: при числе работающих до 3000 человек — инженер или ст. инженер по технике безопасности, при большем числе работающих — бюро техники безопасности.

В обязанности работников по технике безопасности входят:

- 1) организация и участие в разработке годовых планов мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда; контроль за своевременным выполнением мероприятий по утвержденному плану и правильным использованием выделенных на их проведение средств;

- 2) систематический контроль за соблюдением действующего законодательства, правил, норм, инструкций, приказов и указаний совнархоза, отраслевого управления и директора предприятия, а также предписаний технической инспекции;

- 3) проведение вводного инструктирования по охране труда с рабочими, поступающими на предприятие;

- 4) участие в комиссиях по расследованию несчастных случаев, профотравлений и профзаболеваний, по разработке профилактических мероприятий, а также контроль за выполнением мероприятий по актам о несчастных случаях;

- 5) организация и проведение полного и точного учета и отчетности по травматизму, изучение причин несчастных случаев и разработка мероприятий по их ликвидации;

- 6) контроль за включением в планы научно-исследовательских работ тематики по технике безопасности и промсанитарии;

- 7) контроль за своевременным и качественным проведением

инструктирования и проверки знаний; за составлением в цехах инструкций по безопасным методам работы для отдельных участков работ и рабочих мест; за обеспечением рабочих спецодеждой, мылом, индивидуальными средствами защиты и т. д.;

8) организация пропаганды безопасных методов работы, общественных смотров состояния охраны труда, обмена опытом лучшей работы по технике безопасности и борьбе с травматизмом и др.

Работники по технике безопасности должны работать в тесном контакте с профсоюзными организациями. В последнее время эти работники нередко выполняют обязанности общественных технических инспекторов. Общественные технические инспекторы имеют право:

1) давать административно-техническому персоналу обязательные предписания по вопросам техники безопасности и промышленной санитарии, а также устанавливать сроки проведения перечисленных мероприятий;

2) приостанавливать выполнение работ, если условия их опасны для жизни работающих, с немедленным доведением этого до сведения директора или главного инженера предприятия;

3) производить изъятие из употребления негодного рабочего инструмента, приспособлений и т. п.;

4) представлять руководству предприятия предложения о привлечении к ответственности нарушителей правил и инструкций, а также о поощрении инженерно-технических работников за снижение травматизма и профзаболеваний и за достижения, обеспечивающие нормальные условия труда.

Непосредственная ответственность за безопасное состояние рабочих помещений, оборудования, инструмента и правильную организацию работ, за выполнение указаний и требований по охране труда возлагается на технический персонал, руководящий данным участком: начальников цехов, производственных участков, отделов, мастерских, хозяйств, строек, начальников смен, мастеров, диспетчеров, техников и др.

Постановлением Совета Министров СССР значительно расширены права и обязанности мастеров и начальников участков (отделов) по руководству производством, охраной труда и техникой безопасности.<sup>1</sup>

Специальным положением предусматриваются также обязанности в области техники безопасности и промышленной санитарии главных технологов, главных механиков (цеховых механиков), главных энергетиков (цеховых энергетиков), начальников транспортных отделов и начальников отделов снабжения.

Через отделы техники безопасности и промсанитарии совнархозов и с помощью инженеров по технике безопасности отраслевых управлений вышестоящие хозорганы:

<sup>1</sup> Постановления Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР по вопросам промышленности и строительства (1952—1955 гг.), Госполитиздат, М., 1956, стр. 127—134.



осуществляют повседневное руководство работой в области охраны труда на предприятиях; разрабатывают планы по охране труда в масштабе экономических районов и отраслей промышленности; помогают предприятиям в реализации мероприятий по технике безопасности; организуют внедрение в производство достижений науки и техники в области оздоровления труда и широкий обмен опытом между предприятиями в деле непрерывного улучшения условий труда; проверяют соблюдение руководителями предприятий законодательства и соглашений по охране труда.

Общественный контроль в области охраны труда осуществляют фабрично-заводские и цеховые комитеты через комиссии охраны труда и общественных инспекторов. Председатель комиссии (член фабзавкома) является старшим общественным инспектором по охране труда предприятия, а председатель цеховой комиссии (член цехкома) — старшим общественным инспектором цеха.

Права фабричного, заводского, местного (цехового) комитета (ФЗМК) в области охраны труда закреплены определенными статьями Положения о правах ФЗМК, утвержденного Указом Президиума Верховного Совета СССР от 15 июля 1958 г., а также рядом других актов трудового законодательства.

ФЗМК пользуются правом:

- 1) принимать участие в решении всех вопросов, связанных с охраной труда;
- 2) осуществлять предварительный контроль за действиями администрации в области охраны труда;

- 3) проводить текущий контроль за соблюдением на предприятии (в учреждении) всех требований трудового законодательства.

Участие ФЗМК в решении вопросов охраны труда осуществляется в разнообразных формах. Сюда относятся: рассмотрение проектов планов мероприятий по технике безопасности и промышленной санитарии; заключение с администрацией коллективных договоров и соглашений по охране труда; внесение (по соглашению с администрацией) дополнений к типовым правилам внутреннего трудового распорядка; утверждение по соглашению с администрацией графика отпусков; утверждение по соглашению с администрацией перечня профессий и работ, дающих право на получение рабочими молока или жиров в связи с вредными условиями труда, а также мыла; установление совместно с администрацией перечня профессий и работ, которые должны оплачиваться по ставкам горячих, тяжелых работ и работ с вредными условиями труда; согласование с ФЗМК режима работы без обеденного перерыва в предвыходные и предпраздничные дни и т. д.

Предварительный контроль выражается в том, что в предусмотренных законодательством случаях администрация обязана предварительно согласовать с фабзавкомом любое распоряжение, связанное с охраной труда. Сюда относятся: согласование с ФЗМК приема на работу лиц в возрасте 15—16 лет; получение

разрешения от ФЗМК на производство в исключительных случаях сверхурочных работ (ст. 104 КЗоТ); согласование с ФЗМК распоряжения о необходимости выполнения отдельными лицами с нормированным рабочим днем работы в день отдыха в связи с аварийным характером работ; согласование с ФЗМК выплаты работнику вместо отпуска денежной компенсации и т. п.

Текущий контроль ФЗМК также весьма многообразен. Это повседневные и периодические массовые проверки выполнения обязательств администрации, включенных в коллективные договоры (соглашения по охране труда); общественные смотры по охране труда, охватывающие как состояние техники безопасности и промышленной санитарии на предприятии или в цехе, так и отдельные вопросы охраны труда (инструктирование по безопасным приемам труда, обеспечение спецодеждой и контроль качества последней, состояние санитарно-бытовых помещений, организация рабочих мест и т. п.); заслушивание докладов хозяйственных руководителей о работе по охране труда на заседаниях ФЗМК и на общих собраниях (производственных совещаниях); постановка в необходимых случаях перед соответствующими организациями вопроса о смещении или наказании руководящих работников, нарушающих законодательство по охране труда, и т. п.

Комиссия по охране труда выполняет следующие функции: контролирует соблюдение законодательства о труде, организацию инструктирования и обучения рабочих безопасным приемам работы; ведет борьбу за выполнение требований по технике безопасности и промышленной санитарии; участвует в разработке планов и отдельных мероприятий по охране труда; проверяет использование отпущенных на эти цели средств; изучает причины производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также принимает меры к их предупреждению.

Комиссия охраны труда имеет право в любое время проводить обследование цехов и рабочих мест, а также знакомиться с материалами, относящимися к охране труда.

Общественный инспектор контролирует, соблюдаются ли правила и нормы охраны труда непосредственно на рабочем месте. Если на рабочем месте имел место несчастный случай, общественный инспектор обязан немедленно сообщить об этом старшему общественному инспектору. Последнему предоставлено право совместно с начальником цеха расследовать несчастные случаи и составлять соответствующие акты.

В связи с расширением прав ФЗМК в области охраны труда (Положение о правах ФЗМК), требование ФЗМК об устранении нарушения законодательства о труде для администрации является обязательным. ФЗМК предоставлены широкие возможности воздействовать на должностных лиц, нарушающих законодательство по охране труда. Кроме того, соответствующим постановлением СНК СССР старшему общественному инспектору предприятия предоставлено право оформлять через технического инспектора совета

профсоюзов обязательное предписание (в порядке государственного надзора) в адрес хозяйственного руководителя. Оформление предписания может быть осуществлено также через общественного технического инспектора.

Одной из форм контроля ФЗМК за соблюдением законодательства о труде является рассмотрение трудовых споров (в комиссии по трудовым спорам и в ФЗМК), в том числе некоторых споров, связанных с устранением нарушений в области охраны труда.

Что касается жалоб на нарушение правил по технике безопасности и промышленной санитарии, то они подлежат рассмотрению не в комиссиях по трудовым спорам, а непосредственно общественными инспекторами и комиссиями по охране труда. Подобные жалобы рассматриваются также техническими инспекторами советов профсоюзов.

При проведении государственного надзора и общественного контроля в области охраны труда профсоюзы исходят из указания декабрьского Пленума ЦК КПСС (1957 г.) о необходимости повысить ответственность руководителей предприятий и строек за состояние охраны труда и техники безопасности, за точное и неуклонное соблюдение трудового законодательства.

### **Ответственность за нарушение законодательства об охране труда**

В интересах обеспечения безопасности труда советское законодательство устанавливает ответственность хозяйственных руководителей и лиц административно-технического персонала за нарушение по их вине требований охраны труда. Особо строгая ответственность предусмотрена за нарушение правил техники безопасности и промышленной санитарии, если оно причинило или могло причинить вред здоровью работника.

Как указал декабрьский Пленум ЦК КПСС (1957 г.) хозяйственных руководителей, не выполняющих своих обязательств по коллективным договорам и систематически нарушающих трудовое законодательство, следует привлекать к ответственности. Нарушение правил безопасности по неосторожности самого работающего не освобождает от ответственности административно-технический персонал, так как он обязан обеспечить инструктирование и повседневный надзор за соблюдением всех требований охраны труда рабочими и служащими.

За нарушение требований охраны труда рабочие и служащие несут ответственность по правилам внутреннего трудового распорядка (как за нарушение трудовой дисциплины). Кроме того, за нарушение требований, законоположений о безопасности труда рабочие и служащие, а также административно-технический персонал (кроме хозяйственных руководителей и их заместителей) могут привлекаться к общественной ответственности через товарищеский суд.

Установлены следующие виды ответственности для представителей администрации, виновных в нарушении требований законодательства об охране труда:

- 1) дисциплинарная;
- 2) административная (через соответствующую инспекцию);
- 3) уголовная.

На должностных лиц, виновных в нарушении законодательства об охране труда, дисциплинарная ответственность (дисциплинарные взыскания) налагаются в порядке подчиненности вплоть до смещения с занимаемой должности.

Одновременно эти должностные лица могут быть лишены премии, если таковая им полагается в соответствии с поощрительной системой оплаты труда. Основанием для лишения премии является нарушение правил техники безопасности на руководимом должностным лицом производственном участке. До наложения дисциплинарного взыскания необходимо потребовать объяснение от привлеченного к ответственности должностного лица.

Мотивированное постановление о наложении дисциплинарного взыскания немедленно сообщается лицу, на которое наложено взыскание, а по вступлении его в силу объявляется по учреждению или предприятию, в котором работает данное лицо.

За нарушение правил по охране труда и технике безопасности, в том числе за невыполнение предписания технической инспекции, должностных лиц предприятий привлекают к административной ответственности. Эта ответственность заключается в наложении штрафа техническим инспектором совета профсоюзов или другими государственными инспекторами (санитарным, котлонадзора) на должностных лиц, до мастера включительно.

Технический инспектор до наложения штрафа также обязан затребовать объяснения у привлекаемого, тщательно проверить все материалы и объявить под расписку свое постановление о наложении штрафа.

Размер штрафа, наложенного техническим инспектором совета профсоюза, не может превышать 10 руб., а главным техническим инспектором совета профсоюзов — 50 руб. Штраф, наложенный техническим инспектором, удерживается администрацией из заработной платы оштрафованного. Удержанные суммы перечисляют на текущий счет профсоюзов по бюджету государственного социального страхования. Категорически воспрещается отнесение этого штрафа за счет предприятия.

За нарушение промышленной санитарии органы санитарного надзора вправе налагать штрафы на отдельных должностных лиц в размере 10—50 руб., а на предприятие в размере 100—500 руб.

Руководители Госгортехнадзора союзных республик вправе налагать штрафы на должностных лиц в размере 50 руб., а представители на местах (начальники местных инспекций) — до 30 руб.



Уголовная ответственность установлена Уголовным Кодексом (УК) РСФСР, утвержденным Верховным Советом РСФСР и введенным в действие с 1 января 1961 г.

Статья 140 УК предусматривает уголовную ответственность за нарушение правил техники безопасности и промышленной санитарии, причинивших телесные повреждения, смерть или утрату трудоспособности, а также за нарушения, которые могли привести к таким последствиям.

По ст. 140 УК к ответственности могут привлекаться лишь представители администрации (хозяйственные руководители, главные инженеры, начальники цехов и участков, мастера и т. п.). Виновных наказывают лишением свободы на срок до 5 лет.

Нарушения правил безопасности при горных работах (ст. 214), санитарных и противопожарных правил при строительных работах (ст. 215), а также на взрывоопасных предприятиях или во взрывоопасных цехах (ст. 216) влекут за собой уголовную ответственность виновных в этом работников, независимо от занимаемой должности и выполняемой работы. Другими словами, в таких случаях привлекают к ответственности как представителей администрации, так и рядовых работников.

Статья 217 УК предусматривает уголовную ответственность за нарушение правил хранения, использования, учета или перевозки взрывчатых и радиоактивных веществ; ст. 223 УК — за загрязнение водоемов и воздуха.

Наряду с дисциплинарной, административной и уголовной ответственностью должностных лиц за нарушение законодательства об охране труда законом предусматривается гражданская (материальная) ответственность самих предприятий.

Материальную ответственность предприятия несут в связи с трудовым увечьем и профессиональным заболеванием, если это явилось результатом нарушения администрацией правил охраны труда. В этом случае предприятие обязано возместить профсоюзу и органам социального обеспечения расходы по выплате пострадавшим работникам (или семье умершего) пособий и пенсий в порядке социального страхования.

Полное возмещение ущерба в этом случае производится предприятием по исковому заявлению пострадавшего в суд.

В свою очередь предприятию в порядке регресса может взыскать все выплаченные пострадавшему суммы с должностного лица, виновного в повреждении здоровья работника. Виновное должностное лицо несет полную материальную ответственность перед предприятием, если в действиях этого лица имеются признаки уголовного деяния (ст. 83 — 1 п. «а» КЗоТ). В остальных случаях должностное лицо, виновное в повреждении здоровья работника, несет ограниченную материальную ответственность по ст. 83 КЗоТ (т. е. в пределах не более  $\frac{1}{3}$  месячного оклада).

## Техническое обучение и инструктирование рабочих по технике безопасности и промышленной санитарии

Практика показала, что передовики и новаторы целлюлозно-бумажного производства, имеющие более высокие технические знания и соблюдающие все правила техники безопасности, работают более производительнее. Полностью овладеть техникой целлюлозно-бумажного производства можно, лишь изучив вопросы техники безопасности и промышленной санитарии. Повышение производительной квалификации рабочего всегда сопровождается умением работать с соблюдением правил техники безопасности.

При прохождении обязательного техминимума рабочие изучают правила технической эксплуатации оборудования целлюлозно-бумажной промышленности, включающие специальные разделы техники безопасности по каждому виду оборудования. Пособия по техминимуму для различных профессий также содержат эти разделы.

Вопросы техники безопасности входят в программы бригадного и индивидуального обучения рабочих, а также в программы школ передовиков и новаторов производства. Кроме того, всех новых рабочих обязательно обучают безопасным методам труда. Периодически (обычно раз в год) проводят обучение всех рабочих правилам техники безопасности и промышленной санитарии по 8—10-часовой программе, по окончании которого рабочие сдают испытания.

Работы, связанные с возможными опасностями при обслуживании и ремонте электротехнических установок, подъемно-транспортных механизмов, агрегатов, работающих под давлением, а также электро- и газосварочные работы требуют от обслуживающего персонала особого внимания и постоянного контроля за своими действиями. Поэтому обучают на курсах и обязывают сдавать экзамен по правилам техники безопасности тех рабочих, которые по условиям работы могут подвергаться особой опасности или несут ответственность за безопасность людей, работающих в зоне действия обслуживаемых ими установок, механизмов или агрегатов (электромонтеров, электро- и газосварщиков, машинистов кранов, турбин, лифтеров, стропальщиков, зацепщиков и др.). После сдачи испытаний в квалификационной комиссии эти рабочие получают свидетельство об обучении, служащее документом для допуска к работе.

Особо серьезные требования предъявляют к лицам, обслуживающим или ремонтирующим электротехнические установки высокого напряжения. Каждые 6 месяцев проверяют знание этими лицами приемов искусственного дыхания, а знание ими инструкций по обслуживанию оборудования и правилам охраны труда проверяют один раз в год.

Перед тем как приступить к самостоятельной работе, квалифицированные рабочие проходят период стажирования.

Начальники цехов, их заместители, мастера и бригадиры изучают правила техники безопасности и промышленной санитарии на специальных семинарах. Кроме того, для инженерно-технических работников периодически читают лекции по вопросам охраны труда, техники безопасности и промышленной санитарии. Знания инженерно-технических работников по окончании семинара, а также в период аттестации проверяет комиссия под председательством главного инженера.

Инженеры по технике безопасности и охране труда повышают свою квалификацию на семинарах, проводимых периодически с отрывом от производства.

Инструктирование рабочих по технике безопасности является обязательным условием допуска их к работе. За качество инструктирования несет ответственность инженерно-технический персонал.

Различают четыре вида инструктирования: вводное, основное, текущее и повторное.

**Вводное инструктирование.** Цель вводного инструктирования, проводимого с новыми рабочими, — ознакомление их с общими вопросами техники безопасности и промышленной санитарии, а также с правилами безопасного передвижения по предприятию, безопасной работы, внутреннего трудового распорядка, личной гигиены и др.

Вводное инструктирование проводят в форме беседы с приведением примеров из опыта данного предприятия. Инженер по технике безопасности, проводящий вводное инструктирование, отмечает его дату в листке для оформления на работу и регистрирует в специальном журнале.

**Основное инструктирование.** Цель основного инструктирования, проводимого обычно мастером, научить новых рабочих правилам техники безопасности и промышленной санитарии, показать им безопасные приемы труда на рабочем месте. При этом рабочему вручают письменную инструкцию по технике безопасности для данной профессии. Инструкции и памятки, изданные в виде брошюр небольшого формата, имеются на многих целлюлозно-бумажных предприятиях.

Проведение основного инструктирования с указанием его даты, а также фамилии и профессии инструктируемого рабочего оформляют записями в журнале. Все знание правил техники безопасности рабочий подтверждает подписью. Разрешение о допуске к работе нового рабочего, прошедшего основное инструктирование, удостоверяется подписью мастера или начальника цеха.

Основное инструктирование проводят со всеми новыми рабочими, включая рабочих, переведенных с одной работы на другую.

**Текущее инструктирование.** Этот вид инструктирования заключается в повседневном контроле со стороны административно-технического персонала за неуклонным соблюдением работающими всех требований техники безопасности и гигиены труда на основе

строгой технологической дисциплины, а также в консультациях на рабочем месте по безопасным приемам труда.

**Повторное инструктирование.** Цель повторного инструктирования — закрепить знания правил техники безопасности и промышленной санитарии и ознакомить работающих с новой технологией и новым оборудованием. При этом происходит проверка того, как работающие усвоили требования техники безопасности и гигиены труда. Повторное инструктирование проводят не реже двух раз в год и оформляют так же, как и основное.

При обнаружении грубых нарушений правил техники безопасности или при наличии случаев производственного травматизма проводится экстренное повторное инструктирование.

На рабочих местах и у отдельных агрегатов должны находиться инструкции по технике безопасности и промышленной санитарии. В этих инструкциях должны содержаться ясные, четко сформулированные указания по безопасным методам работы, правильному обслуживанию машин и оборудования, соблюдению условий электробезопасности и т. д. Эти инструкции составляет руководитель цеха или участка по согласованию с инженером по технике безопасности и утверждает главный инженер предприятия. Административно-технический персонал цехов обязан следить за точным соблюдением всеми работающими указанных инструкций.

### **Планирование мероприятий по охране труда**

На каждом предприятии ежегодно осуществляются плановые мероприятия по дальнейшему улучшению охраны труда.

Для создания нормальных условий труда постановлением Наркомтруда СССР в 1933 г. утверждена «Номенклатура мероприятий по охране труда, подлежащих включению в особый раздел промфинпланов». Эта номенклатура включает технику безопасности, промышленную санитарию, вентиляцию, вспомогательные постройки и оборудование, мероприятия по организационному руководству, пропаганде техники безопасности, производственной санитарии и физкультуре.

Ассигнования на выполнение номенклатурных мероприятий по оздоровлению условий труда на действующих предприятиях получают из двух источников финансирования: за счет средств, отпущенных на капитальное строительство и на эксплуатационные расходы.

На строящихся и реконструируемых предприятиях затраты на мероприятия по охране труда проводят за счет средств, предусмотренных в сметах строительства.

Каждое предприятие отчитывается об освоении средств на мероприятия по охране труда за первое полугодие и за год в целом. Отчет, подписанный директором предприятия и председателем фабзавкома, направляют в вышестоящую хозяйственную организацию и в областные органы Центрального статистического управления.



На охрану труда Советское правительство отпускает огромные денежные средства и материально технические ресурсы. Достаточно сказать, что за 6 лет только по коллективным договорам профсоюзных организаций и администрации предприятий на проведение мер по дальнейшему улучшению охраны труда и выдачу рабочим бесплатной спецодежды направлено 6 млрд. руб.

Планирование мероприятий по охране труда и технике безопасности на предприятиях начинается с составления проекта промышленной безопасности на следующий год.

Предварительные заявки на выделение специальных ассигнований на охрану труда и на фондируемое оборудование предприятия представляют заблаговременно в отраслевое управление совнархоза.

Основные мероприятия по охране труда и технике безопасности подлежат включению в коллективный договор и прилагаемое к последнему соглашение по охране труда. Поэтому предложения рабочих и служащих по этим вопросам также собирают во время итоговой массовой проверки выполнения коллективно-договорных обязательств за истекший год и при составлении проекта коллективного договора на следующий год.

При заключении коллективного договора в текст раздела «Охрана труда» включают лишь основные обязательства администрации и профорганизации (ФЗМК) в этой области. Так, например, в коллективном договоре может быть указано: освоить общую сумму ассигнований на охрану труда, утвержденную совнархозом по согласованию с советом профсоюзов;<sup>1</sup> провести мероприятия по организации охраны труда, по своевременному обеспечению рабочих спецодеждой и другими выдачами, по инструктированию и обучению безопасным приемам работы и пропаганде техники безопасности, по предупреждению производственного травматизма, по улучшению общественного контроля за состоянием охраны труда и т. д.

Перечень мероприятий по технике безопасности и промышленной санитарии с указанием стоимости проведения каждого мероприятия, а также срока его исполнения и фамилий ответственных исполнителей прилагают к коллективному договору в форме соглашения по охране труда. Это соглашение, составляющее неотъемлемую часть коллективного договора, должно содержать следующие основные разделы:

1) техника безопасности (устройство и содержание в исправном состоянии ограждений, предохранительных приспособлений, блокировочных устройств и др.);

2) вентиляция (мероприятия по сооружению новых вентиляционных установок и улучшению действующих, капитальный ремонт установок и др.);

---

<sup>1</sup> Одновременно совнархозом выделяются необходимые материальные фонды (оборудование и т. д.) для проведения мероприятий по технике безопасности,

3) промышленная санитария (совершенствование оборудования, канализации, зданий и сооружений, герметизация химической аппаратуры и др.);

4) санитарно-бытовые устройства (строительство новых и ремонт действующих душевых, комнат отдыха и личной гигиены женщин, молокораздаточных пунктов и др.);

5) прочие номенклатурные мероприятия (организация кабинетов по технике безопасности и промышленной санитарии, выпуск плакатов, брошюр, инструкций, проведение бесед, семинаров, специальных исследовательских работ, мероприятий по производственной физкультуре).

Для периодической проверки выполнения коллективного договора и соглашения ежеквартально проводят рабочие конференции с отчетом дирекции. Для вовлечения широких масс в работу по улучшению условий труда практикуется организация общественных смотров, проводимых обычно по указаниям совнархозов (по согласованию с совпрофами) или по требованию фабзавкомов.

### **Пропаганда техники безопасности и промышленной санитарии**

Самые совершенные устройства не достигают цели, если работающий не понимает их назначения. Поэтому на предприятиях любой области промышленности следует широко вести агитационно-массовую работу по технике безопасности и промсанитарии в виде лекций, бесед, радиопередач, киносеансов, популяризирующих вопросы охраны труда.

Хорошие результаты дает также обсуждение докладов администрации о состоянии техники безопасности и промсанитарии на расширенных заседаниях фабзавкома, совещаниях актива, общезаводских конференциях или собраниях.

Пропаганду по охране труда ведут в многотиражках, стенгазетах, «молниях» и в отдельных выпусках, посвященных механизации тяжелых и трудоемких работ и автоматизации производственных процессов. Важное значение имеют плакаты по технике безопасности и промсанитарии, являющиеся не только орудием пропаганды, но и средством обучения. Плакат должен быть красочным, художественно выполненным, наглядным (понятным без объяснений), технически грамотным, с возможно более выразительным и вместе с тем лаконичным текстом. Плакат должен изображать правильные приемы работы и рекомендуемые условия безопасности с учетом правил технической эксплуатации.

Целесообразна также организация на целлюлозно-бумажных предприятиях кабинетов или уголков техники безопасности и промсанитарии. В качестве основного материала для разработки экспозиционного плана кабинета пользуются данными по анализу травматизма на производстве, правилами и нормами техники безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строитель-

стве и эксплуатации целлюлозно-бумажных предприятий, а также цеховыми инструкциями.

Кабинет должен быть учебно-методическим центром и материальной базой всей разъяснительной работы; служить местом проведения вводного инструктирования, бесед и занятий по повышению квалификации общественных инспекторов, консультаций административно-технического персонала и пропаганды вопросов охраны труда.

В кабинете должно быть сосредоточено возможно большее количество наглядных пособий, иллюстративного и справочного материала по технике безопасности и промсанитарии применительно к производственным процессам целлюлозно-бумажной промышленности.

Кабинет должен иметь плакаты как по основным технологическим вопросам, так и по некоторым вспомогательным. Плакаты можно оформлять либо в виде раскрашенных фотографий, вмонтированных в стенд с подсветкой, либо в виде цветных рисунков на бумаге или стекле.

Такой кабинет создан на Светогорском ЦБК кафедрой техники безопасности ЦБП в творческом содружестве с производителями.

## Глава 3

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ И ЕГО ИЗУЧЕНИЕ

#### Расследование и учет несчастных случаев

Планомерная борьба с производственным травматизмом требует организации правильного учета несчастных случаев, на основе которого следует вести изучение причин и факторов травматизма. Регистрация, учет и расследование несчастных случаев производят согласно «Положению о расследовании и учете несчастных случаев, связанных с производством», утвержденному президиумом ВЦСПС в 1959 г.

Согласно этому Положению расследованию подлежат все несчастные случаи, происшедшие с рабочими и служащими:

на территории предприятия (и вне его территории) при выполнении работы по заданию администрации; на транспорте предприятия с лицами, его обслуживающими (машинисты, водители, кондукторы, сопровождающие грузы, грузчики и другие работники), а также с рабочими и служащими, доставляемыми на место работы и с работы на транспорте предприятия. Расследование несчастных случаев, вызвавших потерю трудоспособности на время свыше рабочего дня, оформляют актом.

У ч е т у подлежат несчастные случаи, вызвавшие утрату трудоспособности более чем на 3 рабочих дня.

В соответствии с требованиями Положения при возникновении несчастного случая пострадавшему должна быть немедленно оказана медицинская помощь, а ближайший свидетель должен сразу же сообщить о случившемся мастеру или начальнику цеха.

Начальник цеха в свою очередь срочно сообщает о случившемся руководителю предприятия, а также фабзавместкому. Затем в течение 24 часов с момента происшествия он должен внимательно расследовать несчастный случай и составить акт в трех экземплярах по форме Н-1 (акт о несчастном случае, связанном с производством).

Расследование несчастного случая и составление акта — ответственная обязанность начальника цеха и общественного инспектора по охране труда. Особенно важным является п. 14 акта, в котором подробно описываются обстоятельства и причины несчастного слу-



чая, так как для определения эффективных мероприятий по предупреждению травматизма требуется объективность изложения.

Описание обстоятельств несчастного случая ведут путем опроса пострадавшего и свидетелей, а также по объективным данным (записи в производственных журналах, записи контрольно-измерительных приборов и др.). При расследовании анализируют условия работы в период, предшествующий несчастному случаю, изучают ее особенности, а также проверяют характер руководства и надзора со стороны административно-технического персонала.

Чтобы аналогичный несчастный случай не мог повториться, особенно важным является указание в пункте 14 акта мер, принимаемых администрацией цеха, по устранению причин, вызвавших несчастный случай. Акт расследования подписывают начальник цеха и старший общественный инспектор.

Акты представляют главному инженеру на утверждение и принятие мер для устранения причин, вызвавших несчастный случай (перечень мероприятий, сроки и исполнители указывают в п. 15 акта), после чего один экземпляр акта возвращают начальнику цеха, другой — направляют фабзавком.

Исход несчастного случая (п. 16 акта) отмечают по окончании временной нетрудоспособности пострадавшего в соответствии с листком нетрудоспособности, завизированным инженером по технике безопасности. Об исходе несчастного случая начальник цеха сообщает фабзавкому и руководителю предприятия.

Ниже приведена установленная форма акта Н-1.

Специальному расследованию и учету подлежат групповые несчастные случаи (происшедшие одновременно с тремя работниками и более) и смертельные несчастные случаи. О каждом из них руководитель предприятия обязан немедленно сообщить техническому инспектору совета профсоюзов, обслуживающему предприятие, вышестоящей хозяйственной организации и прокурору по месту нахождения предприятия, а о несчастных случаях, происшедших на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору — местному органу Госгортехнадзора.

Групповой или смертельный несчастный случай должен быть немедленно расследован техническим инспектором при участии представителя вышестоящей хозяйственной организации, администрации предприятия и фабзавкома, с составлением соответствующего акта.

Материалы расследования группового или смертельного несчастного случая и свое заключение по нему технический инспектор направляет в совет профсоюзов, в ЦК профсоюза рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности и в органы прокуратуры.

Независимо от специального расследования и учета все групповые и смертельные несчастные случаи оформляют также актами по форме Н-1.

Акт № \_\_\_\_\_

о несчастном случае, связанном с производством (составляется  
в трех экземплярах)

1. Название предприятия \_\_\_\_\_
2. Адрес предприятия \_\_\_\_\_
3. Отрасль народного хозяйства \_\_\_\_\_
4. Фамилия, имя и отчество пострадавшего \_\_\_\_\_
5. Мужчина, женщина (подчеркнуть). 6. Возраст \_\_\_\_\_
7. Профессия (должность) \_\_\_\_\_
8. Цех, в котором постоянно работает пострадавший \_\_\_\_\_
9. Место происшествия несчастного случая \_\_\_\_\_
10. Фамилия мастера, на участке которого произошел несчастный слу-  
чай \_\_\_\_\_
11. Стаж работы пострадавшего:
  - а) по данной профессии \_\_\_\_\_
  - б) в указанном цехе \_\_\_\_\_
12. Проходил ли инструктаж, обучение безопасным методам работы (ука-  
зать, какой и когда) \_\_\_\_\_
13. Несчастный случай произошел в \_\_\_\_\_ часов \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_  
месяца \_\_\_\_\_ года.
14. Подробное описание обстоятельств и причин несчастного случая и  
меры, принимаемые к его устранению администрацией цеха: \_\_\_\_\_

Акт составлен в \_\_\_\_\_ часов \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца 196 г.

Начальник цеха

(руководитель соответствующего участка) \_\_\_\_\_ (подпись)

Старший общественный инспектор \_\_\_\_\_ (подпись)

15. Перечень мероприятий по устранению причин несчастного случая

№ по пор.	Наименование мероприятий	Срок	Исполнитель
--------------	--------------------------	------	-------------

Главный инженер предприятия

(организации, учреждения)

(подпись)

16. Исход несчастного случая (указать: приступил к работе, установлена  
инвалидность, случай смертельный): \_\_\_\_\_

Диагноз по больничному листку	Освобожден от работы		Число дней нетру- доспособности (в рабочих днях)
	с	по	

Начальник цеха

(руководитель соответствующего участка) \_\_\_\_\_ (подпись)

Несчастные случаи, происходящие с трудящимися в связи с работой (в пути следования из дома на работу и с работы домой), учитываются отдельно от несчастных случаев, связанных с производственной деятельностью предприятия.

На основании актов (форма Н-1) администрация предприятия составляет полугодовой «Отчет о несчастных случаях, связанных с производством», по форме 7-Т. Этот отчет не позднее 10-го числа месяца, следующего за отчетным периодом, администрация предприятия представляет вышестоящей хозяйственной организации (совнархозу), совету профсоюзов и статистическому управлению. На основании этих отчетов вышестоящая хозяйственная организация и профорганизации разрабатывают мероприятия по устранению причин, вызвавших несчастные случаи.

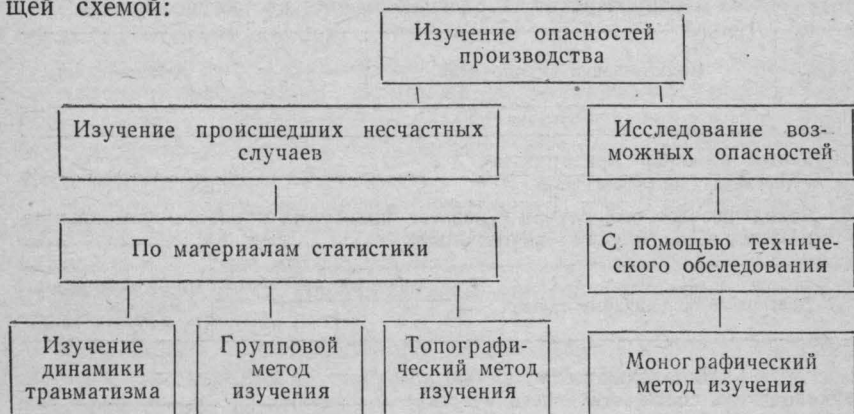
В особо ответственных случаях, когда оборудование вызывает опасение, а также, если оно недавно смонтировано, дирекция предприятия создает техническую комиссию из специалистов для обследования его работы. Эта комиссия дает заключение об условиях дальнейшей эксплуатации оборудования, а в отдельных случаях может временно запретить им пользоваться.

### Методы изучения опасностей производства и травматизма

Планомерная борьба с производственным травматизмом требует глубокого анализа и изучения причин и факторов, вызывающих несчастные случаи.

Травматизм на целлюлозно-бумажных предприятиях может иметь место по многим причинам: вследствие плохой организации труда и производства; нарушения правил технической эксплуатации оборудования; несоблюдения межремонтных сроков работы оборудования, несовершенства оборудования; недостатков в оснащении оборудования автоматикой и т. д. Для устранения этих недостатков разрабатывают соответствующие мероприятия, предварительно изучив действительные причины травматизма.

Методы изучения травматизма могут быть представлены следующей схемой:



Данные о травматизме в их абсолютных значениях нельзя сопоставить, так как численность работающих на предприятиях неодинакова.

В этих случаях обычно пользуются относительными числами: число несчастных случаев относят к определенному числу работающих (к 1000 человек списочного состава).

Статистический анализ дает возможность определить интенсивность травматизма при помощи показателей частоты и тяжести несчастных случаев. Это — средние показатели, позволяющие сопоставлять между собой данные отдельных цехов предприятий, а также управлений совнархозов и судить о динамике травматизма и тяжести повреждений.

Показатель частоты несчастных случаев ( $K_q$ ) — это число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за отчетный период.

$$K_q = \frac{T \cdot 1000}{P},$$

где:

$T$  — число учтенных несчастных случаев (вызвавших потерю трудоспособности более чем на 3 рабочих дня) за отчетный период;

$P$  — среднесписочное число работающих за отчетный период.

Показатель частоты обычно определяют за полугодие и за год.

Показатель тяжести несчастных случаев ( $K_r$ ) — это среднее число дней нетрудоспособности, приходящееся на один несчастный случай,

$$K_r = \frac{D}{T},$$

где:

$D$  — общее число рабочих дней, потерянных в учтенных несчастных случаях, вызвавших потерю трудоспособности более чем на 3 рабочих дня, за отчетный период;

$T$  — число подлежащих учету несчастных случаев за тот же период.

В расчет принимают только те случаи (а следовательно, и дни), по которым в отчетном периоде закончилась временная нетрудоспособность. В связи с этим показатель тяжести не отражает истинного положения тяжести травматизма, так как он не учитывает постоянной потери трудоспособности (перевода на инвалидность) при тяжелых несчастных случаях, а также случаев со смертельным исходом.

Однако, если учесть, что число тяжелых случаев на производстве незначительно и они особо учитываются, то показателем тяжести можно пользоваться для анализа травматизма. Смертельные же несчастные случаи следует указывать при показателе тяжести.



Органы социального страхования и медико-санитарные части учитывают все случаи травматизма и заболеваний и определяют число случаев и утерянных дней на каждые 100 застрахованных.

Сопоставление приведенных показателей дает представление о состоянии травматизма и заболеваемости на предприятиях за рассматриваемый период.

Уровень травматизма и заболеваний является основным показателем состояния охраны труда на предприятии.

Групповым методом изучения травматизма называют группировку несчастных случаев по однородному признаку (по профессии или характеру работ пострадавших; по стажу, характеру повреждений, поврежденным частям тела; по причинам и материальным факторам несчастного случая и др.) и анализ полученных групп.

Обработка статистических материалов (акты по форме Н-1, Н-3, акты расследования несчастных случаев и др.) групповым методом позволяет составить статистические таблицы, по которым можно выявить наиболее опасные профессии или наиболее поражаемые части тела. Это в свою очередь дает возможность усилить профилактическую работу по определенным профессиям и изысканию индивидуальных защитных приспособлений.

Топографический метод изучения травматизма является разновидностью группового метода. При обработке первичных статистических материалов по топографическому методу каждый несчастный случай наносят условным значком (например, кружком) на план цеха в том месте, где этот случай произошел. В результате создается топографическая карта, по которой можно получить наглядное представление о числе несчастных случаев на отдельных участках.

Для наглядности групповые данные целесообразно наносить на контуры и схемы крупных агрегатов (бумаго- и картоноделательных машин, пресспатов и др.) по месту происшества несчастного случая. Применение топографического метода особенно эффективно при анализе травматизма на транспортных путях.

Изучение опасностей производства по статистическим материалам позволяет анализировать причины травматизма и разрабатывать мероприятия для предупреждения несчастных случаев. Однако для выявления более глубоких причин и факторов несчастных случаев и их органической природы требуется углубленное изучение производственных условий, в которых произошли учтенные случаи. Это достигается монографическим методом исследования, основой которого является детальное изучение данного участка производства: технологического и трудового процесса; оборудования (как основного, так и вспомогательного); сырья; вспомогательных материалов; рабочего места; общих окружающих условий (воздушной среды, освещения, вентиляции, отопления) и др. Все техническое обследование ведут под углом зрения выявления возможных (потенциальных) опасностей.

Материалы монографического изучения дают сведения, необходимые для рационализации производства, конструирования оборудования, уточнения принципов проектирования новых машин и предприятий, а также могут быть приняты за основу при составлении инструкций, правил и обязательных постановлений по технике безопасности.

Монографический метод имеет также то достоинство, что материалы, полученные на одном предприятии, могут быть использованы и на других с проведением небольших дополнительных обследований. Монографический метод исследования весьма полно выявляет потенциальные причины опасностей, что позволяет наметить и осуществить мероприятия по их устранению. Таким образом, основным и наиболее эффективным следует считать монографический метод, все же остальные методы изучения травматизма только дополняют его.

### Анализ травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности

Кафедра техники безопасности целлюлозно-бумажной промышленности ЛТИ ЦБП провела анализ травматизма на ряде крупнейших целлюлозно-бумажных комбинатов, охватив все виды производства.

В основу анализа травматизма был положен монографическо-статистический метод, включающий техническое обследование предприятия и статистическую обработку актов о несчастных случаях, связанных с производством (форма Н-1), за последние 5—6 лет.

Ряд несчастных случаев расследовали на месте их происшествия с опросом пострадавших, свидетелей, мастеров и начальников цехов. При анализе использовали акты расследования несчастных случаев комиссиями, созданными для выяснения истинных причин травматизма; заключения технических инспекторов советов профсоюзов и инженеров по технике безопасности; письменные объяснения пострадавших, свидетелей и ответственных административно-технических работников.

При анализе несчастных случаев учитывали:

- 1) организационно-технические причины;
- 2) материальные факторы, вызвавшие несчастные случаи;
- 3) профессии пострадавших;
- 4) поврежденные части тела;
- 5) цех или отделение.

Анализ травматизма по организационно-техническим причинам проводили по классификации, включающей 29 причин, подразделенных на пять групп, результаты его в % приведены ниже:

Неправильная организация работ . . . . .	43
Дефекты оборудования и неправильный выбор материалов .	23
Неудовлетворительное состояние рабочих мест и территории . . . . .	18
Недостатки предохранительных мероприятий . . . . .	13
Прочие причины . . . . .	3
	<hr/> 100

Из приведенных данных видно, что наибольшее число несчастных случаев в целлюлозно-бумажной промышленности происходит вследствие неправильной организации работы (отсутствие или недостаточность инструктирования; слабое руководство работами; отсутствие надзора за выполнением работ со стороны административно-технического персонала).

Дефекты оборудования и неправильный выбор материалов являются причиной почти одной четвертой части всех несчастных случаев. К этой группе относятся: конструктивные недостатки оборудования, механизмов и приспособлений; неисправность оборудования и инструмента; отсутствие средств для перемещения тяжестей.

Неудовлетворительное состояние рабочих мест и территорий заключается в следующем: загроможденность рабочих мест, неисправность зданий, полов, лестниц, двора, путей передвижения, вспомогательных устройств (лесов, подмостей, сходней, времянок, переносных лестниц), недостаточность освещения.

Недостатки предохранительных мероприятий состоят в отсутствии или неисправности ограждений, предохранительных приспособлений и средств защиты.

К прочим причинам травматизма относятся: нарушение правил внутреннего трудового распорядка, болезненное состояние рабочего и малый стаж работы по специальности.

Ниже приведены результаты анализа травматизма по вызывающим несчастные случаи материальным факторам в %:

Ручные операции . . . . .	33
Исполнительные машины и механизмы . . . . .	20
Подъемно-транспортные устройства . . . . .	15
Падение работающих . . . . .	15
Падение, обрушивание и опрокидывание предметов . . . . .	10
Сосуды, работающие под давлением . . . . .	4
Электротехническое оборудование . . . . .	3

---

100

Анализ травматизма по материальным факторам показал, что наибольшее число несчастных случаев происходит при работах, выполняемых вручную, вследствие недостаточной механизации трудоемких процессов на лесных складах, погрузочно-разгрузочных и ремонтно-монтажных работах, транспортных операциях.

На группу исполнительных машин и механизмов падает около одной пятой несчастных случаев, происшедших главным образом при обслуживании бумагоделательных машин и пресспатов. Основную опасность при этом представляют места касания валов, вращающихся навстречу друг другу, ограждение которых трудно выполнить по технологическим соображениям. С этой точки зрения наиболее опасны валы каландровой и прессовой частей.

Несчастные случаи, вызываемые захватами между валами, наиболее часто происходят при заправке бумаги, особенно если от-

сутствует автоматическая заправка сжатым воздухом или заправочными канатиками. Случаи захвата также известны на перемоторезательных станках при заправке бумаги на несущих валах и в дисковых ножах. Необходимо иметь в виду, что несчастные случаи при работе на агрегатах, имеющих места касания валов, особенно тяжелы.

Травматизм при эксплуатации механизмов для распиловки и окорки балансов вызывается преимущественно ножевыми корообдирками и балансирными пилами. Корообдирки трения и многопильные станки не требуют применения ручного труда и поэтому менее опасны.

При эксплуатации других исполнительных машин и механизмов несчастные случаи происходят на металлорежущих и деревообделочных станках, на химической, тепловой, размалывающей, сортирующей и сгущающей аппаратуре, а также на трансмиссиях, ременных и зубчатых передачах.

Из группы подъемно-транспортных устройств около половины всех несчастных случаев происходит при эксплуатации подвижного железнодорожного состава, а также вагонеток, тачек и тележек.

Несчастные случаи, связанные с падением работающих, происходят вследствие неисправности полов, лестниц, сходней, а также из-за наличия на полу волокнистой слизи, масла и воды. Несчастные случаи, вызванные падением и опрокидыванием предметов, объясняются недостатками в организации работ.

При эксплуатации сосудов, работающих под давлением, травматизм возможен на теплосиловом оборудовании (ожоги и увечья при разрывах труб паровых котлов), на технологическом оборудовании (резкое выделение газов и паров в высоких концентрациях при неисправностях арматуры варочных котлов) и на вспомогательном оборудовании (аварии с баллонами и цистернами для сжатых и сжиженных газов и с ацетиленовыми установками).

Самую малочисленную группу составляет электротравматизм, происходящий в основном при эксплуатации электродвигателей, электросетей, переносных ламп и электрифицированных ручных инструментов.

Анализ травматизма по профессиям работающих показал, что на целлюлозно-бумажных предприятиях большинство несчастных случаев происходит со вспомогательными и подсобными рабочими, из которых слесари составляют 13%, а рабочие складов, грузчики и разнорабочие по 10%. Это объясняется наличием большого числа ручных операций в работе вспомогательных и подсобных рабочих, что и было установлено при анализе травматизма по материальным факторам. Рабочие же основных профессий менее подвержены травматизму (3% — содовщики, около 3% — варщики, диффузорики, сеточники и др.).

Анализ травматизма по частям тела с использованием группового метода анализа показал, что чаще всего повреждаются ноги



(28%), пальцы рук (23%) и руки (19%). Это связано опять-таки с применением большого количества ручного труда.

При падении работающих и опрокидывании предметов поражаются голова и лицо (13%), а при обработке металлов и применении химических вредных веществ — глаза (5%). При тяжелых случаях, как правило, одновременно поражается несколько частей тела (5%).

Анализ травматизма по цехам показал, что чаще всего несчастные случаи происходят на лесных складах, где их число составляет почти 20% всех несчастных случаев. При этом на предприятиях, имеющих слабомеханизированные склады, этот процент достигает 28. На отделы капитального строительства предприятий в среднем падает 10,5% несчастных случаев от общего травматизма на производстве. Примерно так же обстоит дело с травматизмом на тепловых электростанциях и в транспортных цехах.

Выше была уже указана одна из основных причин травматизма — недостаточная механизация тяжелых и трудоемких процессов. В цехах же, где мало применяют ручной труд (кислотный, отбельный, сульфитно-спиртовой, электроцех), несчастные случаи встречаются сравнительно редко.

## Глава 4

### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ВРЕДНОСТИ, ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

#### Общее понятие о профессиональных вредностях

Профессиональными вредностями называют факторы производственной среды и трудового процесса, которые могут оказывать вредное влияние на организм работающего.

Профессиональные вредности можно разделить на две основные группы: вредности, связанные с неправильной организацией трудовых процессов, и вредности, обуславливаемые неблагоприятными изменениями внешней производственной среды. При более детальной характеристике первую из этих групп можно классифицировать следующим образом:

1) чрезмерное напряжение нервной системы, отдельных органов чувств и двигательного аппарата; 2) длительное вынужденное однообразное положение тела.

Вторую группу также можно классифицировать на несколько подгрупп: 1) физические факторы (неблагоприятные метеорологические условия, радиация, электрические поля, изменения атмосферного давления, шум, вибрация); 2) химические и физико-химические факторы (газы, пары, пыль); 3) биологические факторы.

При дальнейшем совершенствовании технологии производства одни профессиональные вредности почти полностью исчезают, а другие, наоборот, начинают представлять большую опасность для организма (например, воздействие ионизирующей радиации).

Одним из наиболее тяжелых последствий влияния профессиональных вредностей является развитие профессиональных заболеваний. Их воздействие выражается в уменьшении общей сопротивляемости организма, понижении его работоспособности, повышенной восприимчивости к инфекционным болезням.

#### Действие промышленных токсических веществ на организм человека и первая помощь

Промышленными ядовитыми (токсическими) веществами называются такие пары, газы и пыль, которые, проникая в организм, оказывают химическое или физико-химическое воздействие на его клетки и ткани, влекущие за собой нарушение их нормальной жизнедеятельности.

Промышленная токсикология изучает нарушения здоровья под действием промышленных ядовитых веществ, применяемых на производстве в качестве сырья, а также получаемых в виде промежуточных и готовых продуктов.

Промышленные яды проникают в организм следующими путями:

- 1) через дыхательный тракт (ядовитые газы и пары);
- 2) через пищеварительный тракт (жидкие и сухие вредные вещества при принятии пищи, курении);
- 3) через кожу (вещества, хорошо растворяющие жировой слой или сами хорошо растворяющиеся в жирах и липоидах, например спирты, бензин, ацетон, бензол);

Согласно статистическим данным о производственных отравлениях около 95% всех случаев приходится на долю отравлений, обусловленных вдыханием вредных паров, газов и пыли. Ингаляционный путь поступления наиболее опасен, так как огромная всасывающая поверхность легочных альвеол, усиленно омываемых кровью, позволяет ядам быстро и почти беспрепятственно проникнуть к важнейшим жизненным центрам.

Промышленные ядовитые вещества могут оказывать на организм как местное так и общее действие.

Местным действием называется способность ядов раздражать кожу лишь в месте их соприкосновения. Так действуют кислоты, щелочи, некоторые соли и газы (хлор, сернистый ангидрид, хлористый водород, аммиак и др.).

Общим действием называется способность ядов всасываться в кровь, разноситься по организму и отравлять ткани и внутренние органы. Так действуют, например, пары ртути, сероводород, окись углерода и другие вещества.

Степень токсичности (ядовитости) веществ характеризуют следующие факторы:

- 1) химическая структура;
- 2) свойства и физическое состояние вещества (летучесть, растворимость, дисперсность, агрегатное состояние);
- 3) концентрация вещества, длительность воздействия и температура;
- 4) комбинированное действие ядов, причем токсичность каждого из них может усиливаться или видоизменяться (хлор и сернистый ангидрид; меркаптан и сернистый ангидрид);

В гомологическом ряду предельных углеводородов сила наркотического действия возрастает с увеличением числа атомов углерода в молекуле. Токсичность хлора или йода аналогична токсичности других элементов этой группы. Соединения с разветвленной боковой цепью действуют слабее, чем нормальные изомеры; соединения циклические более токсичны, чем соединения с открытой цепью; ненасыщенные соединения часто более токсичны, чем насыщенные, например СО — значительно более сильный яд, чем СО<sub>2</sub>.

Чем выше растворимость ядов в воде и в жидкостях, тем они токсичнее. Так, например, хорошо растворимый мышьяковистый

ангидрид  $As_2O_3$  сильно ядовит, а мало растворимые трехсернистый  $As_2S_3$  и двухсернистый мышьяк  $As_2S_2$  почти не ядовиты.

Чем выше дисперсность, тем выше токсичность вещества. Наиболее опасны яды, находящиеся в парообразном и газообразном состоянии. Так, например, цинк, медь и некоторые другие металлы в твердом и пылевидном состоянии менее опасны, чем в парообразном. Пары металлов могут вызвать профессиональное заболевание, сопровождающееся лихорадкой («литейная лихорадка»).

В производстве применяют многочисленные токсические вещества, причем некоторые из них в зависимости от формы отравления (острой или хронической) могут обусловить поражение различных органов и систем. Так, например, при остром отравлении бензолом поражается преимущественно центральная нервная система, при хроническом — органы кроветворения.

Некоторые токсические вещества (ртуть, свинец и др.) вызывают исключительно или преимущественно хронические интоксикации (отравления). Особо следует учитывать способность некоторых химических веществ хорошо растворяться в жирах и липоидах, что определяет их способность проникать в нервные клетки, весьма богатые липидами. К числу таких веществ относятся метиловый спирт, тетраэтилсвинец и др.

Усиление отравляющих свойств окиси углерода в присутствии избытка  $CO_2$  в воздухе связано со свойством  $CO_2$  возбуждать дыхание. Степень токсичности этих веществ можно выразить формулой

$$\sigma = \frac{C_{CO_2} \cdot C_{CO} \cdot 500}{C_{O_2}},$$

где  $C_{CO_2}$ ,  $C_{CO}$ ,  $C_{O_2}$  — предельные концентрации веществ в воздухе в %.

Опасность отравления наступает при значении  $\sigma > 1$ . При  $C_{CO_2} = 3\%$ ,  $C_{CO} = 0,01\%$ ,  $C_{O_2} = 15\%$ ,  $\sigma = 1$ .

При комбинированном действии промышленных ядов особенно характерным является простое суммирование их токсического эффекта. Это с несомненностью установлено в отношении токсических веществ, обладающих наркотическим действием. Отклонения от «правила суммирования» встречаются относительно редко.

Другим примером комбинированного действия профессиональных вредностей может служить совместное влияние на организм токсического и температурного фактора. Экспериментальными исследованиями и наблюдениями установлено значительное ухудшение самочувствия рабочих на промышленных предприятиях при совместном влиянии указанных факторов.

По мнению большинства гигиенистов, привычка к ядам является своеобразной формой хронической интоксикации, сопровождающейся резким ослаблением внешних ее проявлений. Развитие отравления и конечный эффект ядовитого воздействия в определенной степени зависят от особенностей физиологического состояния организма. Например, физическое напряжение неизбежно повышает



интенсивность сердечной деятельности, вызывает определенные изменения в обмене веществ и увеличивает потребность в кислороде, что способствует развитию интоксикации. Лица, страдающие каким-либо заболеванием или находящиеся в состоянии переутомления, более восприимчивы к действию ядов, чем здоровые и неустоленные люди. При этом возможна повышенная чувствительность к действию отдельных веществ: например, при поражении органов дыхания можно ожидать повышенного предрасположения к отравлению раздражающими газами.

Большое практическое значение имеет вопрос об изменении чувствительности к ядам в зависимости от пола и возраста работающих. Предположение, что женский организм отличается повышенной восприимчивостью к токсическому воздействию, до сих пор является предметом дискуссии. Однако некоторые физиологические состояния могут способствовать возрастанию чувствительности женщин к влиянию ряда ядов (бензола, свинца, ртути). Доказана и меньшая устойчивость женской кожи к воздействию раздражающих веществ, а также ее большая проницаемость в отношении жирорастворимых токсических соединений.

Что касается подростков, то их формирующийся организм обладает меньшей сопротивляемостью к влиянию промышленных ядов, чем организм взрослого человека.

Помимо ясно выраженного токсического воздействия, яды могут вызвать общее ослабление организма, в частности понижать его сопротивляемость к инфекции. Например, отравление раздражающими газами может вызывать резкое обострение туберкулеза.

Действие химически активных твердых, жидких или газообразных веществ на кожу может вызвать химические ожоги трех степеней.

Ожоги первой степени характеризуются болезненной припухлостью кожи и внешним ее повреждением. При ожогах второй степени появляются пузыри; при ожогах третьей степени происходит обугливание кожи и более глубокие повреждения подкожных тканей.

Степень ожога зависит от концентрации, токсичности, активности, температуры и продолжительности воздействия веществ, а также от чувствительности кожи пострадавшего. Наиболее сильные ожоги вызывают кислоты (в убывающем порядке): концентрированная серная, смесь соляной и азотной (царская водка), азотная, плавиковая, соляная, уксусная, молочная, щавелевая, муравьиная. О возможных ожогах щелочами сказано ниже.

Твердые вещества могут вызывать ожоги только при соприкосновении их с телом, а жидкости и газы могут проникать через одежду и способны поэтому поражать большие поверхности кожи. Твердые щелочи, соприкасаясь с влажной кожей, действуют как наиболее концентрированные их растворы.

Некоторые химические вещества (например, хлорная известь), попадая на кожу, оказывают разрушительное действие не сразу,

а через несколько часов. Такие вещества, как аммиак и перекись водорода, вызывают слабые ожоги кожи. Однако при попадании в глаза они могут привести к слепоте. При ожогах веществами, способными прилипнуть к коже (например, горячие смолы, пек), опасность обусловлена длительным термическим и химическим действием их и проникновением в ткани тела. Последнее в свою очередь может вызвать заражение организма.

Особенно опасными участками для обслуживающего персонала являются коммуникации и арматура. При нарушении герметичности последних часто происходят химические ожоги.

Наиболее уязвимы при ожогах — органы зрения. Пораженные ожогами места необходимо немедленно промывать в течение 10—15 минут обильной струей чистой воды из шлангов с наконечниками и легко открываемых приспособлений для промывки глаз (фонтанчики). Если отсутствует водопровод, устанавливают бачки или ванны с водой. Степень ожога в значительной степени снижается при правильной и своевременной обработке пораженных участков кожи.

Меры первой помощи при острых отравлениях, от своевременного проведения которых нередко зависит спасение жизни пострадавшего, основываются на следующих общих правилах.

Во-первых, необходимо как можно быстрее прекратить дальнейший контакт с вредными веществами, т. е. вынести пострадавшего из отравленного газами помещения и снять с него загрязненную одежду. Одновременно следует принять возможные меры для удаления яда, проникшего в организм, а также для его нейтрализации введением противоядий, промыванием желудка и т. п.

Во-вторых, следует использовать кислород при всех отравлениях, сопровождающихся кислородной недостаточностью в организме. Уже при первых ее признаках следует начинать применение кислорода, причем наиболее действенным является раннее, своевременное и достаточно продолжительное его использование. При некоторых же отравлениях необходимо принимать карбоген (смесь кислорода с 5—7% углекислоты), который возбуждает дыхательный центр и способствует разрушению оксигемоглобина.

Существенную пользу приносит введение глюкозы, которая, помимо благоприятного влияния на обмен веществ и на питание сердечной мышцы, стимулирует работу печени, играющую важную роль в процессе обезвреживания ядов.

При некоторых отравлениях очень полезно кровопускание. Например, оно предупреждает развитие легочного отека при отравлении удушливыми газами. Следует отметить, что при отравлении этими газами недопустимо применение средств, возбуждающих дыхательный центр (карбоген, лобелин), а также сильнодействующих наркотиков.

В целлюлозно-бумажной промышленности ядовитыми для организма человека веществами являются: сернистый ангидрид, хлор, сероводород, летучие серосодержащие органические соединения,

окись углерода, аммиак, минеральные кислоты, щелочи, скипидар, метиловый и сульфитный спирты, ртуть, отработанные сульфитные щелока, сточные воды и др.

Сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) — бесцветный газ с острым запахом; плотностью по отношению к воздуху 2,264; порог восприятия запаха 0,006 мг/л; раздражает главным образом верхние дыхательные пути и уже в очень малых концентрациях действует на слизистые оболочки. Вдыхание более высоких концентраций приводит к появлению хрипоты и бронхита, а при более длительном воздействии — к рвоте и воспалению соединительных оболочек глаз (конъюнктивиту). Очень высокие концентрации могут привести к потере сознания и удушению вследствие рефлекторного спазма голосовой щели или внезапной остановки кровообращения в легких.

В целлюлозном производстве смертельные случаи от острого отравления  $\text{SO}_2$  весьма редки. Сернистый ангидрид может вызвать хронические отравления, следствием которых являются хронические катары дыхательных путей (в частности, бронхов), реже — желудка.

Действие  $\text{SO}_2$  на кожу человека проявляется при концентрации 26 мг/л в виде ощущения раздражения, особенно в местах с тонкой и потливой кожей. Жидкий сернистый ангидрид может вызвать ожог кожи и глаз.

Газы колчеданных и серных печей загрязнены весьма ядовитыми соединениями мышьяка и селена.

Первая помощь при действии сернистого ангидрида заключается в промывании глаз и носа, в полоскании горла раствором соды, а для облегчения удушливого кашля — в приеме кодеина и щелочных ингаляциях. В качестве профилактического и лечебного средства рекомендуются глюкоза с витамином  $\text{B}_1$ .

Хлор ( $\text{Cl}_2$ ) — газ желто-зеленого цвета с характерным удушливым запахом; плотностью по отношению к воздуху 2,49; порог восприятия запаха 0,003 мг/л; раздражает как верхние, так и глубокие дыхательные пути и может вызвать даже отек легких.

Отравление хлором в высокой концентрации может привести к мгновенной смерти (вследствие прекращения деятельности сердца) или вызвать химический ожог легких со смертельным исходом.

Поражение хлором в средних и низких концентрациях сопровождается болями в горле и глазах, удушливым сухим кашлем и одышкой.

При легких случаях, наиболее часто встречающихся в производственных условиях, отравление хлором ограничивается покраснением соединительных оболочек глаз, мягкого неба и глотки, бронхитом, появлением хрипоты и рвотой.

Последствиями хронического отравления хлором могут быть заболевание органов дыхания, воспаление десен, частичное разрушение зубов, желудочно-кишечные расстройства (отсутствие аппетита, тошнота, хронические катары желудка и кишок), головные боли, головокружение, бессонница.

Действие на кожу газообразного хлора, особенно хлорной воды, иногда вызывает острый дерматит (воспалительное заболевание кожи), который у некоторых лиц может перейти в экзему. При заболевании кожи рекомендуется резорциновое мыло с серой, мази, вызывающие шелушение, облучение кварцевой лампой с прекращением работы на длительный период.

Средствами первой помощи при отравлении хлором являются: покой, тепло, вдыхание распыленного 2%-ного раствора гипосульфита, 0,5%-ного раствора соды или смеси его с эфиром (пополам).

Двух окись хлора действует так же, как газообразный хлор (см. приложение 1).

Сероводород ( $H_2S$ ) — бесцветный газ с запахом тухлых яиц; плотностью по отношению к воздуху 1,1906; порог восприятия  $0,0014 \div 0,0023$  мг/л; при высоких концентрациях часто ощутим слабее, чем при средних; является ядом, сильно действующим на нервную систему (вызывает потерю сознания и смерть от остановки дыхания); оказывает значительное раздражающее действие на дыхательные пути (бронхиты) и глаза (жжение в глазах, светобоязнь, слезотечение), а также вызывает головную боль, головокружение, слабость и тошноту.

Сероводород, образующийся в процессе варки сульфатной целлюлозы и регенерации черных щелоков, входит в состав газовых выбросов (несконденсировавшихся и дымовых газов), а также сточные вод в сравнительно небольших концентрациях,

Первая помощь при отравлении сероводородом: свежий воздух, искусственное дыхание, вдыхание кислорода с 5%  $CO_2$ , а при глазных заболеваниях — помещение в темную комнату и прохладные примочки с 3%-ной борной кислотой.

Летучие серосодержащие органические соединения получают в процессах производства сульфатной целлюлозы, они, как и сероводород, содержатся также в газах и конденсатах. Представителями этих соединений являются тиоспирты (меркаптаны) общей формулы  $R-S-H$ , тиозэфиры (сульфиды)  $R-S-R$  и дитиозэфиры (дисульфиды)  $R-SS-R$ .

Меркаптаны имеют очень сильный и неприятный запах. Миллионные доли процента меркаптанов в воздухе уже обнаруживают по запаху: слабый запах гнилого лука или капусты явно ощущается при концентрации 0,001 мг/л. Температура кипения метилмеркаптана около 6°; в обычных условиях он находится в газообразном состоянии с большой упругостью пара. Пары метилмеркаптана в ничтожных концентрациях вызывают тошноту и головную боль, а при более высоких концентрациях оказывают действие на центральную нервную систему, весьма сходное с действием сероводорода.

В сульфатцеллюлозном производстве из тиозэфиров встречается диметилсульфид  $(CH_3)_2S$ ; а из дитиозэфиров — диметилдисульфид  $CH_3SSCH_3$ . Как те, так и другие, отличаются неприятным запахом (более слабым по сравнению с тиоспиртами); токсическое действие их сходно с действием тиоспиртов. В частности, диметилсуль-



фид парализует центральную нервную систему и раздражает глаза, его летучесть обуславливается низкой температурой кипения (около  $38^{\circ}$ ).

Окись углерода ( $\text{CO}$ ) — бесцветный газ, без вкуса и запаха; плотностью по отношению к воздуху 0,967; может образовываться везде, где существуют условия для неполного сгорания веществ, содержащих углерод (котельные, печные отделы сульфат-целлюлозного производства, газогенераторные станции и известерегенерационные печи). Окись углерода содержится также в литейных и кузнечных цехах (газы работающей вагранки), в выхлопных и дымовых газах.

Для окиси углерода характерно отсутствие запаха. Она оказывает общее вредное влияние на организм, так как вступает в соединение с гемоглобином крови, образуя карбоксигемоглобин ( $\text{COHb}$ ). При этом нарушается баланс кислорода в организме, развивается кислородное голодание, так как при переходе гемоглобина в  $\text{COHb}$  он теряет способность переносить достаточное количество кислорода из легких к тканям. Из-за недостаточного содержания кислорода в крови наступает потеря сознания, одышка, удушье.

Начальные симптомы отравления: тяжесть в голове, головокружение, затем сильная боль во лбу и висках, учащение пульса, рвота.

Вторая стадия отравления характеризуется общей слабостью и сменяется стадией одышки. При отравлении страдают центральная нервная система, органы дыхания и сердечно-сосудистая система. Не менее опасны хронические отравления окисью углерода.

Средства первой помощи: вынос пострадавшего на свежий воздух с предосторожностями против простуды, вдыхание кислорода (лучше в смеси с 5—7%  $\text{CO}_2$  для увеличения объема дыхания), при остановке дыхания — искусственное дыхание в течение длительного времени до его восстановления или появления несомненных признаков смерти. При отравлении окисью углерода необходим полный покой, даже легко отравленных следует доставлять в больницу транспортом.

Двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) — бесцветный газ почти без запаха, со слабо кисловатым вкусом в растворах; плотность по отношению к воздуху 1,524; при высоких концентрациях (10% по объему) и значительном снижении содержания кислорода в воздухе вызывает почти мгновенную смерть от остановки дыхания. Меньшие концентрации (4—5% по объему) вызывают резкое углубление дыхания, раздражение слизистых оболочек, кашель, шум в ушах, повышение кровяного давления. Предельно допустимая концентрация  $\text{CO}_2$  в воздухе при кратковременном пребывании людей составляет 0,2%, а при длительном — 0,1% (по объему).

Двуокись углерода вследствие значительного удельного веса скапливается внизу. Поэтому всюду, где она образуется или выделяется, нужно быть осторожным: при входе в закрытые помещения,

при спуске в емкости и дымоходы. Для защиты против отравления можно пользоваться шланговыми или изолирующими противогазами.

А м м и а к ( $\text{NH}_3$ ) — бесцветный газ с резким запахом; плотностью по отношению к воздуху 0,59; порог восприятия 0,037 мг/л; встречается в холодильных установках, применяемых для охлаждения воды, идущей на приготовление сырой сульфитной кислоты, используется в производстве сульфитной целлюлозы на аммониевом основании. Аммиак раздражает преимущественно верхние дыхательные пути; при высоких концентрациях возбуждает центральную нервную систему.

Первая помощь при удушье — кислород, при отравлении — вдыхание паров уксусной кислоты, при поражении глаз — обильное промывание их водой.

С ы р а я и в а р о ч н а я кислоты ( $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) сульфитцеллюлозного производства вредны вследствие выделения ими свободного сернистого ангидрида, действие которого рассмотрено выше.

С е р н а я к и с л о т а ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) применяется для приготовления двуокиси хлора, разложения сульфатного мыла и в других вспомогательных процессах. Это очень сильная кислота, вызывающая весьма сильные ожоги кожи; служит водоотнимающим средством. Туман серной кислоты раздражает и прижигает слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Олеум, или дымящая серная кислота, выделяет серный ангидрид ( $\text{SO}_3$ ), раздражающий верхние дыхательные пути.

Первая помощь: ингаляция содового раствора, осторожное вдыхание паров спирта, эфира или хлороформа, а также 10%-ного раствора ментола в хлороформе. При поражении крепкой кислотой кожи необходимо немедленно промыть пораженный участок водой.

С о л я н а я к и с л о т а ( $\text{HCl}$ ) применяется для кислотки целлюлозы, травления при пайке сеток и др.; раздражает кожу. Туман соляной кислоты может вызвать отравление, а выделяющийся из нее хлористый водород с резким запахом, плотностью по воздуху 1,268, сильно раздражает слизистые оболочки, особенно носа и верхних дыхательных путей.

Приемы первой помощи такие же, как и при поражениях серной кислотой: вдыхание содового раствора, немедленное промывание водой обожженного места; в тяжелых случаях — покой, тепло. Глаза следует промывать водой, а не нейтрализующими растворами.

Е д к и й н а т р ( $\text{NaOH}$ ) применяют в целлюлозно-бумажной промышленности весьма широко, в частности в виде реагента для производства сульфатной целлюлозы, облагораживания и щелочной обработки целлюлозы, для приготовления клея при проклейке бумаги, варки тряпья, химводоочистки и др. Едкий натр действует на кожу прижигающим образом, растворяя белки и оставляя по заживлении ткани рубцы. Ожоги, вызываемые раствором едкого натра, тем сильнее, чем он концентрированнее и чем выше его тем-

пература. Из хронических поражений кожи известны: язвы на пальцах рук, оставляющие рубцы после их заживления, потливость, узелковые дерматиты.

Особенно опасно попадание едкого натра в глаза, так как вследствие быстрого проникания щелочи в его глубину он поражает не только поверхностные, но и глубокие части глаз, что может вызвать слепоту.

Первая помощь: обильное промывание водой пораженных участков кожи, особенно глаз. Может быть также рекомендована последующая обработка этих участков раствором 3—5%-ной уксусной кислоты.

К а л ь ц и н и р о в а н н а я с о д а безводная ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) или кристаллическая ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) применяется для частичного возмещения потерь щелочи при регенерации черных щелоков, приготовления клея для проклейки бумаги, химводоочистки и др. Сода раздражает слизистые оболочки носа, глаз, дыхательных путей, а также действует на кожу (при погрузке и выгрузке соды), вызывая изъязвления и дерматиты.

И з в е с ь ( $\text{CaO}$ ) широко применяют для каустизации зеленых щелоков; в строительных работах; в виде известкового молока  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  для приготовления сульфитной кислоты по известково-молочному способу и гипохлорита кальция; при нейтрализации сульфитных щелоков; для химводоочистки и др.

Известь в виде пыли или капель взвеси раздражает слизистые оболочки, вызывая чихание и кашель. Особенно опасна негашеная известь: она оказывает действие не только как щелочь, но и как водоотнимающее средство (с повышением температуры при увлажнении), что приводит к ожогу. Действие негашеной извести на глаза вызывает помутнение роговицы, на слизистые оболочки рта и носа — изъязвление, а также прободения носовой перегородки; на влажную кожу — тяжелые ожоги, дерматиты и медленно излечиваемые язвы.

При ожогах кожи, первой помощью является удаление приставших остатков извести минеральными или растительными маслами, затем примочки с 5%-ным раствором лимонной, уксусной или соляной кислоты. При поражении глаз — немедленно удаление частиц извести из глаза водой и нейтрализация 10—20%-ным раствором нейтрального виннокаменнокислого аммония.

Х л о р н а я и з в е с ь ( $\text{CaOCl}_2 \cdot \text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), применяемая для приготовления отбелных растворов, может оказывать вредное действие отщепляемым хлором; пыль ее сильно раздражает дыхательные пути, глаза, а также кожу.

Приемы первой помощи такие же, как при действии хлора и извести.

Сульфат натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), хлористый натрий ( $\text{NaCl}$ ), хлористый кальций ( $\text{CaCl}_2$ ), попадая систематически в значительном количестве на влажную кожу и влажные слизистые оболочки верхних дыхательных путей, вызы-

вают резкое раздражение, образование язв, иногда перфорацию носовой перегородки. В виде пыли вещества могут вызвать зуд всего тела. Растворы этих солей средней и высокой концентрации обладают раздражающим действием на кожу и могут образовывать дерматиты кистей, предплечий и других открытых частей тела. Концентрированные растворы при длительном действии обладают прижигающими свойствами и могут вызывать долго не заживающие язвы.

С к и п и д а р ( $C_{10}H_{16}$ ) встречается в сдвучных газах сульфат-целлюлозного производства. Чистый скипидар сначала возбуждает, а потом парализует центральную нервную систему.

Пары скипидара раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, а при хроническом воздействии вызывают слабость, головную боль, воспалительное заболевание почек.

При действии скипидара на кожу возможны острые воспаления кожи и экземы, особенно при работе с неочищенным или старым скипидаром.

Повышенная токсичность сульфатного скипидара-сырца обусловливается содержанием в нем летучих серасодержащих органических соединений (метилмеркаптан, диметилсульфид и диметилдисульфид).

Для предохранения кожи рекомендуются мази из смеси ланолина и оливкового или другого нейтрального растительного масла, а также смесь оливкового масла и пчелиного воска.

М е т и л о в ы й с п и р т ( $CH_3OH$ ) встречается в сдувах при варке сульфатной целлюлозы, переработке сдвучных конденсатов, перегонке сульфатного скипидара-сырца, а также в производстве этилового спирта из отработанных сульфитных щелоков.

Метиловый спирт — сильный яд, действующий на нервную и сосудистую системы. Особенно типичны поражения зрительного нерва и сетчатки глаз, вплоть до потери зрения. Пары метилового спирта сильно раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. Для действия метилового спирта характерно непрерывное накопление его в теле в течение всего периода вдыхания и медленное выделение из организма. Смертельная доза метилового спирта — 30 мл и более, но даже 5—10 мл могут вызвать тяжелое отравление. Поэтому при тяжелых острых отравлениях спиртом первой помощью является: обязательное промывание желудка, вдыхание кислорода, обильное питье щелочных вод.

С у л ь ф и т н ы й с п и р т — этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ) получают в результате переработки сульфитных щелоков (отход сульфитцеллюлозного производства) на сульфитспиртовых заводах. Сульфитный спирт в 1,1—1,3 раза более токсичен<sup>1</sup>, чем этиловый. Эти спирты являются наркотиками, которые сначала вы-

<sup>1</sup> Вредные вещества в промышленности, ч. I. Органические вещества. Справочник для химиков, инженеров и врачей, под общей редакцией заслужен. деят. науки, проф. Н. В. Лазарева, изд. 3-е, Госхимиздат, Л., 1954, стр. 297.



зывают возбуждение, а затем паралич центральной нервной системы. Раздражающее действие паров сульфитного спирта вследствие наличия в нем примесей (в первую очередь метилового спирта) сильнее, чем паров этилового спирта.

**Р т у т ь** (Hg) применяют в электролизном производстве для получения хлора, каустика и водорода из поваренной соли, а также при изготовлении и ремонте различных контрольно-измерительных приборов.

Отравления металлической ртутью происходят главным образом в результате вдыхания ее паров, образующихся уже при комнатной температуре, причем интенсивность испарения возрастает с повышением температуры и увеличением поверхности испарения. Профотравления ртутью в большинстве случаев носят хронический характер, причем болезненные симптомы проявляются преимущественно со стороны нервной системы. Действие ртути приводит к падению количества гемоглобина в крови, распаду красных кровяных шариков и др.

Ртуть может вызывать также воспалительное заболевание кожи.

При острых отравлениях рекомендуется внутривенное введение глюкозы и диета, а при хронических — перевод на другую работу, усиленное питание и пребывание на воздухе.

**П ы л ь** в целлюлозно-бумажном производстве встречается самых различных видов: древесная, колчеданная, серная, тряпичная, бумажная, известковая, сульфатная, содовая, угольная, наждачная и др.

Основными источниками пылеобразования в условиях целлюлозно-бумажного производства являются процессы измельчения и сортирования твердых веществ, операции, связанные с перемещением пылящих материалов и их смешиванием.

Кроме того, пыль в виде мелкодисперсных аэрозолей может образовываться в процессе конденсации паров некоторых химических веществ и соединений. Примером могут служить электросварочные аэрозоли или пары окиси цинка в меднолитейных цехах.

Дисперсность пыли оказывает решающее влияние не только на время пребывания ее в воздухе, но и на ее задержку в органах дыхания. С этой точки зрения наибольшую опасность для человека представляют пылевые частицы размером менее 5 мк, так как они глубоко проникают в дыхательные пути.

Степень задержки пыли в организме зависит и от ее электрического заряда. Заряженные частицы пыли в большем проценте задерживаются в легких, чем нейтральные, поэтому они, при прочих равных условиях, представляют большую опасность для человека.

По общепринятой классификации различают органические и неорганические виды пыли. К первым относятся: растительная пыль (древесная, льняная и др.) и животная пыль (шерстяная, волосаная и др.), а к вторым — металлическая пыль (медная, чугунная, железная и др.) и минеральная пыль (кварцевая, асбестовая, цементная и др.).

В зависимости от размеров пылевые частицы подразделяются на видимые (более 10 мк), микроскопические (от 0,25 до 10 мк), различаемые только под микроскопом, и ультрамикроскопические (менее 0,25 мк), обнаруживаемые только электронным микроскопом. При развитии так называемых «пылевых болезней» большое значение имеет масса вводимой пыли.

Степень вредного действия пыли зависит также от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. При токсической пыли повышенная растворимость усиливает и ускоряет ее вредное действие.

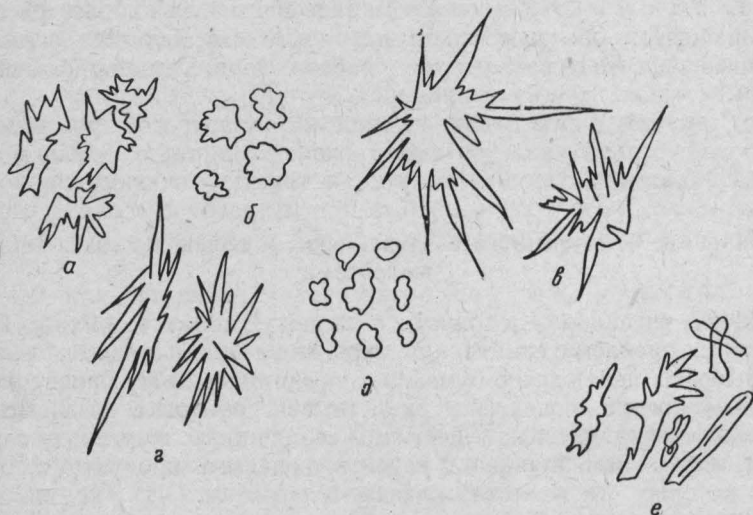


Рис. 1. Пылинки различных материалов в увеличенном виде:

а — железо; б — чугун; в — перламутр; г — стекло; д — пробка; е — бумага

Действие пыли на верхние дыхательные пути определяется также формой и консистенцией ее частиц, которые в значительной мере зависят от природы исходного материала. Так, длинные и мягкие пылевые частицы (например, древесины) легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей, трудно удаляются и могут являться причиной хронических трахеитов и бронхитов.

Пылинки с острыми, режущими зазубренными или шероховатыми краями (рис. 1) могут вызвать травмы глаз. К видам пыли с твердыми и острыми краями частиц относится колчеданная пыль; с мягкими, но острыми — волокнистая пыль (древесная); с тупыми — пыль мела, гипса, цемента, бурого угля.

Пековая пыль, анилиновые красители, содержащие антрацен и фенантрен, относятся к фотосенсибилизирующим веществам и в условиях солнечного облучения могут вызывать острые дерматиты. При отложении пыли и при последующем сложном ее взаимо-

действию с легочной тканью в организме человека могут развиваться стойкие хронические заболевания легких, характеризующиеся разрастанием в них соединительной ткани, что приводит к ограничению дыхательной поверхности легких и соответствующим изменениям во всем организме. Заболевания легких, связанные с воздействием на них пыли, носят название **пневмокониозов**.

Разновидностями пневмокониозов являются: **силикоз** — от воздействия пыли, содержащей свободную  $\text{SiO}_2$ ; **силикатозы** — от воздействия силикатов (асбестоз, талькоз, цементный и каолиновый пневмокониоз и др.); **антракоз** — от угольной пыли, **алюмикоз** — от алюминиевой пыли. Наиболее распространенным и опасным видом пневмокониоза является силикоз, который чаще всего развивается у рабочих горнорудной промышленности, а также у пескоструйщиков.

Из других видов пыли целлюлозно-бумажного производства наиболее вредной является известковая пыль, так как она может вызвать катар дыхательных путей и тяжелое заболевание кожи.

### **Загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы промышленными выбросами**

Одной из наиболее сложных и важных гигиенических проблем является проблема санитарной охраны внешней среды.

Выбросы целлюлозно-бумажных предприятий загрязняют атмосферный воздух, почву, поверхностные и грунтовые воды. Вследствие этого ряд вредных веществ может проникать в организм с вдыхаемым воздухом, а также с водой и пищевыми продуктами, в состав которых эти вещества попадают из почвы.

С ростом крупной целлюлозно-бумажной промышленности возрастают и масштабы возможных изменений внешней среды. Если раньше, например, загрязнение воздуха наблюдалось преимущественно на территории самих предприятий, то в настоящее время оно во многих случаях выходит далеко за их пределы и оказывает влияние на атмосферный воздух городов и поселков. То же самое можно сказать и о вредном влиянии промышленных сточных вод, угрожающих основным водоемам страны. Жидкие и твердые отбросы целлюлозно-бумажных предприятий (огарки, шламы) содержат различные токсические соединения. Вследствие этого они могут служить источником опасного для населения загрязнения воздуха, почвы и водоемов.

Целлюлозно-бумажные предприятия выбрасывают в атмосферу отработанные газы, содержащие много вредных примесей. «Хвостовые» газы производства башенной кислоты содержат значительное количество сернистого ангидрида. Так, для сульфитно-целлюлозного завода Соликамского ЦБК выбросы составят: хвостовая башня  $10\,000\text{ м}^3/\text{час}$  ( $4\text{ г/сек}$ ), турмы —  $16\,000\text{ м}^3/\text{час}$  ( $6,3\text{ г/сек}$ ). Сернистый ангидрид выбрасывается также в значительных количествах с выдувочными парами на современных сульфитно-целлю-

лозных заводах, работающих на варочной кислоте повышенной крепости и поэтому имеющих высокий остаточный титр щелока при выдувке котла.

Выбросы двуокиси хлора из башни отбелки того же завода составляют  $200 \text{ м}^3/\text{час}$  ( $0,11 \text{ г/сек}$ ).

Весьма значительны газовые выбросы сульфатно-целлюлозного производства. К основным цехам, загрязняющим атмосферу и воздух производственных помещений своими выбросами, относятся: варочно-промывной; выпарной; содорегенерационный и цех регенерации известкового шлама. Отходящие газы варочно-промывного цеха содержат главным образом метилмеркаптан.

Количество образующихся при варке летучих серасодержащих соединений зависит от содержаний в варочном щелоке сернистого натрия и избытка едкого натра. С понижением сульфидности щелока количество серасодержащих соединений уменьшается.

Для натронного процесса, в котором не участвует сульфид натрия, характерно отсутствие неприятного запаха. Данное обстоятельство явилось основанием для выбора натронного способа производства целлюлозы для завода, строящегося в черте г. Майкопа.

О влиянии сульфидности варочного щелока на процесс делигнификации имеется ряд работ, но в них в большинстве случаев не освещается влияние сульфидности на выход образующихся при варке серасодержащих соединений.

Кафедра техники безопасности ЦБП провела три серии опытных варок с сульфидностью щелока 20, 30 и 40%\*, в процессе которых по методу раздельного определения устанавливали количество в нем летучих серасодержащих соединений.

При возрастании сульфидности с 20 до 30% выход метилмеркаптана увеличивался в 1,5 и сероводорода — в 2,6 раза. При повышении сульфидности с 30 до 40% — выход метилмеркаптана увеличился в 1,2, а сероводорода в 1,1 раза.

Абсолютные потери серы со сдувочными газами на 1 *т* целлюлозы составили при варке со щелоком сульфидностью 20% — 235 г; сульфидностью 30% — 354 г; сульфидностью 40% — 451 г. Общие потери серы с несконденсировавшимися газами при возрастании сульфидности с 20 до 30% увеличились в 1,4 раза, а при повышении сульфидности с 30 до 40% — в 1,3 раза.

Кафедрой техники безопасности ЦБП проводились определения количества серасодержащих несконденсировавшихся соединений в отходящих газах ряда цехов Светогорского и Соломбальского комбинатов. На этих предприятиях отсутствуют какие бы то ни было установки для очистки газовых выбросов в атмосферу и дурнопахнущих конденсатов в водоемы, что вызывает большую загряз-

---

\* В. Ф. Максимов, Влияние сульфидности варочного щелока на образование неконденсирующихся серасодержащих соединений, Труды ЛТИ, вып. 5, М., Гослесбумиздат, 1958.



ненность воздушного бассейна. На указанных предприятиях выделяется в виде газообразных серасодержащих соединений (без учета пылевых частиц — уноса) в атмосферу более 20 кг/т целлюлозы в пересчете на серу.

По данным кафедры техники безопасности ЦБП, с несконденсированными сдучными газами (терпентинным и конечными сдучками) выделяется в среднем 1130,5 г/т целлюлозы.

По литературным данным, с несконденсированными газами выдувки выделяется 825 г/т целлюлозы.

При выпаривании черного щелока выделяется:  $\text{H}_2\text{S}$  — 10545 г/т целлюлозы;  $\text{CH}_3\text{SH}$  — 555 г/т целлюлозы.

Кафедрой техники безопасности ЦБП в 1958 г. были впервые исследованы газовые выбросы скипидарного цеха и цеха сырого таллоля Марийского целлюлозно-бумажного комбината на присутствие в них серасодержащих. Анализируя газы, выделяющиеся во время варки таллоля, установили, что в 1 м<sup>3</sup> газа содержится 5,8 г сероводорода, 0,18 г метилмеркаптана, 0,04 г диметилсульфида. Выбросы из реакторов цеха сырого таллоля наиболее значительны; периодически выделялось 4,2 кг/час дурнопахнущих серасодержащих газов, что в пересчете на серу составляет более 80 г/т целлюлозы. Концентрация сероводорода в воздухе у реактора превышала предельно допустимую для цеха концентрацию в 40 раз.

Следует иметь в виду другой возможный источник выделения сероводорода. Кислые отходы после варки таллоля поступают на нейтрализацию в отстойный отдел. Как показали анализы газовых выбросов отстойного отдела, при соблюдении установленного технологического режима сероводород не выделяется. Однако сброс значительного количества кислых отходов в отстойный отдел может вызвать выделение большого количества сероводорода.

Анализ газовых проб, отобранных в скипидарном цехе на разных стадиях производства, показал, что основным компонентом серасодержащих газов, выделяющихся в атмосферу, является диметилсульфид. Метилмеркаптан и диметилдисульфид были обнаружены в меньших количествах, а сероводород отсутствовал, что объясняется полным поглощением его щелочным конденсатом терпентинных сдувок.

Общее количество серасодержащих соединений в отходящих газах скипидарного цеха составляло в пересчете на серу около 102 г/час или 12 г/т целлюлозы.

Наряду с газообразными серасодержащими соединениями выбросы сдорегенерационных агрегатов содержат значительное количество пылевого уноса.

Состав уноса сульфатно-целлюлозных комбинатов относительно стабилен. В нем содержится около 85—90% сульфата натрия, остальное — сульфид натрия, сода, сернистокислый натрий, силикат натрия и некоторое количество углерода. Запыленность выбрасываемых в атмосферу дымовых газов доходит до 8,5 г/м<sup>3</sup> при среднем объеме выбросов около 9000 м<sup>3</sup>/т целлюлозы.

С дымовыми газами от печей впрыскивающего типа (если очистка газов не предусмотрена) безвозвратно теряется 95%-ного сульфата натрия в среднем 71 кг/т целлюлозы.

Рассмотрим возможные газовые выбросы современного сульфатно-целлюлозного производства при промывке целлюлозы на вакуум-фильтрах, наличии окисления черных щелоков (о котором подробно сказано в главе V), очистке дымовых газов содорегенерационного агрегата на электрофильтрах и известерегенерационного агрегата на скруббере Иматра-Вентури.

При промывке целлюлозы на вакуум-фильтрах черный щелок окисляется на 50%. В этом случае при выпаривании будет получено в граммах на 1 т целлюлозы:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \dots\dots\dots 10\,545 \times 0,5 = 5272,5 \\ \text{CH}_3\text{SH} \dots\dots\dots 555 \times 0,5 = 277,5 \end{array}$$

При дальнейшем окислении на противоточной окислительной установке щелок дополнительно окисляется еще на 80%.

Тогда общие потери серасодержащих газов на выпарке составят в граммах на 1 т целлюлозы:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \dots\dots\dots 5272,5(1-0,8) = 1054,5 \\ \text{CH}_3\text{SH} \dots\dots\dots 277,5(1-0,8) = 55,5 \end{array}$$

Газовые оттяжки из выпарных аппаратов направляют на конденсаторы, где сероводород и метилмеркаптан большей частью растворяются в конденсате ( $\text{H}_2\text{S}$  на 90% и  $\text{CH}_3\text{SH}$  на 30%).

Таким образом, при предварительном окислении щелоков и смешивании выделяющихся на выпарке газов с конденсатом выбросы газов в атмосферу составят в граммах на 1 т целлюлозы:

$$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \dots\dots\dots 1054,5 \times (1-0,9) = 105,5 \\ \text{CH}_3\text{SH} \dots\dots\dots 55,5 \times (1-0,3) = 39,0 \end{array}$$

---

Всего . . . 144,5 г/т цел.

Этот выброс целесообразно направить на окислительную установку с черным щелоком. При наличии каскадного испарителя и электрофильтров из содорегенерационного агрегата в результате сжигания окисленного черного щелока с дымовыми газами выбрасываются в атмосферу следующие вещества в граммах на 1 т целлюлозы:

$$\begin{array}{l} \text{Сульфат натрия} \dots\dots\dots 2200 \\ \text{Сернистый ангидрид} \dots\dots\dots 10\,000 \\ \text{Метилмеркаптан} \dots\dots\dots 690 \\ \text{Сероводород при нормальном режиме отсутствует.} \end{array}$$

После улавливания пыли скруббером Иматра-Вентури с дымовыми газами известерегенерационных печей, работающих на сернистом мазуте, уходит пыли и сернистого ангидрида в граммах на 1 т целлюлозы:

$$\begin{array}{l} \text{Остаточный пылевой унос} \dots\dots\dots 750 \\ \text{Остаточный сернистый ангидрид} \dots\dots\dots 1172 \end{array}$$

Из общего количества выделяющихся из котла при сдвухах сера-  
содержащих газов уходит с конденсатом около 50—60 %.

Это составит

$$1\,130,5 \times \frac{55}{45} = 1380 \text{ г/т целлюлозы.}$$

С конденсатом выдувки уходит около 40 % общего количества  
выделяющихся при выдувке серасодержащих газов.

Это составит

$$825 \times \frac{40}{60} = 550 \text{ г/т цел.,}$$

из них:  $\text{H}_2\text{S}$  — 225 г/т цел. и  $\text{CH}_3\text{SH}$  — 325 г/т цел.

С конденсатом выпарки при принятой схеме уходит в граммах  
на 1 т целлюлозы:

$\text{H}_2\text{S}$ . . . . .	950
$\text{CH}_3\text{SH}$ . . . . .	16,7

Всего с разными конденсатами уходит 2900 г/т целлюлозы сера-  
содержащих газов.

Значительно загрязняют атмосферный воздух также газовые  
выбросы известерегенерационных печей сульфатно-целлюлозных  
заводов. К вредным веществам этих выбросов относятся пыль кар-  
боната кальция и сероводород (содержится в незначительном коли-  
честве). С пылевыми выбросами в атмосферу уходит около 50—  
70 кг карбоната кальция на 1 т целлюлозы (Б. Г. Горбовский).

По литературным данным, потери карбоната кальция с дымо-  
выми газами известерегенерационных печей составляют 10—20 %  
от количества регенерированной извести и зависят от скорости дви-  
жения газа в печи.

Вентиляционные выбросы (особенно местных отсосов) также мо-  
гут загрязнять атмосферу, не говоря уже о продуктах сжигания  
топлива. Таким образом, воздух оказывается носителем токсиче-  
ского начала.

Необходимо иметь в виду, что поверхность всей суммы легоч-  
ных альвеол равняется приблизительно 100 м<sup>2</sup> и что за сутки через  
органы дыхания проходит свыше 15 м<sup>3</sup> воздуха. Следовательно,  
ядовитые вещества даже при весьма незначительном содержании  
их в воздухе могут причинить существенный вред организму че-  
ловека.

Не случайно около 95 % профессиональных отравлений являются  
ингаляционными, если рассматривать их с точки зрения основных  
путей проникновения токсического начала.

Однако нельзя сводить последствия загрязнения воздуха вред-  
ными веществами только к возникновению выраженных отравле-  
ний или других заболеваний. Вредные факторы малой интенсивно-  
сти, или микрофакторы внешней среды, не вызывая выраженных  
патологических изменений, могут обусловить ослабление орга-

низма, понижение его сопротивляемости. Так, например, необходимо всегда иметь в виду возможность рефлекторного влияния многих химических соединений (например, сернистого ангидрида), тем более, что поверхность дыхательных путей обладает одной из наиболее мощных рефлексогенных зон. В свете этих данных становятся понятными массовые отравления сернистым ангидридом в Бельгии, в некоторых городах США и особенно в Лондоне в декабре 1952 г. Отравление произошло от сравнительно небольших концентраций этого газа, но при неблагоприятных метеорологических условиях (низкая температура и полное отсутствие ветра). В течение недели над Лондоном стоял «токсический туман»: концентрация сажи  $1,22 - 4,46 \text{ мг/м}^3$  и сернистого ангидрида  $1,23 - 3,51 \text{ мг/м}^3$ , т. е. в 4—7 раз больше обычной.

О последствиях этого явления свидетельствуют цифры смертности среди населения Лондона. Если раньше они составляли в среднем 850 человек в неделю, то за время стояния тумана число случаев смерти в течение месяца возросло до 2484 (в среднем 1602) в неделю, т. е. почти в 2 раза больше, и приблизилось к тому, которое наблюдалось во время холерной эпидемии 1866 г. Характерно, что смертность была особенно высока среди детей раннего возраста и лиц старше 55 лет и вызывалась в основном болезнями дыхательных органов и сердечно-сосудистой системы.

Вероятность взаимосвязи между задымленностью атмосферного воздуха и развитием рака легких обусловлена тем, что в составе дыма, независимо от вида топлива, могут присутствовать канцерогенные углеводороды, например типа 3,4-бензпирена и др. На основании обработки статистических данных отдельные гигиенисты приходят к выводу, что около 90% обследованных больных, страдающих раком легких, длительное (более 15 лет) время проживали в больших промышленных городах.

Пылевое загрязнение атмосферного воздуха существенно влияет на здоровье населения. Находящиеся в атмосфере пылевые частицы могут служить ядрами конденсации для влаги, вследствие чего образуются туманы (даже при неполном насыщении воздуха водяными парами), увеличивается число пасмурных дней, возрастает влажность воздуха и понижается его температура. Туманы, а также непосредственно сама пыль оказывают весьма вредное влияние на световой климат населенных мест, поглощая значительную часть солнечной радиации. Известно, что освещенность рассеянным светом промышленных задымленных районов некоторых городов на 40—50% ниже по сравнению с их окрестностями. Особенно сильно понижает прозрачность атмосферы копоть (сажа), при ее концентрации в  $2 \text{ мг/м}^3$  потеря дневного света может превышать 90%.

Пылевые частицы поглощают также значительную часть коротковолновых ультрафиолетовых лучей, имеющих важное значение для организма, особенно в детском возрасте.

При проведении специальных исследований установлено, что в легкой золе, выбрасываемой электростанциями, содержание



свободной двуокиси кремния, вызывающей силикоз, достигает более 20%. По данным института общей и коммунальной гигиены имени А. Н. Сысина, обследование школьников младших классов, живущих в районе выбросов мощной ТЭЦ, показало, что у значительной части здоровых детей наблюдаются заметные изменения в корнях и ткани легких, стоящие на пороге начальных стадий силикоза.<sup>1</sup>

Из сказанного видно, что между состоянием атмосферного воздуха и здоровьем населения существует тесная зависимость.

Сернистый ангидрид, являясь основным загрязнителем атмосферного воздуха, не только оказывает вредное воздействие на здоровье людей, но является ядом и для многих растений, особенно для хвойных и фруктовых деревьев. Установлено, что при кратковременном воздействии сернистый ангидрид вызывает изменение процессов фотосинтеза уже при концентрации 0,92 мг/м<sup>3</sup>. Не случайно, что на ряде участков, прилегающих к сульфитно-целлюлозным заводам, лесонасаждения плохо развиваются.

Необходимо также иметь в виду, что с выбрасываемыми газами теряются ценные продукты, а кислые пары и газы вызывают коррозию инженерных сооружений, нанося громадный ущерб народному хозяйству.

Основными веществами, загрязняющими сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности, являются взвешенные (волокно, каолин, мелкая кора, шлам) и растворенные органические вещества сульфатных и сульфитных щелоков. Загрязнение сточных вод последними обычно оценивается по величине БПК<sub>5</sub> (биохимической потребностью в кислороде за 5 суток).

В зависимости от степени загрязненности различают несколько видов сточных вод: условно чистые, производственные загрязненные воды и бытовые или хозяйственно-фекальные воды.

Условно чистыми называются воды от охлаждения аппаратуры и теплообменных аппаратов (конденсаторов, паровых турбин, охладительных установок) и от промывки фильтров, т. е. воды, не имеющие прямого контакта с химическими продуктами. Вследствие негерметичности теплообменных аппаратов в условно чистые воды нередко попадают химические продукты. В связи с этим за составом условно чистых вод должен быть установлен контроль.

Производственные загрязненные воды получают при обработке целлюлозной и бумажной массы (волокно- и волокно-каолиносодержащие сточные воды); при промывках и сгущении целлюлозы (щелоксодержащие сточные воды); при конденсации сдувок, выдувочных паров сокового пара и при разгонке скипидара-сырца сульфатно-целлюлозного производства (дурнопахнущие сточные воды); при удалении шламов (шламовые воды) и при окорении древесины (коросодержащие сточные воды). Хими-

<sup>1</sup> В. А. Покровский, Учебник гигиены, Медгиз, М., 1961, стр. 50.

ческий состав и количество примесей, которые загрязняют воду, весьма разнообразны. При периодических процессах количество и состав сточных вод резко колеблются.

На существующих целлюлозно-бумажных предприятиях удельные расходы сточных вод весьма значительны и загрязнение по взвешенным веществам на  $1 \text{ м}^3$  сточных вод составляет примерно  $150\text{--}250 \text{ г/м}^3$ .

Щелоксодержащие сточные воды сульфатно- и сульфитно-целлюлозных заводов отличаются высоким биохимическим потреблением кислорода. При сбросе всего количества щелоков кислородная нагрузка на водоем по БПК<sub>5</sub> составляет  $279 \text{ кг/т}$  сульфатной целлюлозы и  $249 \text{ кг/т}$  сульфитной целлюлозы.

Регенерация щелочи из отработанных черных щелоков путем их выпаривания, сжигания и каустизации резко снижает содержание органических загрязнений в сточных водах сульфатно-целлюлозных заводов.

Комплексная переработка сульфитных щелоков на сульфитно-спиртовых заводах на спирт, дрожжи, и выпарка барды дрожжевого цеха на концентраты являются весьма существенными факторами снижения органических загрязнений в сбрасываемых сточных водах сульфитно-целлюлозных заводов.

В настоящее время величина БПК<sub>5</sub> сточных вод на  $1 \text{ т}$  продукции при производстве сульфатной целлюлозы составляет  $40 \text{ кг}$ , а при производстве сульфитной целлюлозы —  $184 \text{ кг}$ . Высокие значения БПК<sub>5</sub> обусловлены тем, что регенерация и утилизация сульфатных и, особенно, сульфитных щелоков в настоящее время не достигли должных размеров. Повышая степень утилизации сульфитного щелока, можно снизить количество органических загрязнений по БПК<sub>5</sub> до  $13 \text{ кг/т}$  целлюлозы.

Наличие в сточных водах сульфитно-целлюлозных заводов сернистых и органических соединений придает этим водам специфический запах. Общие щелоксодержащие сточные воды сульфатно-целлюлозного производства характеризуются повышенной щелочностью и неприятным запахом. Кроме этих сточных вод, в производстве сульфатной целлюлозы имеются грязные конденсаты варочного и выпарного цехов и кубовые остатки скипидарного цеха, именуемые дурнопахнущими сточными водами. Отвратительный запах этих вод характерен для серасодержащих соединений, в частности для метилмеркаптана и сероводорода. Неоднократно наблюдались случаи заболеваний глаз рабочих (конъюнктивиты) при использовании дурнопахнущих сточных вод для транспортировки балансов с лесной биржи в древесный цех (Сегежский ЦБК) или для наружных бассейнов перед лесопильными заводами (Солombальский БДК).

По данным кафедры техники безопасности ЛТИ ЦБП, наиболее загрязненными являются конденсаты сокового пара выпарных корпусов, имеющие окисляемость свыше  $3600 \text{ мг О}_2/\text{л}$  и содержащие наибольшее количество серы. Сточные воды с вакуум-насосов и

особенно из ямы зловонных вод содержат взвешенные частицы (хлопья), а также коллоидные частицы органических веществ, коагулирующие по истечении 1 суток.

Сточные воды целлюлозно-бумажного производства, загрязняя водоемы, оказывают весьма вредное действие на рыбозаводство. Органические вещества сточных вод, попадая в водоем, подвергаются процессу окисления растворенным в воде кислородом. В результате этого содержание кислорода в воде оказывается недостаточным для нормальной жизнедеятельности рыб. Волокно, поступающее со сточными водами в водоем, задерживается в жабрах рыб и приводит к их гибели. Таким образом, загрязненные стоки уничтожают рыбные богатства.

Бытовые или хозяйственно-фекальные воды (воды из уборных, душей, прачечных и столовых) также загрязняют водоемы.

Это происходит, несмотря на значительное снижение концентрации примесей вследствие разбавления чистой водой и одновременно протекающих процессов самоочищения воды. Последние идут под действием кислорода, ультрафиолетовых лучей, химических реакций и, главное, биологических процессов. Процесс самоочистки зависит от величины водоема и протекает нормально, если при сбрасывании загрязненных сточных вод в водоем не будет сильно изменяться состав воды и концентрация водородных ионов ( $pH$  — от 6,5 до 8,5), а также не снизится содержание растворенного кислорода (меньше 4 мг/л). В присутствии же ничтожных концентраций сильнодействующих ядов (фенолов, соединений меди, ртути, хлора, фтора) и веществ, препятствующих биологическим процессам, а также масел и нефтепродуктов, образующих плавающие пленки, процессы самоочищения воды затрудняются и даже прекращаются.

Канализационные системы для удаления сточных вод состоят из открытых или закрытых приемных устройств (лотков, трапов, ловушек), отстойных и очистных сооружений, станций перекачки и канализационных сетей со смотровыми колодцами. В результате испарения, химических и биохимических реакций, сточные воды всегда выделяют значительное количество газов (особенно сероводорода и других летучих продуктов). Поэтому канализационные системы могут являться источником отравлений и пожаров, случаи которых имели место в варочном и выпарном цехах сульфатно-целлюлозных заводов.

В целлюлозно-бумажном производстве имеется большое количество твердых отходов. Так, в производстве сульфитной целлюлозы отходом является огарок, в производстве сульфатной целлюлозы — шлак, в котельных — шлак и зола. Отходы загромаждают территорию предприятия, разносятся ветром, загрязняя не только атмосферный воздух, но и почву. Состав почвы денатурируется, что не может не оказать вредного влияния на здоровье населения, так как от химического состава почвы в известной степени зависит химический

состав воды и пищевых продуктов. Это прежде всего относится к содержанию микроэлементов, первоисточником которых может являться почва. Вредное воздействие проявляется по так называемой «пищевой цепи», т. е. посредством изменения состава растений, произрастающих на загрязненной токсическими веществами почве, а также состава молока и мяса животных, питающихся загрязненными растениями.

Наибольшую угрозу представляет загрязнение почвы радиоактивными веществами, обладающими большим периодом полураспада. Подобное загрязнение может иметь место при неправильном удалении твердых отходов (например, в виде битой лабораторной посуды), или при осаждении радиоактивных аэрозолей из атмосферного воздуха.

В последнее время<sup>1</sup> появляются сообщения о том, что в американской целлюлозно-бумажной промышленности радиоактивные загрязнения, попадая в бумажную массу из атмосферных осадков с производственной водой, воздухом или сырьем (из атмосферных осадков, являющихся результатом атомных взрывов) ухудшают качество фотобумаг и пленок. Хотя счетчики Гейгера позволяют быстро обнаружить присутствие радиоактивных веществ, но чувствительность их недостаточна для того, чтобы обнаружить малую радиоактивность, вызывающую порчу фотоматериалов.

Помимо токсикологической вредности отходов, следует учитывать и то обстоятельство, что скопление их на территории населенных пунктов может обуславливать порчу органолептических свойств воды, появление зловонных газов в атмосферном воздухе и придавать малопривлекательный вид окружающей местности, что несомненно, имеет отрицательное психогигиеническое значение.

### **Влияние метеорологических условий на организм человека**

В понятие «метеорологические условия», или «микроклимат», производственных помещений входят физические факторы производственной среды, обуславливающие тепловое равновесие организма и среды, это — температура, влажность и скорость движения воздуха.

В большинстве случаев метеорологические условия в производственных помещениях иные, чем в других. В ряде цехов целлюлозно-бумажной промышленности встречается высокая температура воздуха (варочные цехи, печные отделы целлюлозного производства, котельные, кузницы, машинные залы и др.).

Производственные помещения, в которых технологические процессы сопровождаются выделением тепла в количестве 20 и более килокалорий в час на 1 м<sup>3</sup> их объема, называют горячими цехами. Работа в горячих цехах, особенно связанная с большой физической нагрузкой, может повлечь за собой повышение тем-

---

<sup>1</sup> Экспрессинформация ЦБП, № 3, 21 января 1961 г.



пературы тела с развитием ряда функциональных изменений в организме. Эти изменения выражаются в явлениях перегрева (в нарастающей слабости, головной боли, головокружении, шуме в ушах, мелькании в глазах). При более интенсивном и длительном воздействии неблагоприятных климатических условий могут развиваться тяжелые формы перегрева, т. е. тепловой удар и судорожная болезнь. Тепловой удар характеризуется резким повышением температуры тела (до 40—42°) с потерей сознания, при судорожной болезни происходят судороги мышц и обильная потеря организмом воды и солей.

Первая помощь пострадавшим предусматривает немедленную доставку на медпункт всех лиц с начальными симптомами перегрева. Основные лечебные мероприятия: покой, влажные обертывания, водные процедуры, сердечные средства, внутривенные вливания солевого раствора.

Неблагоприятные микроклиматические условия внешней производственной среды могут способствовать переохлаждению организма. Это имеет место при работе в неотапливаемых помещениях и на открытом воздухе (рабочие и служащие лесных бирж и других складов, строительные рабочие). Переохлаждение предрасполагает к простудным заболеваниям, особенно к развитию острых катаров верхних дыхательных путей, к возникновению ревматизма и невралгии. На целлюлозно-бумажных предприятиях наблюдается высокая влажность воздуха, так как в них испаряется много воды, а также имеются открытые водные поверхности (очистные и отбельные цехи, мокрая часть бумаго-картоноделательных машин, пресспатов и др.). Нередки также случаи сочетания высокой температуры и влажности (дефибрерные цехи, залы бумаго-картоноделательных машин, сушильные цехи и др.), что особенно вредно влияет на организм человека. При этом нарушается терморегуляция, под которой понимается совокупность процессов, обуславливающих теплообмен между организмом и внешней средой, в результате которого температура тела поддерживается примерно на одинаковом уровне. Установлено, что нарушение терморегуляции происходит при температуре воздуха выше 30°, влажности воздуха около 85% и влечет за собой тяжелые последствия вплоть до теплового удара и судорожной болезни.

Отличительная особенность горячих цехов — наличие источников тепловыделения и лучистой энергии. В целлюлозно-бумажном производстве часто имеют место случаи, когда тело человека подвергается облучению при эксплуатации различных видов оборудования (колчеданные, серные, содо- и известерегенерационные печи, печи для варки стекла, а также паровые котлы, котлы-утилизаторы, кузнечные горны и др.).

Воздействие высокой температуры и теплового излучения создает тяжелые условия работы, приводит к снижению ее производительности, перегреванию тела, возникновению ожогов и развитию катаракты.

Под тепловым излучением подразумевается излучение, состоящее преимущественно из инфракрасных лучей, дающих заметный тепловой эффект.

В спектре электромагнитных колебаний инфракрасные лучи занимают участок в пределах 0,76—343 мк. При поглощении этих лучей кожей и одеждой выделяется тепло.

Важнейшей характеристикой является интенсивность потока излучения. Единицей измерения интенсивности лучистой энергии является малая калория, отнесенная к площади и времени ( $\text{кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ ). Излучение с интенсивностью ниже  $1 \text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$  не вызывает неприятных ощущений, если оно действует несколько минут (интенсивность  $1,5 \text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$  соответствует, например, жаркому времени в Крыму).

Чем выше интенсивность излучения, тем короче время, которое человек может переносить нагрев. Излучение, превышающее  $5 \text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ , уже через 2 сек вызывает ощущение жжения. В горячих цехах интенсивность излучения может достигать значительных величин. Повышение температуры окружающей среды усиливает вредное действие излучения, причем большое влияние оказывает характер выполняемой работы (наличие физических нагрузок).

Если нарушение терморегуляции (в горячих цехах) становится значительным, то можно наблюдать проявления перегрева, свидетельствующие о нарушении теплообмена.

Воздействию ультрафиолетовой радиации могут подвергаться рабочие, занятые газовой резкой и сваркой металлов, электросварщики, работающие с дуговыми аппаратами, медицинский персонал, использующий ртутно-кварцевые лампы. Вредные влияния этой радиации на организм проявляются в развитии дерматитов, ожогов, фотофтальмии (конъюнктивитов глаз). Они обуславливаются тем, что коротковолновая граница спектра (электросварочная дуга около 230 мк) оказывает большую биологическую активность искусственной радиации по сравнению с естественной, так как солнечное излучение, доходящее до земной поверхности, фактически обрывается длиной волны 290 мк.

### **Исследование воздушной среды в цехах целлюлозно-бумажных предприятий**

Ряд производств целлюлозно-бумажной промышленности относятся к химически вредным, так как проводимые для технологических целей химические процессы сопровождаются выделениями вредных газов, паров и пыли в воздух промышленных предприятий.

Сульфитно-целлюлозное производство загрязняет атмосферу и воздух производственных помещений преимущественно сернистым ангидридом и хлором.

Производство сульфатной целлюлозы связано с выделением главным образом следующих вредных веществ: метилмеркаптана,

органических сульфидов, сероводорода, скипидара, метанола, серной кислоты.

Картонное и бумажное производства характеризуются повышенной температурой и высоким влагосодержанием воздуха в цехах. Концентрация вредных веществ в воздухе зависит от технологического режима (как ведется процесс, в каких масштабах, с каким сырьем), от состояния аппаратуры (герметичности и степени изношенности), от наличия вентиляции, ее характера и мощности, а также от температуры воздуха. В производственных помещениях вредные вещества могут находиться в виде газа, пара или пыли.

Вещества, находящиеся в воздухе в виде газа или пара, определяют путем просасывания воздуха через поглотительные приборы, наполненные жидкостью, в которой данное вещество растворяется или образует нелетучее соединение.

Для поглощения мельчайшей пыли необходимо, чтобы частицы ударились о какую-нибудь поверхность (вата, алигнин), так как в этот момент происходит их укрупнение и оседание.

При простейших исследованиях воздуха ограничиваются качественным обнаружением вредодействующих примесей — индикацией (по запаху и при помощи реактивных бумажек).

Так, например, бумажка, пропитанная уксуснокислым свинцом, чернеет в присутствии следов сероводорода. Индикационные методы применяются в тех случаях, когда нежелательно присутствие токсических веществ (даже в очень малых концентрациях) и требуется принятие срочных мер (пуск аварийной вентиляции, применение средств индивидуальной защиты и др.). Количественные определения содержания токсических веществ в воздухе индикационными методами можно провести только весьма ориентировочно.

Промышленно-санитарная химия разработала лабораторные методы определения содержания различных вредных веществ в воздухе, дающие точные результаты. Этими методами являются: колориметрические и фотоэлектрические, нефелометрические и объемные, или микротитриметрические.

Колориметрические методы основаны на способности некоторых химических соединений менять свою окраску или ее интенсивность под воздействием какого-нибудь реактива или анализируемого вещества. При этом степень окраски возрастает пропорционально концентрации находящегося в растворе вещества. Чтобы по окраске раствора можно было определить количество вещества, необходимо сравнить интенсивность его окраски с интенсивностью окраски другого раствора, содержащего известное количество того же вещества.

Для определения интенсивности окраски раствора применяют субъективные и объективные методы.

К субъективному методу относится весьма распространенный в промышленно-санитарной химии метод стандартных серий, при котором окраску исследуемого раствора сравнивают с окраской

ряда стандартных растворов при постепенно возрастающей концентрации определяемого вещества.

Объективные фотокolorиметрические методы основаны на измерении фотокolorиметром фототока, возникающего при попадании света, который прошел через окрашенный раствор на фотоэлемент. На основании полученных данных вычисляют оптическую плотность и строят калибровочную кривую.

Нефелометрические и турбидиметрические методы основаны на определении интенсивности света, рассеянного взвешенными частицами суспензии (мути) исследуемого раствора, или на измерении количества света, поглощенного взвешенными частицами, находящимися в растворе. Эти методы применяют в тех случаях, когда осадок в виде мути отличается ничтожной растворимостью, бесцветностью и стабильностью.

Измерение интенсивности помутнения раствора производят субъективными или объективными методами, т. е. методом стандартных серий и посредством фотонепелометра.

Объемный, или микротитриметрический, метод основан на том, что искомое вещество, переведенное в раствор, определяют по расходу другого вещества, способного вступать с ним в химическую реакцию.

Рассмотренные методы получили наибольшее распространение в практике определения содержания вредных веществ в воздухе производственных помещений, но эти методы не всегда могут быть применены для исследования атмосферного воздуха. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе значительно ниже, чем в цехах. Поэтому для анализа атмосферных загрязнений должны применяться еще более чувствительные методы или модификации известных уже методов, позволяющих определять очень малые концентрации этих загрязнений.

В последнее время в практику промышленно-санитарной химии стали внедрять новые методы<sup>1</sup> определения содержания в воздухе весьма малых количеств загрязнений. К ним относятся люминесцентный, спектрально-флуоресцентный, хроматографический, кондуктометрический, полярографический и другие лабораторные методы, которые дают точные результаты, но требуют относительно много времени для проведения определения содержания газов в воздухе.

В настоящее время все большее распространение получают экспресс-методы определения содержания газов при помощи переносных приборов. Так, например, для быстрого количественного определения содержания сероводорода, хлора, аммиака, паров бензина, бензола, окислов азота, толуола и этилового эфира в воздухе заводских помещений применяют универсальный газо-

---

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, И. В. Наместников, О. И. Соколова, Методы контроля условий труда на предприятиях целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, Гослесбумиздат, 1962.



анализатор УГ-1 (рис. 2), разработанный Всесоюзным научно-исследовательским институтом охраны труда в Ленинграде (ЛИОТ).

Принцип действия прибора основан на измерении длины окрашенного столбика, полученного в процессе просасывания воздуха, содержащего определяемое вещество, через индикаторную трубку. Длину окрашенного столбика, пропорциональную содержанию

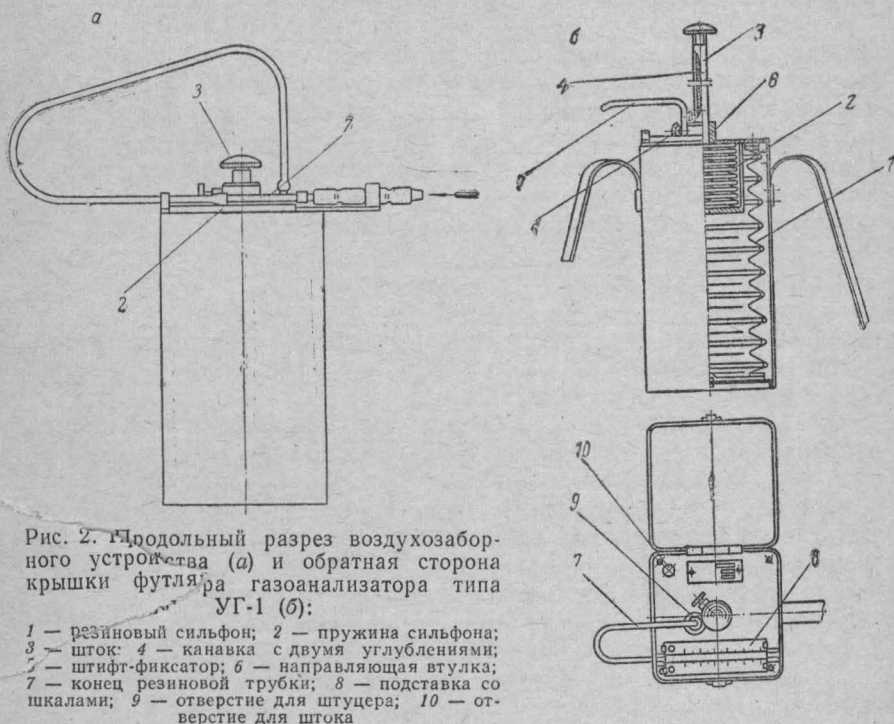


Рис. 2. Продольный разрез воздухозаборного устройства (а) и обратная сторона крышки футляра газоанализатора типа УГ-1 (б):

1 — резиновый сильфон; 2 — пружина сильфона; 3 — шток; 4 — канавка с двумя углублениями; 5 — штифт-фиксатор; 6 — направляющая втулка; 7 — конец резиновой трубки; 8 — подставка со шкалами; 9 — отверстие для штуцера; 10 — отверстие для штока

того или иного вещества в воздухе, отсчитывают по шкале, градуированной в  $\text{мг/л}$ . Прибор не требует проведения расчетов и позволяет произвести анализ в течение 1—5 минут.

Пределы измерений: сероводорода — 0,002—0,35, хлора — 0,002—0,25, аммиака — 0,002—0,40, паров бензина — 0—30,0, паров бензола — 0—2, двуокиси азота — 0,005—0,08, паров толуола — 0,05—2,0 и паров этилового эфира — 0,25—5,0  $\text{мг/л}$ . Точность определения 10—15% от определяемой концентрации.

Прибор состоит из двух основных узлов: 1) индикаторных трубок и 2) воздухозаборного устройства. Индикаторная трубка представляет собой стеклянную трубку с внутренним диаметром 2,5—2,6 мм, длиной 90—91 мм, заполненную порошком очищенного силикагеля или др., обработанным определенным для каждого определяемого вещества раствором и затем высушенным. Открытые

концы индикаторных трубок герметизируются колпачками из конторского сургуча.

Просасывание анализируемого воздуха через индикаторную трубку производится с помощью воздухозаборного устройства (рис. 2), основной частью которого является резиновый сильфон 1 с пружиной 2 внутри, заключенный в металлический стакан. Стальная пружина, прикрепленная к нижнему фланцу сильфона, стремится его растянуть. Сжатие сильфона производится с помощью штока 3, который вынимается из бокового гнезда и вставляется в направляющую втулку 6.

Под головкой штока на плоскостях призмы цифрами 175 и 50 указаны объемы воздуха, просасываемые через индикаторные трубки. Конец резиновой трубки 7, надетый на всасывающий наконечник сильфона, соединяется с индикаторной трубкой. На внутренней поверхности крышки футляра прикреплены градуированные шкалы. Продольная канавка между шкалами предназначена для индикаторных трубок, которые вкладываются в канавку при отсчете концентрации по длине окрашенного столбика.

Экспресс-методами можно также определять содержание в воздухе таких веществ, как сернистый ангидрид, окись углерода, ацетилен, ксилол, керосин. Определение ведут с помощью универсального газсанализатора типа УГ-2.

Индикаторные трубки, предназначенные для определения сернистого ангидрида в воздухе, заполнены порошком фарфора, предварительно обработанным реактивом и затем высушенным. Индикаторный порошок в этих трубках белого цвета. В воздухе, содержащем сернистый ангидрид, порошок окрашивается в красный цвет. Длину окрашенного столбика, пропорциональную концентрации сернистого ангидрида в воздухе, измеряют по шкале, градуированной в  $\text{мг/л}$ . Интервал определения 0—0,2  $\text{мг/л}$ ; продолжительность определения 6 минут; погрешность определения  $\pm 10\%$  от верхнего предела шкалы. Пределы измерения для окиси углерода 0,0015—0,4  $\text{мг/л}$ .

Для определения взрывоопасных концентраций бензина в воздухе закрытых помещений или емкостей применяют переносный газоанализатор, разработанный ЛИОТ.

Принцип действия газоанализатора основан на измерении теплового эффекта при сгорании паров бензина на каталитической нити, являющейся плечом равновесного моста. Прибор снабжен фильтрующим патроном, позволяющим проводить определение содержания в воздухе паров бензина, имеющих в своем составе этиловую жидкость, т. е. он пригоден как для чистого, так и для этилированного бензина.

Пределы измерений 0—20 и 0—150  $\text{мг}$  бензина в 1 л воздуха. Погрешность измерения  $\pm 7\%$  от измеряемой величины. Продолжительность определения — 20—30 секунд. Прибор имеет взрывобезопасное оформление.

Наиболее удобными являются автоматические регистрирующие

приборы, применение которых позволяет осуществлять непрерывный контроль за воздушной средой.

Действие автоматических газоанализаторов основано на колориметрическом эффекте, на измерении теплопроводности и электропроводности, а также на определении теплоты реакций окисления газов и паров, пропускаемых через катализаторы. В последнее

время находят применение автоматические газоанализаторы и сигнализаторы, в которых используются радиоактивные препараты.

Для статического и непрерывного определения содержания двуокси углерода, окиси углерода и паров бензина в воздухе заводских помещений применяют кондуктометрическую установку КУ-1, действие которой основано на измерении электропроводности сорбента. Пределы измерений: двуокиси углерода — 0—0,8; 0—3,0 и 0—20 мг/л, окиси углерода — 0—0,5 и 0—2 мг/л, паров бензина 0—6 мг/л.

Для анализа только горючих газов применяют газоанализатор ПГФ (рис. 3). Электрическая схема этого газоанализатора представляет равновесный мостик, в котором два плеча образуют платиновые спирали (измерительную и сравнительную), а следующие два плеча — постоянные сопротивления. Действие прибора основано на повышении температуры платиновой спирали при ката-

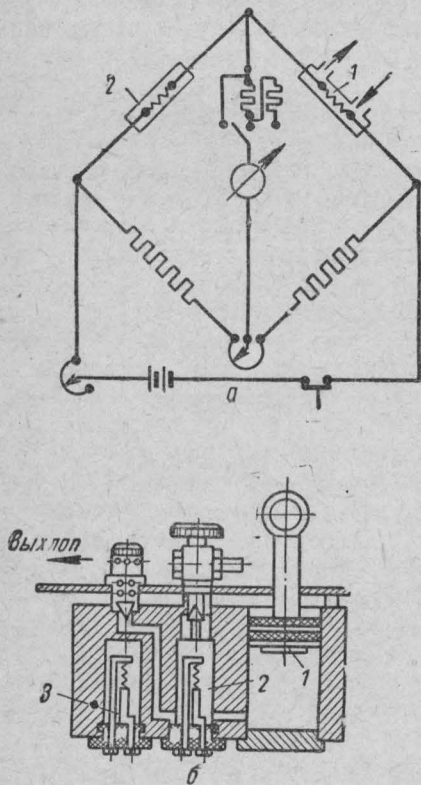


Рис. 3. Газоанализатор ПГФ:

а — электрическая схема: 1 — рабочая камера; 2 — сравнительная камера; б — газовая схема: 1 — насос; 2, 3 — чувствительные элементы

литическом сжигании анализируемого газа. При этом мостик выводится из равновесия. Проба газа засасывается в измерительную камеру насосом, смонтированным внутри прибора. Питание производится от сухих батарей, находящихся в приборе. Показание концентрации дает максимальное отклонение стрелки гальванометра в момент включения.

При исследовании запыленности воздуха определяют концентрацию пыли, ее дисперсность и химический состав. Этими характе-

ристиками определяется в основном степень и интенсивность воздействия пыли на организм.

Определение концентрации пыли производится обычно путем отделения дисперсной фазы от воздуха и взвешивания ее на аналитических весах. Отделение дисперсной фазы осуществляется одним из следующих способов: 1) просасыванием воздуха через тот или иной фильтрующий материал (бумагу, вату, воду и т. п.); 2) просасыванием воздуха через прибор, осаждающий дисперсную фазу за счет центробежной силы (циклон), электрического поля (электрофильтр), инерции и т. д.; 3) осаждением дисперсной фазы из замкнутого объема воздуха.

Эти методы отличаются следующими особенностями: 1) дисперсная фаза воздуха содержит не только крупные частицы, но и большое количество мелких частиц, для задерживания которых нужны высокоэффективные фильтры;

2) концентрации пыли в воздухе невелики так, что для определения привеса на обычных аналитических весах требуется протягивать большие объемы воздуха.

Наиболее распространенным методом определения концентрации пыли в воздухе является метод, при котором пыль задерживается гигроскопической ватой в стеклянных аллонжах.

Запыленность воздуха определяют по привесу, получаемому от пыли, задержанной при протягивании определенного объема воздуха через аллонж. В практике промышленно-санитарной химии для отбора пылевых проб пользуются электроасpirаторами (воздуходувка, обычный пылесос, ротационная переносная установка).

Фотоэлектрическим методом концентрацию пыли определяют при помощи фотоэлемента. На рис. 4 показана схема пылемера ФПГ-6. Ток от сухих элементов 1 поступает на нить накаливания лампочки 2; при помощи конденсора 4 лучи света преобразуются в параллельный пучок, который, проходя через светофильтр 5, входит в слой воздуха. Пройдя слой толщиной 14 см, лучи света падают на фотоэлемент. Возбуждаемый в фотоэлементе ток измеряется гальванометром 7, отградуированным в  $г/м^3$  воздуха.

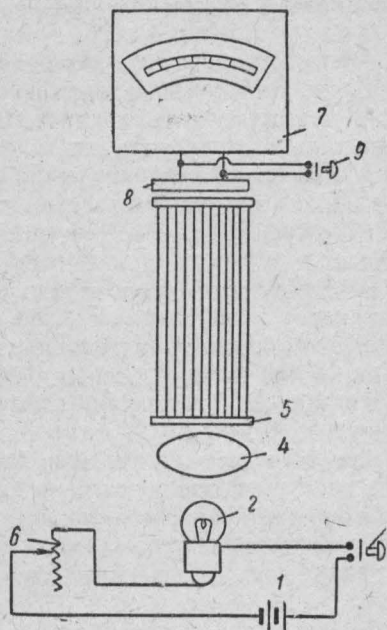


Рис. 4. Схема пылемера ФПГ-6:

1 — сухой элемент; 2 — лампа накаливания; 3 — выключатель; 4 — конденсор; 5 — светофильтр; 6 — реостат; 7 — гальванометр; 8 — фотоэлемент; 9 — шунт



Наряду с концентрацией пыли в воздухе большое гигиеническое значение имеет определение ее дисперсности. На практике принято определять дисперсность пыли путем подсчета частиц разного диаметра. Препарат пыли получают на покровном стекле, смазанном липким веществом, и с помощью микрометрической линейки под микроскопом измеряют диаметр 200—300 пылинок. Этот метод позволяет определить диаметр частичек размером не менее 0,2 мк. Пылинки же меньшего диаметра должны быть измерены под ультрамикроскопом. Кроме того, этим методом нельзя определить фракционный состав пыли в весовых процентах.

Для определения фракционного состава пыли пользуются способом воздушной сепарации. Если навеску пыли, помещенную в вертикальную трубку, выдувать воздухом, то при определенной скорости движения воздуха будут улетать только мельчайшие частички в пределах определенных диаметров. Потеря веса пыли за счет выдувания данной фракции соответствует весу последней. Повышая скорость, добиваются выдувания фракций все большего веса. Для этого метода определения дисперсности требуется большая навеска пыли.

Кроме описанных методов, применяют так называемые кониметрические методы, заключающиеся в определении числа частиц в единице объема воздуха (обычно в 1 мл). Для этой цели пользуются кониметрами — приборами для определения числа частиц в единице объема воздуха, из которых наиболее известны счетчики Оуэнса. Они позволяют очень быстро производить отбор проб воздуха при помощи ручного насоса. В одной и той же пробе можно определить и число пылинок на единицу объема воздуха и размер частиц. Однако кониметрические методы не получили распространения из-за длительности обработки пылевых препаратов.

В тех случаях, когда необходимо определить степень загрязнения воздуха, изучить санитарно-гигиенические условия труда и выявить причины возможных острых и хронических отравлений, количественное содержание вредных веществ в воздухе определяют одним из описанных методов.

Перед проведением исследования воздушной среды, включающего отбор проб воздуха и их химический анализ, необходимо подробно изучить технологические процессы и оборудование, являющиеся источниками выделения вредных веществ в воздух производственных помещений.

После изучения технологических процессов и оборудования составляют план мест отбора проб воздуха для химического анализа, который согласовывают с инженером по технике безопасности, начальниками цехов и руководителями предприятия.

Для проверки эффективности действия естественной или механической вентиляции пробы воздуха отбирают как на рабочих местах (в зоне дыхания), так и на участках, находящихся на различном расстоянии от источника выделения вредных веществ. Для получения более точных результатов пробы воздуха отбирают

на одних и тех же рабочих местах в разные времена года, например зимой и летом. Отбор проб воздуха должен производиться с учетом отдельных стадий технологического процесса (загрузки, прибавления реагентов, сдувки, выгрузки и т. п.).

Для расчета общеобменной вентиляции необходимо знать средние концентрации вредных газов, т. е. концентрации, полученные путем многократных наблюдений, так как каждый анализ характеризует лишь режим данного момента. Кроме того, надо иметь в виду, что результаты анализа нескольких проб, взятых в разное время, могут сильно расходиться.

Чтобы легче было пользоваться результатами анализа воздуха при расчете вентиляции, необходимо одновременно с отбором проб определять кратность воздухообмена в момент его взятия.

Контроль воздушной среды необходимо вести не только в помещении, но и в аппаратах, резервуарах, колодцах перед спуском, а также при подготовке их к ремонту, особенно перед производством сварочных работ. В каждой намеченной точке отбирают пробу на уровне 1,5 м от пола.

Профессиональные отравления и заболевания возникают только при определенной концентрации вредного вещества в воздухе. Концентрация вредного вещества в воздухе производственных помещений, при которой не происходят изменения в организме даже при длительном воздействии этого вещества, называется предельно допустимой.

Экспериментальное исследование воздушной среды дает возможность:

- 1) определить концентрацию и распределение по рабочим местам на различной высоте вредных газов, паров и пыли, так как это необходимо знать для наиболее рационального проектирования вентиляционных систем;

- 2) проверить эффективность действия вентиляционных установок;

- 3) проверить полноту герметизации производственного оборудования, арматуры и трубопроводов при процессах, происходящих с применением и выделением вредных веществ;

- 4) определить степень загрязнения воздуха помещений (в цехах, на рабочих местах) в разных производственных условиях, сравнить с предельно допустимыми концентрациями вредных веществ, утвержденными Главной госсанинспекцией СССР 10 января 1959 г. и 31 декабря 1960 г. (Приложение 1 и табл. 1) и разработать организационно-технические оздоровительные мероприятия.

Показателями чистоты атмосферного воздуха являются также предельно допустимые концентрации вредных веществ в нем.

На основе экспериментальных исследований, выполненных рядом кафедр и институтов гигиенического профиля и комиссией по разработке предельно допустимых концентраций атмосферных загрязнений, были разработаны предельно допустимые концентрации для ряда вредных веществ.

Таблица 1

**Предельно допустимые концентрации ядовитых газов, паров и пыли в воздухе  
производственных помещений**

Наименование вредных веществ	Предельно допусти- мые кон- центрации в мг/л	Наименование вредных веществ	Предельно допусти- мые кон- центрации в мг/л
---------------------------------	--	---------------------------------	--

**Газы и пары**

Аммиак . . . . .	0,02	Сероводород . . . . .	0,01
Анилин . . . . .	0,003	Сероуглерод . . . . .	0,01
Ацетальдегид . . . . .	0,005	Скипидар . . . . .	0,3
Ацетон . . . . .	0,2	Спирт амиловый . . . . .	0,1
Бензин-растворитель . . . . .	0,3	Спирт бутиловый . . . . .	0,2
Бензол . . . . .	0,02	Спирт метиловый . . . . .	0,05
Бутилацетат . . . . .	0,2	Спирт этиловый . . . . .	1
Винилацетат . . . . .	0,01	Тетраэтилсвинец . . . . .	0,000005
Дивинил . . . . .	0,1	Толуидин . . . . .	0,003
Диоксан . . . . .	0,01	Толуол . . . . .	0,05
Дихлорэтан . . . . .	0,01	Тринитротолуол . . . . .	0,001
Камфора . . . . .	0,003	Уайт-спирит . . . . .	0,3
Ксилидин . . . . .	0,003	Уксусная кислота . . . . .	0,005
Ксилол . . . . .	0,05	Фенол . . . . .	0,005
Метилэтилкетон . . . . .	0,2	Формальдегид . . . . .	0,001
Мышьяковистый водород . . . . .	0,0003	Фосфор желтый . . . . .	0,00003
Нафталин . . . . .	0,02	Фурфурол . . . . .	0,01
Нитросоединения бензола . . . . .	0,003	Хлор . . . . .	0,001
Озон . . . . .	0,0001	Хлористый водород и со- ляная кислота . . . . .	0,05
Окислы азота (в пересчете на N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	0,005	Хлорметилтрихлорсилан . . . . .	0,001
Окись углерода . . . . .	0,02	Цианистый водород и соли синильной кислоты (в пересчете на HCN) . . . . .	0,0003
Окись этилена . . . . .	0,001	Четыреххлористый углерод . . . . .	0,02
Пиридин . . . . .	0,005	Этилацетат . . . . .	0,2
Ртуть металлическая . . . . .	0,00001	Этиловый (диэтиловый) эфир . . . . .	0,3
Селенистый ангидрид . . . . .	0,0001		
Серная кислота, серный ангидрид . . . . .	0,001		
Сернистый ангидрид . . . . .	0,01		

**Пыль и другие аэрозоли\***

Пыль, содержащая больше 10% и до 70% свобод- ной SiO <sub>2</sub> . . . . .	2	Пыль пресс-порошков и аминопластов . . . . .	6
Асбестовая пыль и пыль смешанная, содержащая более 10% асбеста . . . . .	2	Гексахлорциклогексан . . . . .	0,1
		Гексахлорбензол . . . . .	0,9
		Этилмеркурфосфат . . . . .	0,005
		Этилмеркурхлорид . . . . .	0,005

Наименование вредных веществ	Предельно допустимые концентрации в мг/л	Наименование вредных веществ	Предельно допустимые концентрации в мг/л
------------------------------	--	------------------------------	--

## Аэрозоли металлов, металлоидов и их соединений \*

Алюминий, окись алюминия, сплавы алюминия .	2	Никель, окись никеля . .	0,5
Железа окись с примесью фтористых или марганцевых соединений . . .	4	Свинец и неорганические соединения его . . . . .	0,01
Кадмия окись . . . . .	0,1	Селен аморфный . . . . .	2
Кобальт (окись кобальта) .	0,5	Сулема . . . . .	0,1
Марганец . . . . .	0,3	Хромовый ангидрид, хроматы, бихроматы (в пересчете на $\text{CrO}_3$ ) . . . .	0,1
Мышьяковый и мышьяковистый ангидриды . . .	0,3	Цинка окись . . . . .	5
		Щелочные аэрозоли (в пересчете на едкий натр) .	0,5

\* Предельно допустимые концентрации для пылей и других аэрозолей указаны в мг/м<sup>3</sup>.

Безопасной может быть признана только такая концентрация загрязнений всех видов, которая не оказывает вредного воздействия прямого или косвенного (неприятные запахи, влияние на растительность) на здоровье населения даже в течение длительного времени.

Предельно допустимые концентрации атмосферных загрязнений являются тем критерием, с которым должны сравниваться данные исследования атмосферного воздуха, чтобы оценить степень его загрязнения и, следовательно, необходимость осуществления тех или иных оздоровительных мероприятий.

Предельно допустимые концентрации служат также для оценки эффективности осуществленных мероприятий и для оценки результатов динамических наблюдений за состоянием атмосферы населенных мест. Предельно допустимые концентрации основных вредных веществ в атмосфере, утвержденные Главной государственной санитарной инспекцией СССР, приведены в табл. 2.

Естественно, что концентрации вредных веществ для атмосферного воздуха значительно ниже концентраций, установленных для воздуха производственных помещений. Это объясняется тем, что рабочий в цехе подвергается действию вредных веществ только в течение 6—7 часов, в то время как население принуждено дышать загрязненным воздухом круглые сутки. Кроме того, вредному действию этих загрязнений подвергаются не только здоровые, но и больные люди, а также дети и старики.



## Показатели предельно допустимых концентраций вредных веществ для гигиенической оценки чистоты атмосферного воздуха населенных мест

Наименования загрязняющих веществ	Формулы	Предельно допустимая концентрация в $мг/м^3$	
		максимальная разовая	средне-суточная
Сернистый ангидрид . . . . .	$SO_2$	0,50	0,15
Хлор . . . . .	$Cl_2$	0,10	0,03
Сероводород . . . . .	$H_2S$	0,008	0,008
Серная кислота (аэрозоль) . . . . .	$H_2SO_4$	0,3)	0,10
Сероуглерод . . . . .	$CS_2$	0,03	0,01
Оксись углерода . . . . .	$CO$	6	1
Пыль нетоксическая . . . . .	—	0,5	0,15
Сажа (копоть) . . . . .	—	0,15	0,05
Ртуть металлическая . . . . .	$Hg$	—	0,0003
Формальдегид . . . . .	$HCHO$	0,035	0,012
Свинец и его соединения* . . . . .	$Pb$	—	0,0007
Бензол . . . . .	$C_6H_6$	2,4	0,8
Фенол . . . . .	$C_6H_5OH$	0,01	0,01
Дихлорэтан . . . . .	$C_2H_4Cl_2$	3	1
Хлористый водород . . . . .	$HCl$	0,05	0,015
Бензин . . . . .	—	5	1,5

\* Кроме тетраэтилсвинца.

Приведенные в табл. 2 концентрации представляют собой допустимое содержание вредных веществ в воздухе в момент наибольшего его загрязнения. Другими словами, под максимальной разовой концентрацией подразумевается наиболее высокая концентрация вредных веществ, определяемая путем кратковременного отбора проб воздуха (в течение 15—20 минут). Предельно допустимая концентрация для сернистого ангидрида  $0,5 \text{ мг/м}^3$  лежит ниже порога его действия не только на организм человека, но и на растительность.

Среднесуточные пробы воздуха отбирают либо путем круглосуточной аспирации, либо прерывистым методом (через равномерные интервалы в течение суток с вычислением среднего арифметического значения).

Пробы воздуха производственных помещений отбирают аспирационным, бутыльным и вакуумным методами, а также методами обмена воздуха и отбора проб в резиновые камеры

Наибольшее распространение получил аспирационный метод, состоящий в просасывании определенного объема исследуемого воздуха через поглотительные растворы. Для этого применяют стеклянные или металлические аспираторы, в которых одновременно измеряют объем пропущенного воздуха. Поглотительные растворы помещают в специальные поглотители, которые по два и по три последовательно присоединяют к аспиратору.

В последние годы отбор проб воздуха осуществляют путем использования весьма компактных и удобных ротационных воздухо-дувок с ротаметрами, с успехом заменяющих аспираторы.

Аспираторы упомянутых типов обычно применяют для определения разовых концентраций. Для определения среднесуточных концентраций этими аспираторами пользоваться неудобно, так как они требуют постоянного надзора. Для этой цели можно использовать водяной аспиратор системы проф. В. А. Рязанова.

Аспиратор В. А. Рязанова состоит из двух баков емкостью 250 л каждый: верхнего, расположенного на деревянной подставке, и находящегося под ним нижнего.

Верхний бак герметично закрыт и имеет два отверстия, в одно из которых вставляется доходящая до дна стеклянная трубка, с присоединенным к ней поглотительным прибором. Второе отверстие служит для заполнения бака водой, а также для измерения остаточного разрежения в аспираторе с помощью ртутного манометра. Кроме того, в дно верхнего бака вставлена трубка с краном для спуска и регулировки тока воды при отборе пробы. Скорость вытекания должна быть такой, чтобы через 24 часа вся вода перетекла из верхнего бака в нижний. По истечении этого времени снимают поглотительный прибор, записывают остаточное разрежение в аспираторе и температуру воздуха, перекачивают воду из нижнего бака в верхний и присоединяют новые поглотительные приборы для отбора следующей пробы. Этот аспиратор удобен тем, что он не требует постоянного контроля.

Исследование метеорологических условий состоит в измерении температуры, влажности, скорости движения воздуха и интенсивности тепловых излучений.

При отсутствии источников теплового излучения температуру измеряют обычными термометрами, а при заметных тепловых излучениях — парными. У одного из парных термометров резервуар с ртутью покрыт серебром и отражает тепловые лучи, а у другого покрыт черной краской и поглощает лучи.

Истинную температуру воздуха определяют по формуле

$$t_{\text{ист}} = t_c - K_1(t_q - t_c),$$

где:

$t_c$  — показание посеребренного термометра в °С;

$t_q$  — показание почерненного термометра в °С;

$K_1$  — константа прибора, определяемая эмпирически (обычно  $K_1 = 0,10 + 0,12$ ).

Измерения температуры воздуха производят также термографами, автоматически регистрирующими изменения температуры во времени (рис. 5). В термографе имеется слегка изогнутая плоская биметаллическая пластинка, заключенная в футляр из проволоочной сетки. С изменением температуры воздуха кривизна трубки меняется, что посредством рычагов передается перу, записывающему это изменение на ленте барабана, приводимого в движение часовым механизмом.

Для измерения наибольшего колебания температуры за то или иное время служат так называемые максимальные и минимальные термометры.

Относительную влажность воздуха можно измерять гигрометрами, устройство которых основано на изменении физических свойств некоторых материалов (например, волоса) в зависимости от влажности воздуха.

Более широко употребляются для этой цели психрометры, устройство которых основано на том, что интенсивность испарения воды в данной среде зависит от ее влажности. Таким образом,

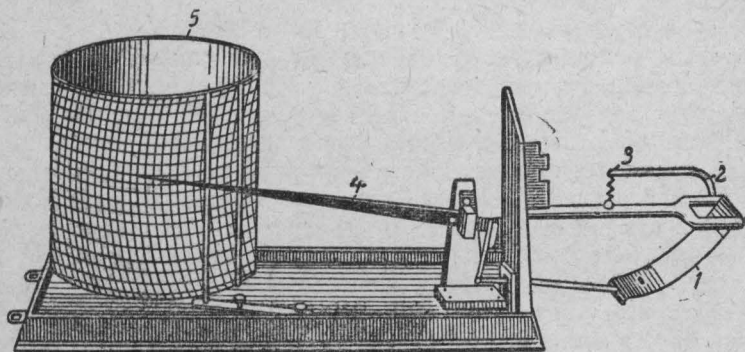


Рис. 5. Термограф:

1 — биметаллическая пластинка; 2 — рычаг; 3 — регулирующий винт; 4 — перо; 5 — барабан с листом бумаги

измеряя понижение температуры испаряющей поверхности, можно установить степень влажности окружающей среды.

Влажность воздуха определяют обычно психрометром, состоящим из двух одинаковых термометров, ртутный шарик одного из них завернут в марлю, смачиваемую перед измерением влажности. Чем суше окружающий воздух, т. е. чем меньше его влажность, тем интенсивнее испаряется вода с увлажненного термометра и тем ниже его показания по сравнению с сухим термометром.

По разности показаний сухого и влажного термометров находят относительную влажность в процентах по психрометрической таблице или номограмме.

Для быстрых и кратковременных замеров влажности применяют аспирационный психрометр, особенность которого состоит в том, что оба термометра омываются током воздуха с определенной скоростью 2,5—4 м/сек.

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в металлической оправе. Шкала каждого термометра разделена на 0,2° с рабочей частью от —30 до +50°. Резервуары термометров защищены двумя трубками с воздушной прослойкой, тщательно никелированными и полированными для предохранения

от нагревания солнцем. Эти трубки соединены с трубкой главного воздуховода, а последний — с аспиратором.

Аспиратор состоит из вентиляторного диска, приводимого во вращение часовым механизмом. Пружина часового механизма заводится ключом. От механических повреждений термометры защищены с боков металлическими желобами.

Резервуар одного из термометров обернут в один слой батистом, смачиваемым перед работой чистой дистиллированной водой при помощи резиновой груши с пипеткой

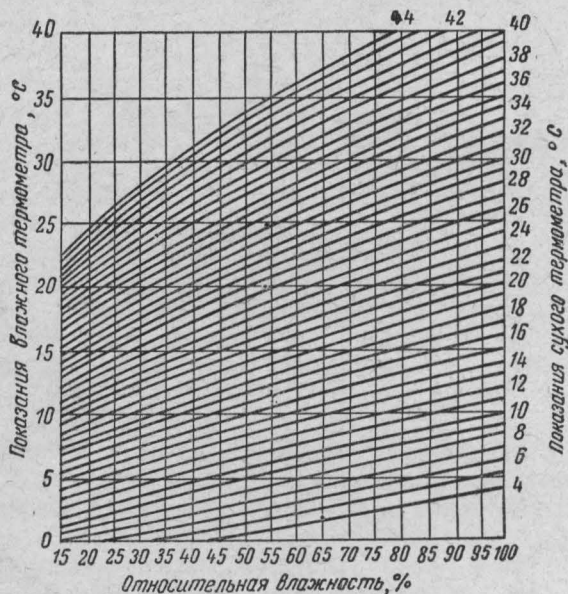


Рис. 6. Номограмма для определения относительной влажности воздуха по показаниям аспирационного психрометра

Действие прибора основано на следующем принципе: вентилятор засасывает в прибор воздух, который, обтекая резервуары сухого и влажного термометров, проходит по главному воздуховоду к аспиратору и выбрасывается наружу через имеющиеся вокруг него прорези.

Термометры показывают температуру протекающего вокруг резервуаров термометров потока воздуха. Показания «влажного» термометра будут меньше показаний «сухого», так как «влажный» термометр охлаждается вследствие испарения воды с поверхности батиста, покрывающего его резервуар. Таким образом, температуру воздуха определяют по показаниям «сухого» термометра, а влажность воздуха — по показаниям обоих термометров и по номограмме, приведенной на рис. 6.



Температура воздуха может быть также вычислена по формуле

$$R = \left[ P_M - 0,5 (t_c - t_M) \frac{B}{760} \right] \cdot \frac{100}{P_c},$$

где:

$t_c$  и  $t_M$  — показания сухого и мокрого термометров;  
 $P_c$  и  $P_M$  — парциальное давление водяных паров при температуре сухого и мокрого термометров;  
 $B$  — барометрическое давление.

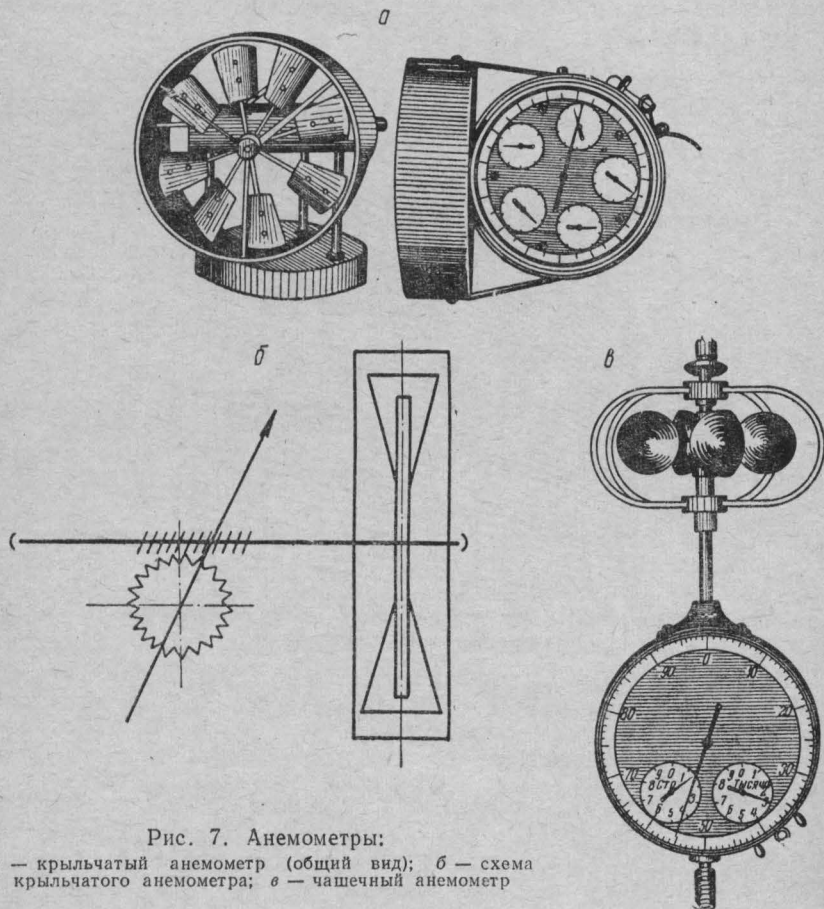


Рис. 7. Анемометры:

а — крыльчатый анемометр (общий вид); б — схема крыльчатого анемометра; в — чашечный анемометр

Для записи колебаний влажности во времени служат автоматические приборы — гигрографы и психрографы, в которых показания относительной влажности записываются на ленте.

Скорость движения воздуха измеряют при помощи анемометров. Для скоростей 0,5—10 м/сек применяют крыльчатые анемометры различной конструкции. Чашечный анемометр можно применять при скорости движения воздуха до 20 м/сек; при скоростях меньше 1 м/сек им пользоваться не следует.

Крыльчатый (простой или струнный) анемометр (рис. 7, а, б) состоит из небольшого лопастного колеса с алюминиевыми или слюдяными пластинками, укрепленными под некоторым углом к плоскости вращения колеса. Посредством червячного винта, укрепленного на оси лопастного колеса, и шестеренок его вращение передается стрелками, движущимися по циферблату.

При измерениях стрелка на циферблате указывает число оборотов колеса, выражающее условно длину пути, пройденного воздушным потоком. Так как скорость равна пути, отнесенному ко времени ( $v = \frac{s}{t}$ ), то при измерениях анемометрами необходимо попутно вести учет времени при помощи секундомера.

Чашечный анемометр (рис. 7, в) состоит из насаженного на ось креста, снабженного четырьмя металлическими полыми полушариями. Вращение прибора происходит вследствие разности сил давления на вогнутую и выпуклую поверхности полушария (чашек). Ось прибора посредством червяка приводит во вращение шестеренки стрелочного счетного механизма, аналогичного механизму крыльчатых анемометров. Тот и другой анемометры снабжены аретиром, выключающим счетный механизм.

Для замера движения воздуха, имеющего малую скорость (0,02—0,5 м/сек), применяют так называемые дифференциальные анемометры.

Примерную оценку трех факторов: температуры, влажности и скорости движения воздуха проводят по методу эффективных температур. Различные комбинации температуры и влажности, дающие одинаковые ощущения, находятся на одной и той же линии эффективных температур; равноценные по ощущениям комбинации температуры, влажности и скорости движения воздуха дают одну и ту же эквивалентно-эффективную температуру (рис. 8).

Наиболее благоприятные сочетания очерчивают «зону комфорта».

Измерив температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха, по соответствующей таблице или номограмме можно определить эффективную температуру. Прямая линия, соединяющая на номограмме показания сухого и мокрого термометров, пересекает изогнутую линию, соответствующую найденной скорости движения воздуха. Положение точки пересечения определяет эквивалентно-эффективную температуру.

Для исследования работы вентиляционных установок пользуются приборами, измеряющими давление и скорость движения воздуха: пневмометрическими трубками, U-образными манометрами, микроманометрами, тягомерами и др.

Измерение интенсивности тепловых излучений проводят приборами, носящими название актинометров.

Актинометр ЛИОТ-Н, предназначенный для измерения интенсивности тепловой радиации в производственных условиях в диапазоне 0—20 кал/см<sup>2</sup>·мин, состоит из медноконстантановых термопар и гальванометра. Холодные концы термопар прикрыты бле-

стоящей алюминиевой фольгой, отражающей примерно 95% всех падающих на нее лучей. Горячие концы прикрыты алюминиевой фольгой, зачерненной сажей, поглощающей около 98% всех падающих лучей. Разность температур между горячими и холодными

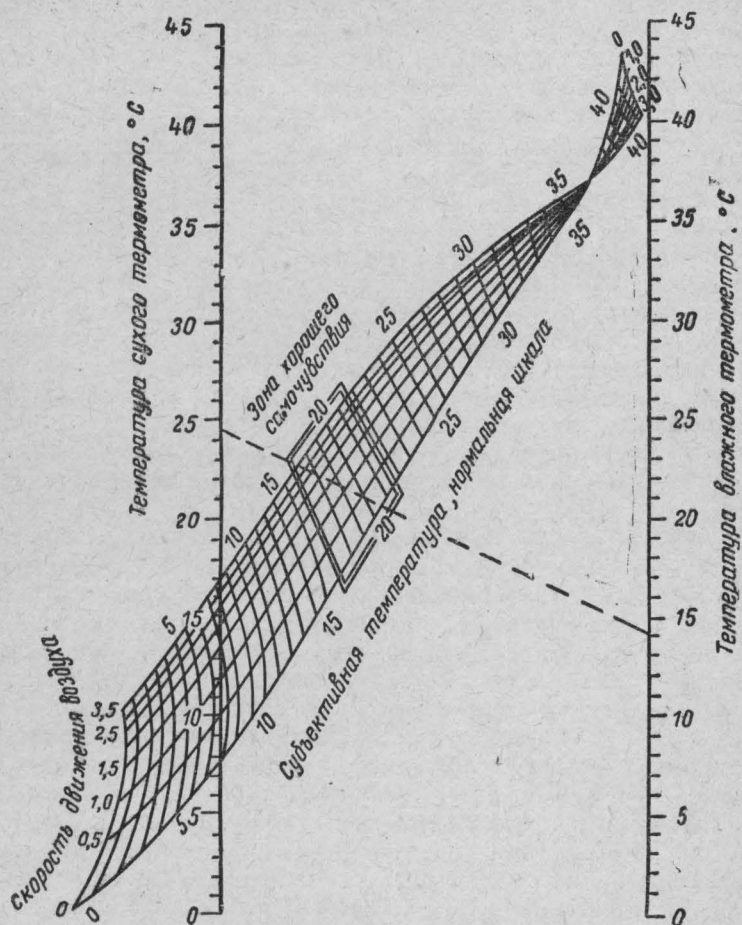


Рис. 8. Шкала эквивалентно-эффективных температур (скорость движения воздуха в м/сек)

концами термопар развивает электродвижущую силу, которая вызывает отклонение стрелки на шкале гальванометра. Шкала отградуирована в  $\text{кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ .

В течение 10 лет ЛТИ ЦБП на ряде предприятий выполнено много работ по исследованию воздушной среды, охватывающих все виды производства целлюлозно-бумажной промышленности. При проведении этих работ проделаны многочисленные анализы на

содержание вредных веществ в воздухе производственных помещений с проведением метеорологических наблюдений в цехах, а в необходимых случаях и измерением теплового излучения.

При исследовании воздушной среды в сульфатно-целлюлозном производстве было обнаружено, что основным компонентом, загрязняющим воздух варочно-промывного цеха, является метилмеркаптан, а выпарного содорегенерационного и таллольного цехов — сероводород.

Результаты параллельного определения содержания метилмеркаптана азотнокислым серебром в присутствии сероводорода и щелочным раствором хлористого кадмия с предварительным снятием сероводорода показали, что в первом случае получаются значительно заниженные результаты.<sup>1</sup> Поэтому для определения содержания в воздухе летучих серасодержащих соединений сульфатно-целлюлозного производства следует пользоваться методом раздельного определения сероводорода, метилмеркаптана, сульфида и дисульфида.

Наибольшее количество метилмеркаптана обнаружено в зоне горловин варочных котлов, а на некоторых заводах — в зоне бункерной галереи. Содержание паров скипидара в воздухе варочно-промывных цехов всех целлюлозных заводов оказалось ниже предельно допустимой концентрации.

Вместе с тем в выпарных цехах (в зоне ямы зловонных вод) обнаружен сероводород в количествах, несколько превышающих предельно допустимую концентрацию. Запыленность воздуха в печных отделах и складах сульфата превышала в 3 раза и более предельно допустимую.<sup>2</sup> Загрязнение воздуха содорегенерационных (зоны растворителей плава) и каустизационных цехов (зоны каустизаторов, классификаторов и вакуум-фильтров) щелочными аэрозолями оказалось особенно значительным.

В сульфатно-целлюлозном производстве имели место тяжелые несчастные случаи, связанные с острым отравлением серасодержащими соединениями. По данным Х. Бергстрёма<sup>3</sup>, в сульфатно-целлюлозной промышленности Швеции наблюдались острые отравления серасодержащими соединениями (часто со смертельным исходом) при выполнении ремонтных работ внутри цистерн из-под черного щелока, в отделах дистилляции терпентинного масла, при варке таллоля в открытых котлах вследствие наличия неплотностей в вакуум-насосах, выпарных станций и др.

На отечественных сульфатно-целлюлозных предприятиях произошло несколько несчастных случаев вследствие газовыделений

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, Летучие сернистые соединения в сульфатно-целлюлозном производстве, Труды ЛТИ, вып. V, М.—Л., Гослесбумиздат, 1958, стр. 20.

<sup>2</sup> В. Ф. Максимов, Исследование воздушной среды и обезвреживание дурнопахнущих газов сульфатно-целлюлозного производства, Бумажная промышленность, № 3, 1957, стр. 11.

<sup>3</sup> Х. Бергстрём, Исследование условий труда на сульфатно-целлюлозных заводах с точки зрения опасности для здоровья, Стокгольм, 1944.



из ямы зловонных вод выпарных станций и канализации. Острые отравления имели место в скипидарных цехах; при выполнении ремонтных работ в канализационных колодцах; при спуске диметилсульфида из цистерн в канализацию; при варке таллоля.

Что касается атмосферного воздуха, то его загрязнение, особенно метилмеркаптаном, ощущается не только на заводской площадке, но и на расстоянии многих километров (17 км и более) в округности. По данным СЭС, содержание метилмеркаптана в воздухе пром-площадки одного из сульфатцеллюлозных заводов — от 0,09 до 0,2 мг/м<sup>3</sup>. Весьма значительное загрязнение атмосферного воздуха происходит также за счет пылевых выбросов содо- и известерегенерационных цехов.

Средние данные наиболее характерных анализов проб воздуха и концентрации сернистого ангидрида на отдельных участках варочного и кислотного цехов Приозерского целлюлозно-бумажного комбината, полученные при исследовании воздушной среды, приведены в табл. 3 и 4.

Исследование проводили при отсутствии принудительной precisely-вытяжной вентиляции. Наружный воздух поступал в цех через дверные проемы при открывании дверей и частично через отверстия оконных фрамуг, в которых отсутствовали стекла (все оконные рамы не имели открывающихся фрамуг).

Среднее содержание сернистого ангидрида (зимой и летом) в воздухе верхней и нижней площадок варочных отделов шести обследованных заводов оказалось выше предельно допустимой концентрации. Для нижней площадки средняя концентрация составила 0,033 мг/л, а для верхней площадки 0,051 мг/л, что объясняется негерметичностью холодильников и плохим состоянием сдувочных линий.

В воздухе средних площадок варочных котлов повышенные концентрации сернистого ангидрида наблюдались вследствие частой неисправности кранов для отбора проб, несовершенства их конструкции и отсутствия должного наблюдения за процессом отбора проб.

В зимнее время наблюдалось увеличение количества сернистого ангидрида в воздухе варочных отделов большинства заводов вследствие ухудшения естественной вентиляции.

В отделах регенерации некоторых заводов наблюдалось повышенное содержание газов, более чем в два раза превышающее норму.

Неудовлетворительные условия работы наблюдались в помещениях колчеданных печей всех обследуемых заводов из-за большого количества сернистого ангидрида, выделяющегося вследствие неправильной эксплуатации печей и нарушения технологического режима. Характерно, что в помещениях серных печей содержание газов было значительно ниже.

Большое количество сернистого ангидрида поступало в воздух помещений холодильников, промывалок и эксгаустеров, что обь-

## Данные анализов воздуха в варочном цехе

Место отбора проб воздуха	Характер работ в цехе	Концентрация $\text{SO}_2$ в мг/л	t воздуха в °C
Первое обследование (июль)			
1-й этаж			
У реципента	Первая стоянка первого котла при температуре 110° . .	0,028	27,8
2-й этаж			
Между вторым и третьим котлами	Подъем температуры во втором котле до 125°. Заварка третьего котла . . . . .	0,043	27,2
Между шестым и седьмым котлами	Стоянка шестого котла при 110°. Заварка седьмого котла . . . . .	0,008	21,6
На ссече №7	Вывивка седьмого котла . .	0,008	30
3-й этаж			
Между седьмым и восьмым котлами	Стоянка седьмого котла при 110°. Спуск щелока из восьмого котла . . . . .	0,005	34
У стола старшего варщика	—	0,012	31,8
Там же	—	0,007	31,8
4-й этаж			
У третьего и четвертого варочных котлов	Стоянка четвертого котла при 125° . . . . .	0,038	31,4
Там же	Газовая сдвукa у четвертого котла, закачка кислоты в третий котел . . . . .	0,076	31,4
Между седьмым и восьмым котлами	Седьмой котел — отбор щелока, восьмой котел — стоянка при 110° . . . . .	0,04	31,8
Второе обследование (март)			
4-й этаж			
У третьего и четвертого варочных котлов	Конечная сдвукa четвертого котла при 142° . . . . .	0,035	17,4
У второго варочного котла	Температура 110° . . . . .	0,070	14,6
3-й этаж			
Между седьмым и восьмым котлами	Стоянка седьмого котла при 110°. Спуск щелока из восьмого котла . . . . .	0,0316	23,4
У стола старшего варщика	—	0,088	23,4
У третьего котла	Стоянка третьего котла при 142° . . . . .	0,021	23,5
2-й этаж			
Между шестым и седьмым котлами	Стоянка шестого котла при 110°. Заварка седьмого котла	0,03	12,8
На ссече № 8 при промывке	Вывивка из восьмого котла .	0,07	16,8
1-й этаж			
У кислотных насосов	Перекачка из регенерационных баков . . . . .	0,025	9,2

## Данные анализов воздуха в кислотном цехе

Место отбора проб воздуха	Характер работ в цехе	Концентрация $\text{SO}_2$ в $\text{мг/л}$	$t$ воздуха в $^{\circ}\text{C}$
Первое обследование (июль)			
Между первой и второй печами	Получение сернистого ангидрида путем сжигания серы . . . . .	0,024	30
Между третьей и четвертой печами	То же . . . . .	0,033	30,4
У холодильников первой и второй печей	Охлаждение сернистого ангидрида ( $\text{SO}_2$ ) . . . .	0,04	26
У эксгаустера четвертой печи	Транспортировка $\text{SO}_2$ . . .	0,08	26
У эксгаустера первой печи	То же . . . . .	0,052	26
У насосов полукислоты	Перекачка слабой кислоты	0,026	26
Вблизи насосов полукислоты	То же . . . . .	0,086	26
У эксгаустеров слабого газа	Транспортировка слабого газа . . . . .	0,10	26
На верху баков турменной кислоты	Хранение кислоты . . . .	0,024	25,2
Второе обследование (март)			
У холодильников первой и второй печей	Охлаждение $\text{SO}_2$ . . . . .	0,063	11,6
У насосов полукислоты	Перекачка слабой кислоты	0,025	8,2
Между первой и третьей печами	Получение $\text{SO}_2$ путем сжигания серы . . . . .	0,038	18,4
В районе холодильников второй и третьей печей	Охлаждение $\text{SO}_2$ . . . . .	0,0316	11,2
У эксгаустера и установки Оркла третьей печи	Очистка $\text{SO}_2$ , его охлаждение и транспортировка . . . . .	0,07	7,4
У эксгаустера и установки Оркла пятой печи	То же . . . . .	0,035	5,4

яснялось их негерметичностью, выходом из строя эксгаустеров и плохим качеством ремонта оборудования.

В печных отделах, так же как и в варочных цехах, наблюдались температуры, значительно превышающие допустимые.

Основными источниками выделения пыли, загрязняющей воздух помещений, являются щековые дробилки, грохоты, ссыпы на транспортеры и элеваторы, а также немеханизированное удаление огарков из колчеданных печей.

В хлорно-отбелных цехах наибольшее содержание хлора в воздухе наблюдалось у башен хлорирования известкового молока, воды (в процессах приготовления гипохлорита кальция и хлорной

воды) и целлюлозы. Причиной этого являлось нарушение технологических режимов, выражавшееся в перехлорировании из-за отсутствия дозировочной аппаратуры.

Ненормальные метеорологические условия обнаружены в очистных, сушильных и древесно-массных цехах, где температура повышалась до 30 и даже до 40°, а относительная влажность воздуха — до 90% и более.

Что касается загрязнений воздушного бассейна, то, по наблюдениям Ленинградского санитарно-гигиенического медицинского института, воздух на территории сульфитно-целлюлозных предприятий и прилегающих к ним рабочих поселков загрязняется сернистым ангидридом в радиусе свыше 3 км. Распределение проб по концентрациям в них сернистого ангидрида оказалось следующее:

Радиус зоны загрязнений воздушного бассейна в м. . . .	125—250	500—1500	2000—3000
Концентрация в воздухе сернистого ангидрида в мг/м³ . .	5—25	0,01—10	0,0—5

Особенно сильно загрязняется воздушный бассейн поселков вследствие так называемых залповых выбросов газов, являющихся результатом аварий и грубых нарушений технологических режимов (например, направление сдувок в атмосферу).

Исследования воздушного бассейна поселков показали, что он сильно загрязняется дымовыми выбросами ТЭС в виде аэрозолей, содержание которых значительно превышает в ряде случаев предельно допустимые концентрации их для атмосферного воздуха.

Одновременное изучение состояния здоровья населения двух поселков подтвердило зависимость заболеваемости их жителей от условий воздушной среды, установленных при исследовании воздуха. В частности, такой показатель как обращение за медицинской помощью, свидетельствуют о том, что жители поселка, расположенного на расстоянии 500 м от завода, обращались к врачу в 2,3 раза чаще, чем население поселка, удаленного от завода на расстояние 3000 м.

Вследствие больших тепло- и влаговыведений ненормальные метеорологические условия наблюдались в залах бумаго- и картоноделательных машин. Самая высокая температура, естественно, наблюдалась у сушильной части, а наибольшая относительная влажность — у сеточной части большинства бумаго- и картоноделательных машин.

Кафедрой техники безопасности ЦБП проводились также измерения интенсивности тепловых излучений, достигавшей в горячих цехах значительных величин. Так, например, интенсивность излучения достигала: на расстоянии 30 см от корпуса колчеданной печи — 2 кал/см²·мин; на рабочем месте кочегара при ручной шуровке топлива — 3 кал/см²·мин; у кузнечного горна 5 кал/см²·мин; около шуровочных окон паровых котлов — 0,3—



1,5 кал/см<sup>2</sup>·мин (при закрытой дверке) и 5—15 кал/см<sup>2</sup>·мин (при открытой дверке); возле турбогенератора — 0,5—0,8 кал/см<sup>2</sup>·мин; около вагранки — 4—7 кал/см<sup>2</sup>·мин,

### Действие производственных шумов и вибраций на организм человека

**Производственные шумы.** Некоторые технологические процессы целлюлозно-бумажной промышленности сопровождаются повышенным шумом. К таким процессам относятся: рубка балансов в щепу; растворение плава (приготовление зеленого щелока в сульфатно-целлюлозном производстве); отсасывание влаги на отсасывающих валах бумаго-картоноделательных машин и пресспатов и др. В последнем случае основной шум производит воздух, входящий с большой скоростью в отверстия отсасывающего вала после выхода его из зоны отсоса; источником шума являются и мощные вакуум-насосы.

Шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей и часто мешает нормальному ходу производственных процессов. Продолжительный и сильный шум вызывает утомление органов слуха и может постепенно привести к тугоухости, а иногда и к полной глухоте. Повышенный шум отрицательно сказывается и на функциональном состоянии центральной нервной системы. Поэтому шум в условиях производства может способствовать возникновению несчастных случаев, росту брака в работе, снижению работоспособности и производительности труда рабочих.

Шум может помешать услышать предупредительный сигнал, а следовательно, послужить косвенной причиной несчастного случая.

Действие шума зависит от частоты, силы и длительности звука.

Ухо человека воспринимает упругие колебания среды в пределах 16 гц = 20 кгц. Частоты в этом интервале называются звуковыми. При более низких или высоких частотах колебаний человек не слышит звука. Колебания тел с частотой ниже 20 гц называются инфразвуковыми, а выше 15 000 — 16 000 гц — ультразвуковыми. Большинство встречающихся в производственных условиях механических колебаний различных тел происходит с частотами 200—5000 гц. К этим звуковым частотам ухо наиболее чувствительно.

Сила звука в данной точке среды определяется энергией колебательного движения ее частиц, которую проносят звуковые волны в 1 сек через 1 см<sup>2</sup> сечения, перпендикулярного к направлению их распространения, и измеряется в эрг/см<sup>2</sup>·сек.

Наиболее слабые из звуков, которые слышит человек, называются «пороговыми» звуками, или находящимися на пороге слышимости. Соответствующая порогу слышимости сила звука условно равна 10<sup>-16</sup> вт/см<sup>2</sup>.

Для сравнения силы звуков пользуются числом, пропорциональным логарифму отношения сил звуков. Это число называется разностью уровней силы звуков. Единицей шкалы чисел, построенной таким образом, служит децибел (дб). Два звука отличаются

по уровню силы звуков на 1 дб, если сила одного звука больше силы другого в  $\sqrt[10]{10} = 1,26$  раза. Сила звука в  $10^{-3}$  вт/см<sup>2</sup> вызывает болевое ощущение в ушах и называется болевым порогом ощущения. Интервал между порогом слышимости и болевым ощущением составляет 130 дб.

Уровень силы звука, выраженный в децибелах, еще не позволяет судить о физиологическом ощущении громкости, которое этот звук вызывает. Чувствительность слуха неодинакова к звукам различных частот, и поэтому звуки, одинаковые по силе, но разные по частоте, могут казаться на слух неодинаково громкими. Для субъективной оценки громкости введено понятие уровня громкости, единица измерения которого названа фоном. Звук, громкость которого равна  $N$  фонов, воспринимается как звук, одинаковой громкости со звуком частоты 1000 гц, уровень силы звука которого  $N$  децибел. Для звуков с частотой в 1000 гц, принятой за стандартную, 1 дб = 1 фон.

Эффективность того или иного заглушающего шум устройства должна оцениваться по степени изменения физиологического ощущения громкости шума, т. е. воспринимаемой величины силы звучания. Шкала уровней громкости лишь соответствует звукам определенной громкости. Так, например 30 фонов громкости соответствует словам, сказанным шепотом, 70 фонов — шуму при оживленном уличном движении. Однако число фонов не пропорционально самой громкости. Так, возрастание уровня громкости звука в 2 раза (с 30 до 60 или с 50 до 100 фонов) воспринимается на слух, как значительно большее.

Единица громкости называется «г р о». Для звуков с уровнем громкости выше 40 фонов подходит следующее правило: изменение уровня громкости звука на каждые 8—10 фонов независимо от начального уровня субъективно ощущается, как изменение громкости звука примерно в 2 раза.

Шкала децибелов и фонов удобна для оценки технических результатов шумоглушения, а также для научного исследования и т. п. Однако общая оценка эффективности различных противозвуковых мероприятий должна производиться и по снижению громкости шума.

Все шумы в зависимости от их частотного состава (спектра) подразделяются на три класса: I — низкочастотные; II — среднечастотные; III — высокочастотные. Высокочастотные и среднечастотные шумы вреднее низкочастотных, поэтому допустимые уровни силы шума устанавливают в зависимости от его частотного состава (табл. 5).

Обязательным условием для допустимого уровня шума является разборчивость речи. В условиях шумов всех трех классов речь, произнесенная голосом нормальной громкости, должна быть хорошо понятна на расстоянии 1,5 м от говорящего. Это испытание проводят следующим образом.

## Классификация производственных шумов

Класс	Характеристика шумов	Допустимый уровень шума в децибелах
I	Низкочастотные шумы (шумы от работы тихоходных агрегатов неударного действия, шумы, проникающие сквозь звукоизолирующие преграды — стены, перекрытия кожухи). Наивысшие уровни расположены ниже частоты 350 гц . . . . .	90—100
II	Среднечастотные шумы (шумы от работы большинства машин, станков, агрегатов неударного действия). Наивысшие уровни расположены ниже частоты 800 гц	85—90
III	Высокочастотные шумы (звонящие, шипящие и свистящие шумы, характерные для работы агрегатов ударного действия, потоков воздуха и газа и агрегатов, действующих с большими скоростями). Наивысшие уровни расположены выше частоты 800 гц	75—85

В условиях изучаемого шума человек с хорошей дикцией называет четырех- и пятизначные числа голосом нормальной громкости, а несколько лиц, находящихся от него на расстоянии 1,5 м, эти цифры записывают. Если из 50 продиктованных чисел правильно воспринято более 40, считается, что разборчивость речи удовлетворительная, а данный шум по громкости не превышает допустимого.

В тех производственных помещениях, где требуется тишина во время работы (в конструкторских бюро, конторах и др.), уровень шума, проникающего в них при закрытых дверях и окнах из других производственных помещений, не должен превышать 60 дб при низкочастотном характере шума. Речь, произнесенная в этих помещениях тихим голосом, должна быть хорошо слышна на расстоянии 6 м от говорящего. Чтобы установить соответствие силы шума требованиям указанных норм или величину превышения установленного уровня громкости, необходимо определить следующее:

1) уровень силы звука или шума в децибеллах с помощью шумомера;

2) уровень громкости в фонах;

3) спектр шума с помощью частотного анализатора и др.

Таким образом, для проведения измерений на предприятии необходимо иметь шумомеры и анализаторы спектра шума.

Инспекторский шумомер позволяет измерять: уровень силы

шума в пределах 56—140 дб; уровни громкости шума от 45 до 140 фон.

Принцип работы шумомера состоит в следующем. Микрофон преобразует звуковые колебания в электрическое напряжение, которое поступает на вход специального усилителя. Затем усиленное в определенное число раз напряжение выпрямляется и измеряется стрелочным индикатором, градуированным в децибелах.

Показания шумомера характеризуют среднее значение общей звуковой энергии шума источника. Между тем без определения частотного состава (спектра) нельзя установить принадлежность данного шума к тому или иному классу шумов, сопоставить их с нормами, выявить источники шума в механизмах, правильно оценить эффект, создаваемый различными шумозаглушающими устройствами, и др. Тем более, что в настоящее время еще мало достоверных данных о спектральных характеристиках шумов различного производственного оборудования.

Разработанный ЛИОТ анализатор шума (типа АШ-2) предназначен для исследования спектров шумов промышленного оборудования, а также может быть использован для проверки нормирования шума на производстве, в строительной и архитектурной акустике.

Анализатор шума оформлен в виде небольшого чемодана со съемной крышкой и применяется в комплекте с шумомером. Полученные в процессе измерения уровня силы звука данные могут быть представлены либо в виде таблицы, либо в виде графика спектра шума.

Кафедрой техники безопасности ЦБП проведены измерения уровня силы звука на ряде целлюлозно-бумажных предприятий. При измерениях допустимый уровень силы звука был принят равным 85—90 децибелам. Фактический же уровень силы звука оказался выше принятого на следующих участках: на корообдирочных барабанах Вилена (97 дб); многопильном станке (102 дб); ножевых корообдирках (107 дб); рубительных машинах (110 дб); плоских сортировках для щепы (100—103 дб); щековых дробилках (93—96 дб); вибрационных сучколовителях (101 дб); пресспатах (92—95 дб); бумагоделательных машинах (лицевая сторона 90—91 дб, приводная сторона 92—95 дб, кalandры 92—95 дб); машинах для мелования бумаги (94—104 дб); перемотно-резательных станках (98 дб); турбинах (102 дб); шахтных мельницах (90—95 дб); строгальном станке по дереву (104 дб); лесорамах (101 дб); циркульной пиле (101 дб); компрессорах (95—108 дб).

Лабораторией сеточной и прессовой частей машины ЦНИИБуммаша проведено определение не только суммарного уровня силы звука в залах бумагоделательных машин, но и исследование частотного состава шума, позволившего выяснить его характеристику и отношение к определенному классу шумов, а также допустимые нормы громкости для данной частоты. При этом исполь-



зовался анализатор шума типа АШ-2-ЛИОТ в комплекте с шумомером ЛИОТ.

Основными источниками шума оказались отсасывающие валы и вакуум-насосы. На всех обследованных предприятиях наблюдается превышение допускаемой нормы шума на 20—30 дБ у вакуум-насосов и на 15—25 дБ на мокрой части машины. При неправильной эксплуатации шаберов на сушильной части машины возникают свои шумы. Шум от конических мельниц слабее и частота его ниже. Шум привода также значительно слабее остальных шумов на бумагоделательной машине.

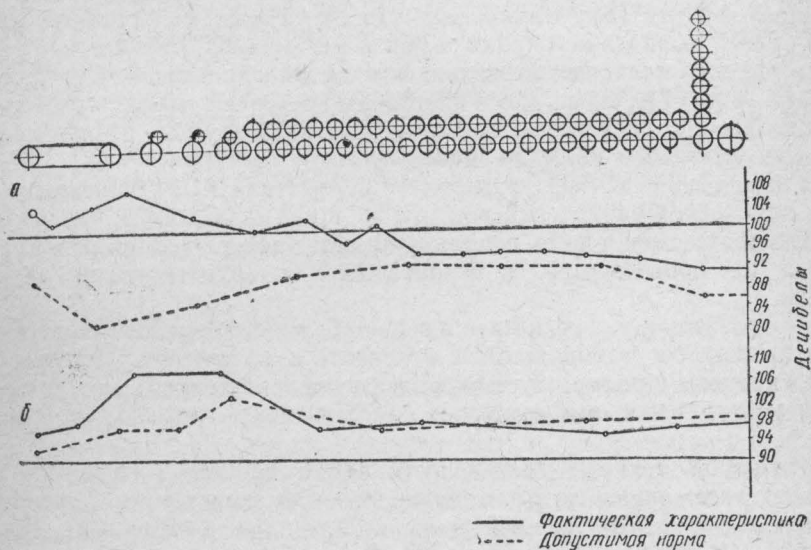


Рис. 9. Кривые шумовых характеристик бумагоделательных машин:

а — Кондопожского целлюлозно-бумажного комбината (шестой машины); б — Камского целлюлозно-бумажного комбината (первой машины)

На рис. 9, а приведена шумовая характеристика шестой бумагоделательной машины фирмы Фойт, установленной на Кондопожском ЦБК. В зале эта машина единственная, поэтому можно было получить чистый спектр шума ее работы. Эта машина имеет наибольшее превышение нормы шума по сравнению с другими обследованными ЦНИИБуммашем машинами. Машина работает при скорости 400 об/мин и имеет однокамерные отсасывающие прессы (два) и гауч-вал. Характеристика шума на данной машине (рис. 9, а) выражена в виде кривой, которая начинается от грудного вала и идет вдоль всей машины вплоть до каландра.

На рис. 9, б приведена шумовая характеристика бумагоделательной машины № 1 фирмы Фойт (модернизированной фирмой

Валмет) Камского ЦБК. Эта машина по сравнению с другими обследованными машинами имеет наименьшее расхождение между допускаемой нормой шума и его общим уровнем. Она работает со скоростью 410 м/мин и оборудована пикапом. Гауч-вал имеет винтообразное расположение отверстий рубашки и глушитель в виде широкой уплотнительной планки, что обеспечивает полное заглушение отсасывающих валов. Общий уровень шума, обусловленный лишь вакуум-насосом, сравнительно высокий. Поэтому глушение шума только от отсасывающих валов явно недостаточно.

Частотный спектр большинства вакуум-насосов оказался резко пиковым, т. е. в нем преобладает какая-то одна частота обычно в пределах 50—200 гц.

Начиная с десятого сушильного цилиндра и до конца машины № 1, уровень интенсивности ее шума не превышает допустимой нормы.

**Вибрации и сотрясения.** Ощущение сотрясения возникает при соприкосновении тех или иных органов тела с вибрирующими (колеблющимися) предметами. На целлюлозно-бумажных предприятиях эти ощущения испытывают при ножевых корообдирках с прижимными «ершами», с ручным пневматическим инструментом; при неправильной балансировке валов машин; при нарушениях соединения отдельных частей машин и механизмов; при вибрации пола вблизи оборудования; при передаче колебаний через фундаменты; при транспортировке жидкостей и газов по трубопроводам.

Вибрация оказывает вредное влияние на организм, так как она может вызвать изменения со стороны нервной и сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата желудочно-кишечного тракта.

Наиболее тяжелым последствием неблагоприятного влияния вибрации является так называемая вибрационная болезнь. Для первой стадии этой болезни характерны расстройства в области кистей руки, которые сводятся к субъективным ощущениям оцепенения, одеревенелости и ночным болям. Во второй стадии болезни развивается мышечная слабость, а также и появляются боли во всей руке. В третьей стадии наблюдаются уже органические изменения в тканях, атрофия мышц и значительные изменения в костях рук.

Наиболее выраженным симптомом данного заболевания является спазм сосудов, который вначале бывает замечен на концевых фалангах пальцев, а в дальнейшем распространяется на всю кисть руки. Развитие спазмов сосудов происходит преимущественно при вибрациях частотой 30—200 гц.

Длительные сотрясения, вызываемые вибрациями, могут привести к авариям: поломке механизмов, разрушению фундаментов машин и целых сооружений. Ликвидация и уменьшение вибраций имеют значение не только для создания благоприятных условий труда, но и для сохранения машин (аппаратов) и улучшения их работы.

Ослабление шума тесно связано с уменьшением интенсивности механических вибраций.

Восприятие вибраций оценивают в логарифмических единицах — палах.

Уровень вибраций  $P$  определяют по формуле

$$P = 10 \lg \frac{S}{S_0} \text{ пал,}$$

где:

$S$  — действующая интенсивность;

$S_0$  — интенсивность на пороге ощущения.

Уровень в пределах 0—5 пал лежит на пороге восприятия, 70 пал вызывает болевое ощущение.

Интенсивность вибраций зависит от частоты и амплитуды колебаний. В зависимости от числа ударов инструментов или оборотов машин вибрации подразделяются на пять классов:

К классу I отнесены вибрации бурильных, отбойных, рубильно-чеканочных, клепальных и других молотков, работающих с числом ударов до 1200 в минуту.

В класс II входят вибрации, возникающие при очистке (обдирке) деталей абразивными кругами и фрезой (а также при их полировке) с числом оборотов до 1500 в минуту.

Класс III включает вибрации бурильных, рубильно-чеканочных, клепальных и других молотков, бурильных сверл, шпало-подбойных пневматических и электрических машин с числом ударов и оборотов 1950—3000 в минуту.

К классу IV отнесены вибрации клепальных молотков, шлифовальных и некоторых полировочных машин с числом ударов или оборотов 4000—5000 в минуту.

В класс V входят вибрации любых инструментов и машин, работающих с числом ударов или оборотов 6000 и более в минуту.

Амплитуды колебаний источников вибраций, в зависимости от частоты колебаний не должны превышать величин, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

Предельно допустимая амплитуда колебаний различных источников вибрации

Число ударов или оборотов в минуту	Частота вибраций в герцах или периодах в секунду	Предельно допустимая амплитуда колебаний в мм
1200	20	1,5
1800	30	1,0
2100	35	0,4
3000	50	0,15
3600	60	0,04
5000	80	0,02
6000 и более	100 и более	0,005

Для измерения вибраций обычно применяют виброметры, виброскопы и вибрографы. Характеристика амплитуды и частоты в виброметрах дается на циферблате, а в вибрографах — регистрируется на ленте. Эти приборы бывают ручные и стационарные, укрепляемые на исследуемом объекте горизонтально или вертикально.

В практике широкое применение нашел ручной виброграф типа ВР-1, служащий для записи амплитуды и частоты колебаний на ленте путем царапания покрывающего ее слоя.

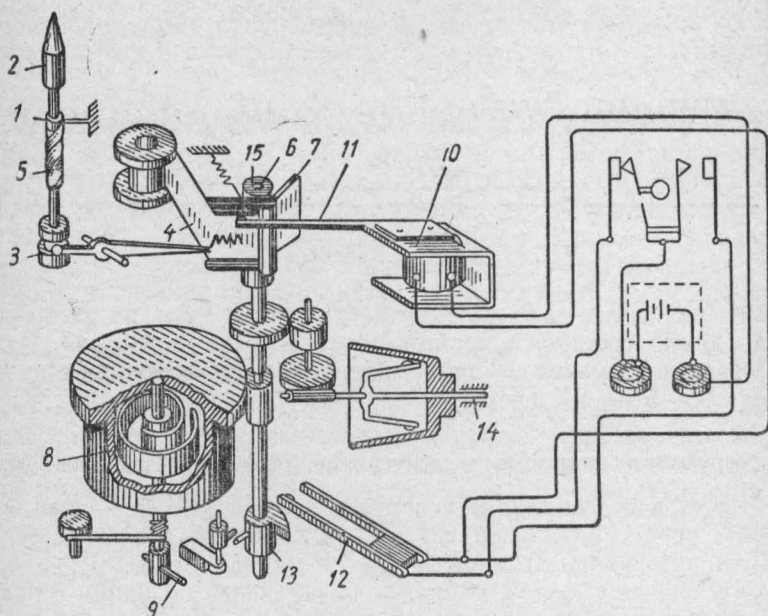


Рис. 10. Схема ручного вибрографа ВР-1:

1 — стержень; 2 — наконечник; 3 — рычаг; 4 — лента; 5 — натяжная пружина; 6, 7 — ролики; 8 — заводная пружина; 9 — ручка для завода пружины; 10 — реле времени; 11 — рычаг; 12 — секундные контакты; 13 — кулачок; 14 — центробежный регулятор; 15 — напряжение, которое подводится через штепсель

Ручной виброграф измеряет вибрации при соприкосновении приемного наконечника с испытываемым объектом в направлении движения наконечника с размахами 0,05—6 мм и частотами 5—100 гц. Частота колебаний определяется с помощью имеющегося в приборе отметчика времени, делающего отметку на ленте через 1 секунду.

Ручной виброграф ВР-1 (рис. 10) состоит из передающего рычажного лентопротяжного механизма, включая приводное устройство (пружинный завод), и отметчика времени. Передающий рычажный механизм состоит из стержня 1 с наконечником 2 и передвигающегося рычага 3, острие которого записывает амплитуды колебаний на ленте 4.



Пружина 5, натяжение которой может меняться, служит для обеспечения постоянного контакта между приемным стержнем и вибрирующей поверхностью. Лентопротяжный механизм состоит из роликов 6 и 7, которые приводятся в движение пружиной 8, заведенной ручкой 9. Отметчик времени может работать как механический (от механического прибора) и как электрический (от внешнего источника электрических импульсов). Якорь реле времени 10 соединен с рычагом 11, острие которого отмечает интервалы времени на ленте. Полученная кривая (виброграмма) показана на рис. 11.

Двойная амплитуда колебаний определяется расстоянием между крайними связанными точками по вертикали, а частота — путем

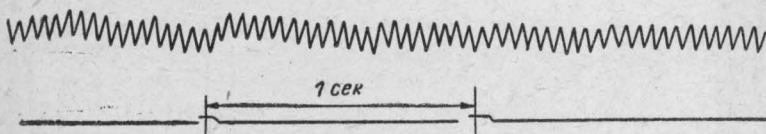


Рис. 11. Виброграмма

деления длины ленты (в мм), соответствующей 1 сек, на расстояние между двумя соседними крайними точками по горизонтали.

Передающий механизм записывает на ленту колебания с амплитудой 0,05—5 мм и с частотой 5—100 гц.

## Ионизирующая радиация и измерение радиоактивных излучений

Возрастающее внимание к вопросу ионизирующей радиации со стороны профессиональной гигиены объясняется все более широким использованием атомной энергии в мирных целях.

В настоящее время основные источники ионизирующей радиации и радиоактивные изотопы применяют в следующих случаях: для гамма-дефектоскопии металлов и изделий; для контроля производственных процессов (в частности, для контроля уровня жидкости в резервуарах, а также веса 1 м<sup>2</sup> картона и бумаги); для предупреждения накоплений зарядов статического электричества; в научных исследованиях (в виде «меченых» атомов); в технике безопасности.

В понятие ионизирующей радиации обычно объединяют рентгеновы лучи и различные виды излучений, которые возникают при радиоактивном распаде.

Радиоактивность — превращение ядер одних атомов в ядра других атомов, которое сопровождается испусканием альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ )- и гамма ( $\gamma$ )-лучей (ионизирующие излучения).

**А л ь ф а - и з л у ч е н и е** — поток положительно заряженных частиц, обладающих небольшой проникающей способностью.

**Б е т а - и з л у ч е н и е** — поток отрицательно заряженных частиц (электронов), имеющих большую проникающую способность.

Г а м м а - и з л у ч е н и е — электромагнитные колебания значительной частоты, обладающие наибольшей способностью глубоко проникать в ткани и малым ионизирующим действием.

Помимо опасности внешнего облучения, возможно проникновение радиоактивных веществ внутрь организма при вдыхании пылевых частиц различных радиоактивных элементов, а также через желудочно-кишечный тракт и поврежденную кожу.

Известны три степени хронической лучевой болезни. Первая степень характеризуется изменением со стороны крови. Кроме того, при первой степени облучения возможно общее недомогание, слабость, раздражительность, головная боль, нарушение сна, потеря аппетита, неприятные ощущения в области сердца, приливы крови, усиленная потливость, побледнение кожных покровов и выпадение волос.

При второй степени облучения признаки заболевания, характерные для первой степени, оказываются более устойчивыми; для третьей степени характерно то, что некоторые изменения в организме являются уже трудно обратимыми. При этом нарушения со стороны центральной нервной системы в основном отличаются симптомами органического поражения, приводящими в ряде случаев к гибели пострадавших или к их глубокой инвалидности.

При интенсивном воздействии на кожу ионизирующей радиации, особенно  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц и мягких рентгеновых лучей возникают лучевые ожоги. В отличие от солнечных ожогов, лучевые ожоги характеризуются более длительным скрытым периодом (несколько дней), а также более глубоким поражением кожи и нижележащих тканей с их омертвлением и долго незаживающими лучевыми язвами. На месте последних возможны раковые заболевания.

**Измерение радиоактивных излучений.** За единицу измерения радиоактивности принята кюри (*c*) и резерфорд (*rd*). Величина кюри равна количеству радиоактивного вещества, распадающемуся с интенсивностью  $3,7 \cdot 10^{10}$  распадов в секунду. В практике пользуются единицами измерения, в тысячу раз меньшими, — милликюри (*mci*) и в миллион раз меньшими — микрокюри ( $\mu ci$ ).

Р е з е р ф о р д — это количество радиоактивного вещества, распадающееся с интенсивностью  $10^6$  распадов в 1 секунду, 1 резерфорд =  $\frac{1}{37}$  милликюри.

Единицей физической дозы излучения является рентген (*p*), миллирентген ( $p \cdot 10^{-3}$ ) и микрорентген ( $p \cdot 10^{-6}$ ). Величина одного рентгена равна физической дозе рентгеновских лучей, при которой в результате полного ионизационного действия в воздухе при  $0^\circ$  и нормальном атмосферном давлении образуются заряды, каждый величиной в одну электростатическую единицу на  $1 \text{ см}^3$  облучаемого объема. Рентген соответствует  $0,11 \text{ эрг}$  в  $1 \text{ см}^3$  воздуха или  $84 \text{ эрг}$  в  $1 \text{ г}$  воздуха.

Мощность физической дозы излучения измеряется числом рентгенов в единицу времени (рентген/сек).

Для характеристики радиоактивных изотопов важной величиной является период полураспада, т. е. время, в течение которого активность любого количества данного изотопа снижается наполовину. В зависимости от этой величины различают короткоживущие и долгоживущие радиоактивные вещества.

Активность радиоактивных излучений измеряют ионизационными, фотографическими, химическими и дозиметрическими методами с использованием счетчиков, ионизационных камер, а также фотопластинок.

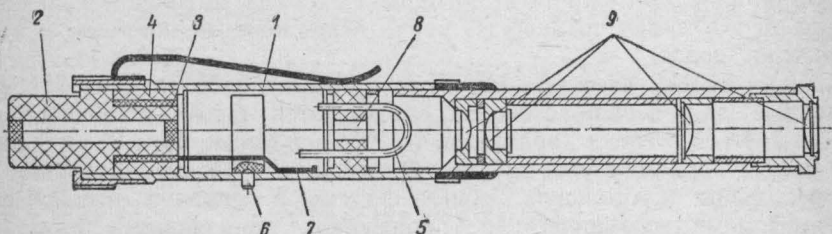


Рис. 12. Карманный дозиметр Государственного научно-исследовательского института рентгенологии и радиологии:

1 — корпус; 2 — янтарная втулка электростатической машины; 3 — пробковый цилиндр; 4 — янтарная втулка; 5 — металлическая скоба; 6 — кнопка; 7 — контактная пластинка; 8 — ионизационная камера; 9 — линзы

Ионизационный метод основан на том, что при воздействии радиоактивных излучений газ приобретает свойство электропроводности. Поэтому становится возможным измерение тока, образованного движением ионов, возникших при воздействии радиоактивного излучения.

Различают дозиметрические приборы следующих типов:

1) дозиметры — приборы, показывающие дозу излучения или мощность физической дозы излучения;

2) счетчики — приборы для подсчета импульсов (распадов), например счетчик Гейгера-Мюллера;

3) индикаторы — приборы, показывающие наличие излучения (без количественной оценки).

В настоящее время широкое применение получили индивидуальные дозиметры карманного типа, служащие для контроля степени облучения.

На рис. 12 изображен один из карманных дозиметров, по внешнему виду похожий на авторучку. В корпусе 1 находится электрическое зарядное устройство, ионизационная камера и микроскоп. Заряды отводящими щетками передаются на электрометр, состоящий из металлической скобы 5, к которой прикреплена тонкая проводящая нить. Наблюдение за нитью ведут через микроскоп, в окуляре которого имеется шкала с делениями.

Хорошее освещение является обязательным для производительной работы. Недостаточное освещение не только затрудняет работу и ведет к снижению производительности труда, но может оказаться причиной несчастных случаев и профзаболеваний (расстройство органов зрения).

Световое ощущение глаза возникает в результате воздействия на него только той части потока лучистой энергии, которая содержит волны длиной 0,38—0,78 мк, образующие «световой поток».

Световой поток  $F$ , измеряемый в люменах (лм), представляет собой мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, которое она производит на глаз.

Сила света  $I$  — это отношение светового потока к телесному углу, в котором он распространяется.

$$I = \frac{F}{W},$$

где  $W$  — телесный угол.

Телесным (или пространственным) углом называется часть пространства, имеющая вершину в центре сферы и опирающаяся на ее поверхность.

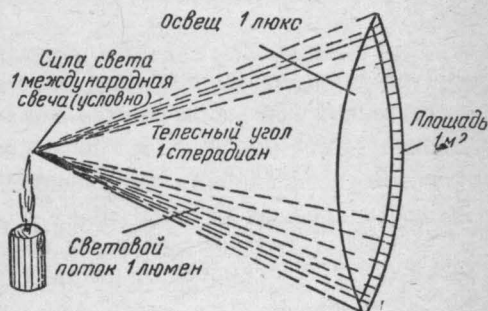


Рис. 13. Схематическое изображение светотехнических единиц

Единица телесного угла — стерадиан (стер) представляет собой пространственный угол, вырезающий на сфере радиусом в 1 м поверхность площадью в 1 м².

Единицей силы света является международная свеча (св), равная силе света точечного источника в направлении равномерного испускания светового потока в 1 лм внутри телесного угла в 1 стерадиан (рис. 13).

Характеристикой осветительных условий является освещенность, определяемая отношением светового потока  $F$  к площади освещаемой им поверхности  $S$ :

$$E = \frac{F}{S}.$$

Следовательно, освещенность представляет собой плотность светового потока на освещаемой поверхности.

Единицей освещенности является люкс (лк) — освещенность, создаваемая световым потоком в 1 лм, равномерно распределенным по площади в 1 м² (лм/м²).

Естественное освещение помещений характеризуется коэффициентом естественной освещенности —  $e$ , выражаемым в процентах

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100,$$



где:

- $E_{\text{вн}}$  — освещенность внутри помещения в люксах;  
 $E_{\text{нар}}$  — одновременно замеренная горизонтальная освещенность снаружи здания, т. е. освещенность, создаваемая диффузионным светом небосвода при экранировании прямых солнечных лучей, в люксах.

Различают следующие виды естественного освещения помещений:

- 1) верхнее — через световые фонари в крыше, а также через проемы в местах высотных перепадов смежных пролетов зданий;
- 2) боковое — через окна в наружных стенах;
- 3) комбинированное — через световые фонари или перепады и через окна.

Для помещений с верхним и комбинированным освещением нормируется среднее в пределах помещения значение коэффициента естественной освещенности  $e_{\text{ср}}^{\text{н}}$ , а для помещений с боковым освещением — минимальное в пределах рабочей зоны помещения значение коэффициента естественной освещенности  $e_{\text{мин}}^{\text{н}}$  (для наиболее удаленных от окон точек помещения).

В табл. 7 указаны величины коэффициентов естественной освещенности в зависимости от разряда помещения и условий зрительной работы.

Таблица 7

Коэффициенты естественной освещенности

Разряды помещений по зрительным условиям работы	Виды работ, выполняемых в помещении (по степени точности)	Размеры различаемых предметов, или их деталей в мм	Коэффициент естественной освещенности	
			при верхнем и комбинированном освещении $e_{\text{ср}}^{\text{н}}$	при боковом освещении $e_{\text{мин}}^{\text{н}}$
I	Весьма точные и тонкие . . . . .	Менее 0,2	7	2
II	Точные и тонкие . . . . .	0,2—1	5	1,5
III	Средней точности . . . . .	1—10	3	1
IV	Грубые . . . . .	Более 10	2	0,5
V	Весьма грубые (работы в помещениях для хранения крупных предметов, материалов в крупной таре и сыпучих материалов) . . . . .	Не нормируются	1	0,25

Приведенные в табл. 7 нормы освещенности установлены с учетом того, что очистка стекол в помещении с незначительными выделениями пыли, дыма и копоти производится не реже двух раз в год, а окраска (побелка) внутренних поверхностей — не реже

одного раза в 3 года; в помещениях же со значительными выделениями пыли, дыма и копоти очистка стекол производится не реже четырех раз в год, а окраска (побелка) внутренних поверхностей — не реже одного раза в год.

Обследование осветительных условий на целлюлозно-бумажных предприятиях показало, что указанные сроки очистки стекол и побелки внутренних поверхностей редко выдерживаются.

Искусственное освещение применяют следующих систем:

1) **общее** для освещения какого-либо помещения или части помещения;

2) **местное** (стационарное или переносное) для освещения только рабочих поверхностей;

3) **комбинированное**, представляющее собой сочетание общего и местного освещения.

Нерациональное освещение может стать причиной не только повышения производственного травматизма, но и некоторого нарушения здоровья работающих (профессиональная близорукость). От освещенности места работы зависят следующие зрительные функции: контрольная чувствительность глаза, т. е. способность к восприятию разницы яркостей двух смежных предметов; острота зрения, т. е. способность глаза различать мельчайшие детали предметов; устойчивость ясного видения, т. е. способность глаза различать рассматриваемую деталь; аккомодация, т. е. способность органов зрения приспосабливаться к изменению расстояния до рассматриваемых предметов.

Особо значительное понижение чувствительности световоспринимающих элементов сетчатки может вызвать блеск, под которым понимают слишком большую (слепящую) яркость. При этом возникает явление слепимости, выражаемое ослаблением всех зрительных функций глаза и неприятными ощущениями.

Работа, связанная с рассматриванием мелких деталей и проводимая в условиях неудовлетворительного освещения, вызывает резкое напряжение зрения. При этом активное всматривание ведет к утомлению светочувствительных элементов и понижению зрительных функций. Длительная работа в условиях нерационального освещения может обусловить развитие профессиональной близорукости.

Одним из основных требований к производственному освещению является создание достаточной освещенности рабочих поверхностей.

Измерение освещенности осуществляется люксметрами, которые бывают визуальными, или субъективными, и объективными.

Визуальный люксметр Государственного оптического института (ГОИ) измеряет освещенность путем сравнения вращающегося фарфорового экрана, освещаемого лампой сравнения, и испытательной пластинки, помещенной на место, освещенность которого измеряется. Получив равенство яркостей сравниваемых полей, воспринимаемых глазом в окуляре, производят отсчет по шкале. Для увеличения пределов измерений служат светофильтры, среди

которых имеется голубой фильтр для выравнивания окраски полей сравнения при измерении дневной освещенности.

При исследовании осветительных условий, помимо измерения освещенности, представляет интерес коэффициент отражения, для измерения которого может быть использован как визуальный люксметр ГОИ, так и полый фотометрический шар, выкрашенный внутри белой матовой краской.

Внизу шара находится отверстие, под которое подкладывают испытываемый образец. Сбоку шара имеется трубка с осветителем — лампой в 12 в с линзами, причем трубку можно вращать так, что световое пятно от луча света может быть получено вверх или вниз. Для вычисления относительного коэффициента отражения измеряют освещенность какой-либо точки при падении светового пучка наверху шара и внизу (на испытываемый образец) и берут отношение их освещенностей. При установке экрана для ограждения измеряемой точки от отраженных лучей испытываемого образца отношение освещенностей дает абсолютный коэффициент отражения.

Недостатком визуального люксметра является субъективность измерений. В объективных люксметрах роль глаза выполняет обычно селеновый фотоэлемент.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили объективные люксметры, в частности фотоэлектрический люксметр Ю-16, предназначенный для измерения освещенности, с непосредственным отсчетом по шкале в люксах.

Принцип действия люксметра основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента в замкнутой цепи, состоящей из фотоэлемента и магнитоэлектрического измерителя, возникает ток, который отклоняет подвижную часть измерителя.

Величина тока и, следовательно, отклонение стрелки измерителя пропорциональны освещенности на рабочей поверхности фотоэлемента.

Люксметры предназначены для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания, люминесцентными лампами и естественным дневным светом при температуре окружающего воздуха от  $+10$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности до 80%.

Люксметр типа Ю-16 имеет пределы измерений от 0,5 до 5000 люкс. Погрешность измерения не превышает 10% от измеряемой величины освещенности.

Кафедрой техники безопасности ЦБП проводились исследования осветительных условий на многих целлюлозно-бумажных предприятиях, которые показали, что освещенность как в основных, так и во вспомогательных цехах и отделах часто не соответствует требованиям установленных норм. Поэтому на предприятиях еще имеют место несчастные случаи вследствие недостаточной освещенности рабочих мест, проездов, проходов и лестниц.

## Основные организационно-технические мероприятия, предупреждающие травматизм и профессиональные заболевания

Краткая характеристика целлюлозно-бумажных производств. Для цехов подготовки технологического сырья характерны следующие производственные условия: 1) наличие ряда установок, расположенных на открытом воздухе (биржи хранения древесины, тростника и соломы; транспортные устройства для подачи в обработку технологического сырья; окорочные установки для древесины и др.), вследствие чего они полностью подвержены воздействию атмосферных явлений; 2) выделение большого количества пыли при производстве тростниковой и соломенной сечки и измельчении балансов в щепу; 3) сильный шум в древесно-подготовительных цехах от рубительных машин при изготовлении щепы; 4) наличие процессов с большим потреблением воды при различных операциях подготовки древесины к переработке (при транспортировке балансов с помощью гидролотков, хранении их в бассейнах и т. д.), а также наличием больших увлажненных поверхностей, что создает повышенную влажность в цехах, где протекают эти процессы.

Производство сульфитной целлюлозы состоит из следующих основных стадий:

приготовления башенной кислоты; регенерации тепла и сернистого ангидрида; варки целлюлозы; промывки целлюлозы; размола целлюлозы высокого выхода (Ц. В. В.); сортирования и очистки небеленой целлюлозы; отбелики целлюлозы, сортирования и очистки беленой целлюлозы; сушки, резки и упаковки целлюлозы; приготовления белильных растворов (без электролиза поваренной соли или с электролизом поваренной соли).

В производстве сульфитной целлюлозы применяют: серный колчедан, серу, известняк, негашеную известь, хлорат натрия, серную кислоту, каустическую соду, кальцинированную соду, окись магния, аммиачную воду, «сырую» и варочную кислоты (причем в качестве основания вместо Са может применяться Mg, Na,  $\text{NH}_3$ ), хлор, гипохлориты кальция или натрия, соляную кислоту, двуокись хлора.

В качестве побочного продукта в процессе производства сульфитной целлюлозы получают цимол.

В производственных процессах применяют также пар низкого и среднего давления, холодную и горячую воду.

Вредности и опасности производства сульфитной целлюлозы обусловлены применением перечисленных выше агентов, а также аппаратов, работающих под давлением. В производственных процессах возможно также выделение вредных газов, паров, пыли, больших количеств тепла и влаги.

Кислотные цехи (цехи приготовления башенной кислоты) включают дробильно-размольное, сушильное, сероплавильное и печное отделения; отделение сухой газоочистки (электрофилтры) и преобразовательную электроподстанцию; отделение промывки и



мокрой очистки газа; отделение кислотных башен и очистки кислоты. Поэтому в кислотных цехах производственные процессы могут сопровождаться распылением или расплескиванием сернистого ангидрида, серного ангидрида, серной кислоты, аммиака, пыли серного колчедана и огарков, пыли серы, селеносодержащих шламов с примесями мышьяка, башенной кислоты.

Кроме того, оборудование кислотного цеха характеризуется выделением большого количества тепла (от поверхностей плавильников серы, печей газоходов, скрубберов и др.), что создает опасность ожогов. Наличие же в этом цехе электрооборудования, работающего при высоком напряжении (электрофилтры), создает электрическую опасность.

В цехе регенерации тепла и сернистого ангидрида, включающем баки для кислоты, баки для щелоков и цимолоотстойник, возможно выделение сернистого ангидрида, расплескивание цимола, варочной кислоты, щелоков, значительные тепловыделения. В некоторых случаях в этом цехе размещают резервуары для аммиачной воды, растворов каустика, кальцинированной соды или окиси магния, в связи с чем возможно расплескивание этих растворов. Расплескивание цимола создает опасность возникновения пожара. Опасность представляют также цистерны, находящиеся под давлением.

В варочном цехе, включая помещение сжег или вымывных резервуаров, возможно выделение сернистого ангидрида и больших количеств тепла. Опасность представляет также наличие в этом цехе аппаратов большой емкости, работающих под давлением при повышенной температуре.

В промывном цехе возможно ненормальное повышение температуры, вызываемое наличием горячих поверхностей фильтров, баков и коммуникаций, а также выделение сернистого ангидрида.

В цехе размола целлюлозы высокого выхода выделяется заметное количество тепла мощными электродвигателями.

В очистных цехах небеленой и беленой целлюлозы возможно избыточное увлажнение воздуха, вызываемое открытыми водными поверхностями. В очистном цехе беленой целлюлозы при подготовке целлюлозы для химической переработки воздух может загрязняться сернистым ангидридом (при сортировании в кислом режиме — второй кислотке сернистой кислотой).

В отбельном цехе возможно загрязнение воздуха хлором, хлористым водородом, двуокисью хлора и сернистым ангидридом, а также существует опасность получения ожогов при соприкосновении с растворами каустической соды и гипохлоритов. Особую опасность эти вещества представляют для глаз. Применение двуокиси хлора связано с опасностью взрыва. В этом цехе имеется также аппаратура и коммуникации, работающие под давлением (башни облагораживания, теплообменники, паропроводы).

В сушильном цехе может ненормально повышаться температура и влажность воздуха вследствие наличия открытых водных поверх-

ностей и значительных тепловыделений. Существует также опасность получения ожогов при касании горячих открытых поверхностей сушильных цилиндров.

В цехах приготовления белильных растворов (без электролиза поваренной соли) воздух может загрязняться хлором, двуокисью хлора и сернистым ангидридом. Возможны также взрывы двуокиси хлора и воспламенение хлората натрия. Применение каустика для приготовления гипохлорита натрия, растворов для облагораживания, серной кислоты для приготовления двуокиси хлора создает опасность получения ожогов (особенно глаз) при соприкосновении с этими веществами.

Производство сульфатной целлюлозы состоит из следующих основных стадий:

варки целлюлозы; горячего размола и сортирования целлюлозы высокого выхода; промывки целлюлозы; сортирования и очистки целлюлозы небеленой и беленой; отбелки целлюлозы; сушки и упаковки целлюлозы; окисления и аккумуляирования черных щелоков; выпаривания черных щелоков; сжигания сгущенных черных щелоков в содорегенерационных агрегатах; каустизации щелоков; регенерации известкового шлама; переработки побочных продуктов (скипидара, одоранта сульфана, сульфатного мыла и др.).

В производстве сульфатной целлюлозы применяют: растворы каустика и сернистого натрия в виде белого, черного и зеленого щелоков; сульфат натрия; известь; карбонат кальция в виде известняка; скипидар; серную кислоту; хлор; пар низкого и среднего давления (до 15 атм).

Профвредности и опасности производства сульфатной целлюлозы определяются применением перечисленных выше веществ, а также выделением во время работы вредных дурнопахнущих серосодержащих газов: метилмеркаптана, сероводорода, диметилсульфида, диметилдисульфида, сернистого и серного ангидридов, окиси и двуокиси углерода, а также паров и пыли. В производстве сульфатной целлюлозы применяют аппараты, работающие при повышенных давлении и температуре, вращающиеся аппараты, подъемные и транспортные устройства, электроустановки и другие механизмы.

Варка целлюлозы производится в аппаратах, работающих при повышенных давлении и температуре, в связи с чем варочный цех характеризуется наличием избыточного тепла от горячих поверхностей варочных аппаратов, выдувных резервуаров, мерников, коммуникаций пара, щелока и т. п. В варочном цехе возможно загрязнение воздуха дурнопахнущими газами, основным компонентом которых является метилмеркаптан, а также парами скипидара.

Горячий размол и сортирование целлюлозы производят в герметически закрытых аппаратах, приводимых во вращение электродвигателями значительной мощности, от которых выделяется заметное количество тепла.

При промывке целлюлозы горячие поверхности аппаратуры выделяют значительное количество тепла и водяных паров при промывке на вакуум-фильтрах. В этом цехе воздух может загрязняться и дурнопахнущими газами (метилмеркаптан).

В очистных цехах небеленой и беленой целлюлозы влажность воздуха повышена вследствие наличия больших открытых водных поверхностей. Характеристики ряда цехов (отбельного, приготовления белильных растворов и сушильного) изложены в соответствующих разделах производства сульфитной целлюлозы.

Аккумуляция и окисление черного щелока производится в больших емкостях и аппаратах, устанавливаемых на открытом воздухе. В помещениях находятся лишь насосы и воздуходувки окислительных установок.

Выпаривание щелоков в многокорпусных вакуум-выпарных установках характеризуется выделением избыточного тепла от горячих поверхностей выпарных аппаратов и коммуникаций щелока и пара.

В выпарном цехе возможно загрязнение воздуха дурнопахнущими газами, основным компонентом которых является сероводород.

Сжигание выпаренных щелоков производится в содорегенерационных котлоагрегатах с образованием большого количества тепла от горячих поверхностей котлоагрегата.

В содорегенерационном цехе воздух может загрязняться окисью и двуокисью углерода, сернистым ангидридом, сажей, парами мазута, щелочными туманом и сульфатной пылью.

Каустизация щелока производится в аппаратах большой емкости при повышенной температуре (до  $\sim 90^\circ$ ) и характеризуется наличием избыточного тепла от поверхностей аппаратов и коммуникаций. В цехе каустизации могут выделяться туманы, содержащие едкий натр и известковую пыль.

Регенерация известкового шлама производится во вращающихся трубчатых печах, в которых сжигается мазут или природный газ. В цехах регенерации известки выделяется большое количество тепла от поверхностей печей и холодильников, а также возможно загрязнение воздуха известковой пылью и газом, содержащим окись и двуокись углерода, а при обжиге плохо промытого шлама — сероводородом.

В цехах переработки побочных продуктов возможно загрязнение воздуха сероводородом, метилмеркаптаном и другими серосодержащими соединениями, а также взрывоопасными парами скипидара (в случае изготовления одоранта сульфана). Применение в технологическом процессе серной кислоты создает для обслуживающего персонала опасность ожогов вследствие возможных неплотностей в коммуникациях и течи в аппаратах.

В ряде цехов (в варочном, горячего размола, промывном, окисления и аккумуляции щелоков, выпарном, содорегенерационном и каустизационном) имеется постоянная опасность ожогов при со-

прикосновении с горячими поверхностями аппаратов и коммуникаций, с черным, зеленым и белым щелоками при прорыве жидкостных коммуникаций и течи в аппаратах, а также ожогов паром при прорыве или неплотностях паровых коммуникаций.

Повсеместное применение электрооборудования, транспортных устройств и других машин (механизмов) создает возможность поражения электрическим током или механического травмирования.

Растворение плава, измельчение известняка и извести сопровождается сильным шумом. Шум создают также работающие насосы, мешалки и вентиляторы.

Производство белой древесной массы состоит из процессов механического истирания древесины (дефибрирования), сортирования, очистки и сгущения древесной массы с применением больших количеств воды.

В производстве бурой древесной массы дефибрированию предшествует пропарка древесины в закрытых котлах под давлением. В производстве химической древесной массы дефибрирование заменяется размолотом на дисковых мельницах (различного типа рафинерах) предварительно пропитанной или частично сваренной с химикатами щепы.

В производстве древесной массы выделяется много тепла и влаги как в помещениях пропитки и варки химической древесной массы, так и в дефибрерных цехах. Избыточное количество влаги и тепла выделяется также при сортировании и очистке древесной массы.

Шумом сопровождается работа электродвигателей дефибреров, размольного оборудования при производстве химической древесной массы и рафинирования отходов.

Производство тряпичной массы, состоящее из процессов сортировки тряпья, его варки, промывки, отбели и размола, может сопровождаться выделениями пыли (при сортировке), избыточного тепла от варочных котлов, газообразного хлора и паров хлористого водорода или тумана серной кислоты (при отбелке).

Пыль может образовываться также при распаковке кип макулатуры и загрузке ее в гидроразбиватели.

Технологический процесс производства бумаги заключается в приготовлении бумажной массы, отливе ее на бумагоделательной машине и отделке на отделочных станках.

Приготовление бумажной массы может сопровождаться загрязнением воздуха пылью: при загрузке кип целлюлозы в гидроразбиватели или ванны роллов; при приготовлении каолиновой суспензии и раствора глинозема; при транспортировке сырья или бумажного брака (срыва).

При варке клея для проклейки бумаги и ее упаковки выделяется много тепла и влаги. В залах бумагоделательных машин повышена температура и влажность из-за открытых сушильных частей машин. Бумагоделательные машины являются также источниками повышенного шума. Шум создает и работа размалывающих мель-



ниц типа гидрофайнеров, жорданов и рафинеров, и работа мощных вакуум-насосов в вакуум-отсасывающих системах бумагоделательных машин. В помещениях отделки бумаги воздух загрязняется волокнистой пылью от работы резательных машин.

На современных предприятиях производство бумаги является высокомеханизированным, т. е. насыщенным различными машинами и механизмами с большим числом вращающихся частей (особенно узлов с двумя валами, вращающимися навстречу друг другу) и поверхностей, нагретых выше  $100^{\circ}$ , с аппаратами, работающими под давлением, и подъемно-транспортными устройствами. Поэтому в производстве бумаги от персонала требуется особое внимание и осторожность при обслуживании оборудования и тщательное соблюдение правил его технической эксплуатации.

В производственных помещениях картонных фабрик санитарно-гигиенические условия аналогичны условиям производства бумаги. В них также может наблюдаться повышенная температура и влажность, загрязнение воздуха пылью, выделение тепла от горячих поверхностей, усиленный шум от работы машин, станков, вакуум-насосов и т. д.

Цехи производств, перерабатывающих бумагу и картон, могут различаться по своим санитарно-гигиеническим условиям. Общими для всех производств является высокая степень механизации, оснащение различными машинами и станками для перемотки и резки бумаги (картона) и нанесения на нее различных составов и покрытий. Технологические процессы переработки бумаги и картона связаны с применением различных веществ (красок, клеящих веществ, лаков, металлической пыли — пигментов и т. д.), способных загрязнять воздух производственных помещений. Много пыли может также образовываться при обработке картона и бумаги на режущем, штампующем и вырубном оборудовании. Применение силикатных клеев способствует в этих цехах образованию большого количества силикатной пыли.

В помещениях, где проводится сушка изделий (бумаг с покрытием, обоев, склеенных бумаг и гофрированного картона), могут наблюдаться повышенные температура и влажность воздуха.

На целлюлозно-бумажном предприятии серьезную опасность для обслуживающего персонала могут создавать режущие, штампующие и вырубные машины (станки), а также другие виды оборудования.

Древесно-волокнистые плиты изготовляют либо из специального древесно-волокнистого сырья, либо из отходов целлюлозного и древесно-массного производства. Производство плит состоит из процессов размола щепы, составления композиции, проклейки, отлива плит, их сушки и отделки.

Санитарно-гигиенические условия при производстве древесно-волокнистых плит могут быть не вполне благоприятными из-за повышенного выделения тепла и влаги. Возможно также загрязнение воздуха волокнистой пылью.

В клееварочном помещении при варке клея выделяется значительное количество паров. Опасны и дефибраторы, работающие под высоким давлением. В зале отлива древесно-волоконистых плит могут создаваться повышенные температура и влажность воздуха.

Производство электролитического каустика, хлора и водорода состоит из процессов растворения поваренной соли, очистки и нейтрализации рассола, а также электролиза ртутным и диафрагменным методами.

Вредность и опасность этого производства определяются:

1) в отделениях, работающих по ртутному методу (кроме цеха очистки рассола), — наличием ртути и ртутных солей;

2) в цехе растворения соли — повышенной влажностью;

3) в цехе очистки рассола — применением соляной кислоты, кальцинированной соды и повышенной влажностью;

4) в цехе электролиза: получением водорода и хлора, связанным с опасностью возникновения взрывов и загораний (при нарушениях технологического режима) в зале электролиза; наличием щелочи; применением электрического тока опасного напряжения; применением ртути, сернистого натрия, крепкой серной кислоты и каменноугольной смолы для пропитки графитовых электродов; образованием угольной пыли при обработке графитовых электродов; значительными выделениями тепла в процессе электролиза.

Анализ травматизма и исследования профессиональных вредностей в целлюлозно-бумажной промышленности показали, что виды опасностей и вредностей здесь весьма разнообразны. Всем этим опасностям и вредностям должны быть противопоставлены научно обоснованные организационно-технические методы предупреждения травматизма и профзаболеваний.

Ниже приведены основные организационно-технические мероприятия, направленные на предупреждение травматизма и профзаболеваний в целлюлозно-бумажной промышленности.

1. Санитарно-гигиенические требования к целлюлозно-бумажному предприятию. Сюда входит выполнение санитарных норм проектирования предприятий и санитарных правил содержания их в процессе эксплуатации, включая очистку промышленных выбросов (газов, сточных вод) и предупреждение профессиональных отравлений и заболеваний.

2. Безопасная организация и проведение технологических процессов. Сюда входит выбор способа производства и схемы технологического процесса, а также совершенствование технологических процессов в целях устранения опасных операций и замены их безопасными или менее опасными. Механизация тяжелых, трудоемких, вредных и опасных работ как основное средство обеспечения их безопасности, снижения травматизма и профзаболеваний. Организация работ в соответствии с правилами техники безопасности и технической эксплуата-

ции. Непрерывный надзор административно-технического персонала за всеми операциями, особенно за операциями, выполняемыми вручную, а также за транспортными, погрузочно-разгрузочными, ремонтными и бригадными операциями. Автоматизация основных процессов как средство безопасной организации производства.

3. Технический надзор за безопасностью оборудования. Имеется в виду изучение конструктивных недостатков оборудования и их устранение, а также обеспечение механической надежности оборудования: его прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и герметичности. Планово-предупредительный и текущий ремонт оборудования как средство предупреждения несчастных случаев. Технический надзор с целью предупреждения несчастных случаев при эксплуатации агрегатов, работающих под давлением (сосудов, паровых котлов, баллонов, цистерн) и подъемно-транспортных механизмов.

4. Оградительная техника, предохранительные приспособления и защитные устройства. Сюда относится широкое применение различных видов ограждений, автоматики и блокировки предохранительных ограждений, приспособлений и устройств, сигнализации и маркировки.

5. Средства индивидуальной защиты на производстве. Сюда входят: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха, кожных покровов, а также защита рабочих от падения с высоты.

## **Глава 5**

### **САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМУ ПРЕДПРИЯТИЮ**

#### **Санитарные нормы проектирования предприятий и санитарные правила их содержания**

Безопасные и безвредные условия труда на целлюлозно-бумажных предприятиях должны обеспечиваться не только при их эксплуатации, но и при проектировании и строительстве.

Общие требования к проектированию установлены «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» Н 101—54 и другими общесоюзными правилами, нормами и инструкциями, утвержденными Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства.

Основные требования к эксплуатации изложены в «Инструкции по санитарному содержанию промышленных предприятий», а также в других правилах, нормах и инструкциях, утвержденных Главной госсанинспекцией СССР.

Более подробные требования к устройству и содержанию целлюлозно-бумажных предприятий приведены в «Правилах и нормах техники безопасности и промышленной санитарии для проектирования, строительства и эксплуатации производств целлюлозно-бумажной промышленности».

Рассмотрим основные положения об устройстве и содержании целлюлозно-бумажных предприятий.

#### **Генеральный план и требования к производственной территории**

Площадка для строительства предприятия должна удовлетворять санитарным требованиям в отношении солнечного облучения (инсоляции) и естественного проветривания. Поэтому территорию предприятий планируют на кварталы правильной геометрической формы, разделенные системой заводских улиц.

Целлюлозно-бумажные предприятия должны быть расположены с подветренной стороны (по отношению к господствующим ветрам) к жилому поселку. Это определяется по так называемой «розе ветров», составленной по метеорологическим наблюдениям в данном районе за ряд лет (рис. 14). Направление ветра характеризуется век-



тором, который построен к центру по соответствующему румбу. Длина вектора соответствует повторяемости и силе ветра в данном направлении.

Предприятия должны быть отделены от границ жилых поселков так называемыми санитарно-защитными зонами, предназначенными для рассеивания промышленных газовых выбросов. В зависимости от выделяемых вредных веществ, условий технологического процесса и проводимых мероприятий по очистке вредных выбросов в атмосферу предприятия делятся на пять классов.

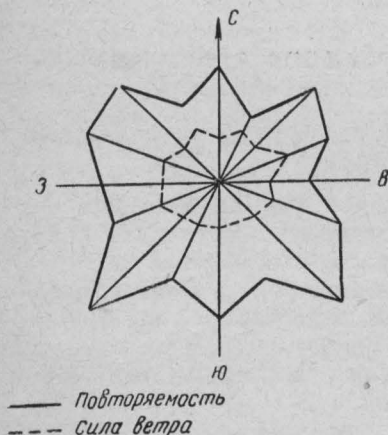


Рис. 14. «Роза ветров»

К первому классу (ширина санитарно-защитной зоны 1000 м) относятся: производства сульфатной и сульфитной целлюлозы, хлора, едкого натра и водорода (электролитическим способом), а также целлюлозно-бумажные комбинаты, производящие целлюлозу и бумагу. В случае размещения целлюлозного производства с наветренной стороны по отношению к жилому району ширину защитной зоны увеличивают до 2000 м.

Ко второму классу (ширина санитарно-защитной зоны 500 м) относится производство эфиров целлюлозы.

К третьему классу (ширина санитарно-защитной зоны 300 м) относится производство в количестве более 100 т в год: метилового спирта и скипидара из дерева; прессованных и намоточных изделий из бумаги и тканей, пропитанных фенолальдегидными смолами.

К четвертому классу (ширина санитарно-защитной зоны 100 м) относится производство в количестве до 100 т в год: бумаги из готовой целлюлозы и тряпья; прессованных и намоточных изделий из бумаги и тканей, пропитанных фенолальдегидными смолами.

К пятому классу (ширина санитарно-защитной зоны 50 м) относится производство бумаги и картона из макулатуры, а также из готовой целлюлозы и тряпья без отбелки.

В санитарно-защитной зоне разрешается располагать пожарные депо, бани, прачечные, помещения охраны, гаражи, склады, административно-служебные здания, торговые здания, столовые, амбулатории, а также жилые здания для аварийного персонала и охраны данного предприятия по установленному списочному составу.

При отсутствии естественных зеленых массивов санитарно-защитная зона должна быть озеленена и благоустроена. На ней должны быть проложены дороги (с покрытием и отводом ливневых вод), посажены в несколько рядов древесные насаждения парко-

вого типа и кустарники, посеяны многолетние травы. Выбор насаждений производится с учетом климатических и почвенных условий, пожарной безопасности, а также влияния выделяющихся газов. Поверхность территории выравнивают.

Предприятия целлюлозно-бумажного производства размещают с подветренной стороны к другим предприятиям, выделяющим меньше вредных паров, газов и т. п.

В наиболее благоприятном положении относительно корпусов, в которых производственные процессы связаны с выделением вредных веществ (варочных, кислотных, хлорных и регенерационных цехов) с учетом направления господствующих ветров (в теплый период времени), должны располагаться как объекты предзаводской зоны, так и корпуса производственного или вспомогательно-обслуживающего назначения, не связанные с выделением вредных паров, газов и др.

При расположении на берегу реки предприятие должно быть размещено ниже крупного населенного пункта, причем так, чтобы имеющиеся водозаборы были выше предприятия по течению реки, а сбросные канализационные системы — ниже предприятия по течению реки.

В тех случаях, когда по условиям производственной кооперации или по другим причинам завод необходимо располагать выше населенного пункта на расстоянии, не обеспечивающем самоочищения реки до его границы, следует предусматривать отвод фекальных и химически загрязненных стоков с выпуском их ниже населенного пункта. При этом самоочистная способность реки должна быть обоснована специальными исследованиями.

В границах территории предприятия рельеф местности не должен иметь замкнутых оврагов, котлованов и неспланированных выемок грунта, которые могут стать местом скопления тяжелых газов и паров.

При необходимости организации отвала для отходов вследствие невозможности их утилизации места для отвалов следует располагать за пределами предприятий, как правило, на неудобных для другого использования территориях.

В целях обеспечения надлежащей аэрации и инсоляции территории предприятия системой заводских улиц делят на кварталы правильной геометрической формы.

Для повышения плотности застройки, а также для упрощения генерального плана следует:

- 1) размещать в каждом квартале один или несколько комплексов производств с замкнутым технологическим процессом, не разбрасывая связанные между собой цеха по разным кварталам;
- 2) придерживаться простых, прямоугольных форм конфигурации отдельных цехов и сооружений по возможности без выступающих частей;
- 3) предусматривать минимальное число вводов железнодорожных путей в здание;

4) рекомендовать максимально возможное блокирование зданий производственного, вспомогательного, обслуживающего и складского назначения, включая административно-конторские и бытовые помещения.

В соответствии с «Указаниями по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений с целью снижения стоимости строительства» во всех случаях, когда это возможно по технологии производства и климатическим условиям, следует размещать технологическое и энергетическое оборудование на открытых площадках (наружные установки) с применением при необходимости местных укрытий.

Из технологического оборудования целлюлозно-бумажного производства на открытых площадках можно монтировать; резервуары для щелоков, кислот, горячей и теплой воды; выдувные резервуары; регенерационные цистерны; теплоулавливающие установки системы Розенблад; парожекторные установки; аккумуляторы для массы; аппараты окислительных установок для черного щелока и др.

Для возможности последующего расширения здания все оборудование, располагаемое снаружи, устанавливают либо с одной продольной его стороны, либо у торцовых стен с тем, чтобы вторая продольная сторона здания могла быть расширена.

Все внешние надземные, наземные и подземные коммуникации в этом случае подводят к зданию со стороны, противоположной стороне, подлежащей расширению.

При проектировании внутризаводских путей и устройств железнодорожного транспорта следует:

1) стремиться к наиболее простой схеме путей с минимальным их числом;

2) не предусматривать, как правило, сооружения постоянных монтажных путей;

3) осуществлять вводы железнодорожных путей в цеха с наименьшими потерями площади, обслуживаемой мостовыми кранами, приближая их к наружной стене цеха, и проектировать, как правило, тупиковыми; сквозные пути допускать в специальных зданиях приемных устройств, рассчитанных на маршрутную постановку грузов;

4) применять прогрессивные типы локомотивов (тепловозы, электровозы и мотовозы) с учетом необходимости использования местных энергоресурсов, а также вида тяги на железной дороге общей сети;

5) применять на погрузочно-разгрузочных фронтах малые маневровые средства (лебедки, толкатели и т. п.) взамен локомотивов.

Погрузку и разгрузку химикатов и сыпучих материалов (например, каолина), в которых не допускается присутствие загрязнений и пылящих материалов (извести, колчеданного огарка и др.), следует производить в закрытых помещениях.

Железнодорожные пути к погрузочно-разгрузочным фронтам не должны загромождаться посторонними предметами в пределах габарита приближения строений.

Проезды и проходы на территории предприятия должны иметь твердое покрытие с водоотводами. Водостоки (канавы, лотки и др.) для отвода воды следует регулярно прочищать.

В местах пересечения заводских железнодорожных путей широкой и узкой колеи с пешеходными и автомобильными дорогами устраивают переходы и переезды через рельсовые пути на одном или разных уровнях.

Переходы и переезды на одном уровне оборудуют:

1) настилом на рельсовом пути на уровне головки рельса и необходимым ограждением;

2) автоматической светозвуковой сигнализацией, автоматическими шлагбаумами и предупредительными или световыми знаками в зависимости от интенсивности движения.

При массовых людских потоках, а также при интенсивном железнодорожном и автомобильном движении устраивают пересечения на разных уровнях в виде путепроводов и переходных мостов.

Территория предприятия должна содержаться в чистоте. Проезды и проходы, пути механизированного транспорта и площадки территории завода должны быть обязательно освещены в ночное время.

Проезды и проходы, примыкающие к заводским помещениям, должны иметь указатели. В летнее время эти проезды и проходы поливают водой, в зимнее — очищают от снега, а в случае обледенения посыпают песком.

Все находящиеся на производственной территории люки, ямы и колодцы закрывают или соответствующим образом ограждают.

### **Требования к производственным зданиям и бытовым помещениям**

Согласно Н 101—54 объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее  $13 \text{ м}^3$ , а площадь помещения — не менее  $4 \text{ м}^2$ . Высота производственных помещений должна быть не менее  $3,2 \text{ м}$ . В основных технологических цехах целлюлозно-бумажных предприятий объем помещения и площадь на одного работающего превышают указанные нормы.

Технологические процессы, сопровождающиеся загрязнением воздуха рабочей зоны вредными выделениями (газом, влагой, пылью, паром), должны располагаться в изолированных помещениях, соответствующих особенностям данного производства.

При объединении (блокировке) в одном здании цехов с различными санитарно-гигиеническими условиями более вредные участки следует изолировать от менее вредных.

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации, ремонта и чистки оборудования предусмотрены монтажные проемы, особые



4) рекомендовать максимально возможное блокирование зданий производственного, вспомогательного, обслуживающего и складского назначения, включая административно-конторские и бытовые помещения.

В соответствии с «Указаниями по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений с целью снижения стоимости строительства» во всех случаях, когда это возможно по технологии производства и климатическим условиям, следует размещать технологическое и энергетическое оборудование на открытых площадках (наружные установки) с применением при необходимости местных укрытий.

Из технологического оборудования целлюлозно-бумажного производства на открытых площадках можно монтировать; резервуары для щелоков, кислот, горячей и теплой воды; выдувные резервуары; регенерационные цистерны; теплоулавливающие установки системы Розенблад; парожекторные установки; аккумуляторы для массы; аппараты окислительных установок для черного щелока и др.

Для возможности последующего расширения здания все оборудование, располагаемое снаружи, устанавливают либо с одной продольной его стороны, либо у торцовых стен с тем, чтобы вторая продольная сторона здания могла быть расширена.

Все внешние надземные, наземные и подземные коммуникации в этом случае подводят к зданию со стороны, противоположной стороне, подлежащей расширению.

При проектировании внутризаводских путей и устройств железнодорожного транспорта следует:

1) стремиться к наиболее простой схеме путей с минимальным их числом;

2) не предусматривать, как правило, сооружения постоянных монтажных путей;

3) осуществлять вводы железнодорожных путей в цеха с наименьшими потерями площади, обслуживаемой мостовыми кранами, приближая их к наружной стене цеха, и проектировать, как правило, тупиковыми; сквозные пути допускать в специальных зданиях приемных устройств, рассчитанных на маршрутную поставку грузов;

4) применять прогрессивные типы локомотивов (тепловозы, электровозы и мотовозы) с учетом необходимости использования местных энергоресурсов, а также вида тяги на железной дороге общей сети;

5) применять на погрузочно-разгрузочных фронтах малые маневровые средства (лебедки, толкатели и т. п.) взамен локомотивов.

Погрузку и разгрузку химикатов и сыпучих материалов (например, каолина), в которых не допускается присутствие загрязнений и пылящих материалов (извести, колчеданного огарка и др.), следует производить в закрытых помещениях.

Железнодорожные пути к погрузочно-разгрузочным фронтам не должны загромождаться посторонними предметами в пределах габарита приближения строений.

Проезды и проходы на территории предприятия должны иметь твердое покрытие с водоотводами. Водостоки (канавы, лотки и др.) для отвода воды следует регулярно прочищать.

В местах пересечения заводских железнодорожных путей широкой и узкой колеи с пешеходными и автомобильными дорогами устраивают переходы и переезды через рельсовые пути на одном или разных уровнях.

Переходы и переезды на одном уровне оборудуют:

1) настилом на рельсовом пути на уровне головки рельса и необходимым ограждением;

2) автоматической светозвуковой сигнализацией, автоматическими шлагбаумами и предупредительными или световыми знаками в зависимости от интенсивности движения.

При массовых людских потоках, а также при интенсивном железнодорожном и автомобильном движении устраивают пересечения на разных уровнях в виде путепроводов и переходных мостов.

Территория предприятия должна содержаться в чистоте. Проезды и проходы, пути механизированного транспорта и площадки территории завода должны быть обязательно освещены в ночное время.

Проезды и проходы, примыкающие к заводским помещениям, должны иметь указатели. В летнее время эти проезды и проходы поливают водой, в зимнее — очищают от снега, а в случае обледенения посыпают песком.

Все находящиеся на производственной территории люки, ямы и колодцы закрывают или соответствующим образом ограждают.

### **Требования к производственным зданиям и бытовым помещениям**

Согласно Н 101—54 объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее  $13 \text{ м}^3$ , а площадь помещения — не менее  $4 \text{ м}^2$ . Высота производственных помещений должна быть не менее  $3,2 \text{ м}$ . В основных технологических цехах целлюлозно-бумажных предприятий объем помещения и площадь на одного работающего превышают указанные нормы.

Технологические процессы, сопровождающиеся загрязнением воздуха рабочей зоны вредными выделениями (газом, влагой, пылью, паром), должны располагаться в изолированных помещениях, соответствующих особенностям данного производства.

При объединении (блокировке) в одном здании цехов с различными санитарно-гигиеническими условиями более вредные участки следует изолировать от менее вредных.

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации, ремонта и чистки оборудования предусмотрены монтажные проемы, особые

площадки, стационарные или передвижные подъемно-транспортные и такелажные приспособления и устройства.

Требования к взрывоопасным помещениям (цехи получения скипидара, одоранта сульфана, флотомасла, водорода, двуокиси хлора, гранитоля и др.) изложены в разделе «Конструктивно-строительные противопожарные мероприятия» (стр. 470).

Состав бытовых помещений определяют в соответствии с санитарной характеристикой производственных процессов. Все производственные процессы в зависимости от их санитарной характеристики делят на три основные группы (I, II, III), каждая из которых подразделяется на подгруппы (Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb и др.).

Для I группы характерны общие бытовые помещения: гардеробные, душевые и умывальные.

Во II группу, кроме общих помещений, входят специальные бытовые помещения (например, помещения для обеспыливания и сушки рабочей одежды).

Для III группы характерны пропускники (включающие гардеробные, душевые и умывальные) со специальными камерами для дезинфекции и обезвреживания рабочей одежды.

Такие бытовые помещения, как уборные, прачечные, курительные, а также комнаты для кормления грудных детей и помещения для личной гигиены женщин, устраивают в надлежащих случаях независимо от санитарной характеристики производственного процесса.

Бытовые помещения рекомендуется максимально приближать к рабочим местам. В цехах и зданиях с относительно чистыми производственными процессами (группа Ib по санитарной характеристике производственных процессов) гардеробные и умывальные разрешается размещать внутри цехов с использованием свободной площади без изоляции (но с ограждением) от производственных цехов. К группе Ib относятся следующие цехи: очистные; массоподготовительные и отделочные; сгущения и аккумуляирования массы; резки и упаковки целлюлозы, бумаги и картона; производства бумаги потребительских форматов, школьных тетрадей, бытовых и санитарно-гигиенических бумаг; обоев; беловых товаров из бумаги, картона и их отходов; древесно-волоконистых плит.

При проектировании бытовых помещений рекомендуется применять прогрессивные виды санитарно-технического оборудования. К таким видам относится следующее оборудование: круглые групповые умывальники с педальным управлением и веерным распылом воды от группового смесителя; групповые душевые установки на четыре места с квадратными кабинами и на пять мест с секторными кабинами, поддонами и шарнирными регулируемые душевыми сетками; клозетные чаши — керамические напольные со смывными кранами; керамические настенные писсуары с цельноотлитыми сифонами и устройствами для автоматического смыва и др.

В состав бытовых помещений основных производственных цехов и общезаводских механических мастерских входит комната для

инструктирования рабочих и проведения технического обучения.

Для работающих на открытых и закрытых, но неотапливаемых складах (склады технологического сырья, металла, материалов и т. п.), а также для рабочих, занятых уборкой территории, ремонтом дорог, железнодорожных путей и погрузочно-разгрузочными операциями, должны быть оборудованы помещения для обогрева.

Для лиц с особо вредными условиями труда в заводских столовых предусмотрено отделение лечебно-профилактического питания (горячие завтраки по рациону 5 для рабочих и ИТР отделений электролиза ртутным методом и № 2 для рабочих и ИТР отделений электролиза диафрагменным методом) и помещения для хранения и раздачи молока (молокораздаточный пункт), оборудованные холодильниками и др.

Для оказания немедленной медицинской помощи целлюлозно-бумажные предприятия обеспечены здравпунктами, которые располагаются либо в отдельных зданиях, либо в первых этажах вспомогательных и производственных зданий с удобным подъездом для санитарной машины. Расположение и размеры дверей в помещениях здравпункта должны обеспечивать возможность переноски больных на носилках.

Общезаводские здравпункты, как правило, должны располагаться вблизи особо опасных в отношении травматизма цехов. Допускается расположение общезаводского здравпункта рядом с проходной, если расстояние от нее до наиболее удаленного здания не превышает 800 м.

На целлюлозно-бумажных предприятиях в состав помещений здравпунктов входят: вестибюль; перевязочные (гнойная и чистая); кабинет для приема больных; комнаты для дежурного медицинского персонала, физиотерапии, автоклава, хранения перевязочных материалов; кабинет заведующего здравпунктом; гардеробная для медицинского персонала; комната для медицинских процедур; уборная, душевая, ванная; комнаты для ларингологического ингалятория и профилактического кислородного ингалятория.

Общезаводской здравпункт круглые сутки обеспечен дежурным транспортом для перевозки в лечебные учреждения пострадавших от несчастного случая и заболевших.

В связи с существованием газовой опасности целлюлозные заводы, потребляющие природный газ, жидкий хлор, сернистый ангидрид и аммиак, должны иметь газоспасательный пункт (см. главу 9).

Для очистки загрязненной продуктами производства спецодежды предприятия должны иметь прачечную с отделениями обеспыливания, дегазации и химической чистки. Прачечную обычно располагают вне территории промышленной площадки в одном комплексе с прачечной коммунального назначения.

В составе бытовых помещений производства электролитического хлора, каустика и водорода, одоранта сульфана, макулатурной



и тряпичной массы, а также складов угля и топливоподачи должны входить пропускники с гардеробной, душевыми и умывальными, а также с помещениями для обезвреживания и обеспыливания рабочей одежды.

Для рабочих, выполняющих так называемые мокрые процессы (рабочие лесных рейдов, бирж, складов тростника, соломы и др.), устраивают помещения для сушки рабочей одежды.

Промышленная санитария предъявляет соответствующие требования к строительным конструкциям и отделочным работам. Здания, содержащие оборудование, в котором происходят процессы со значительными выделениями газов, тепла и пара (печные цехи и отделения), должны иметь кровлю, позволяющую устраивать аэрационные фонари. Такие фонари с устройством для отвода конденсата остеклены армированным стеклом.

Стены, полы и потолки отапливаемых помещений выполняют так, чтобы исключить возможность образования конденсата на их внутренних поверхностях.

Стены и потолки рабочих помещений делают гладкими, с максимальным закруглением горизонтальных углов. На стены, потолки, внутренние конструкции наносят покрытия, защищающие их от воздействия химических веществ и допускающие легкую очистку поверхностей.

В отделениях с интенсивным пылеобразованием (склады серы, колчедана, сульфата, извести; дробильное, размольное и печное отделения кислотных цехов; отделение сухих электрофильтров) во избежание попадания пыли в соседние помещения должны быть установлены (в проемах для прохода) двери с пружинами.

Если в залах бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин необходимо устройство подвесных потолков, то для уменьшения веса поддерживающих конструкций, повышения их коррозиестойчивости и долговечности, в качестве основного материала следует применять листы из алюминиевых сплавов или пластических материалов.

Поверхности покрытий, стен и колонн надлежит окрашивать в светлые тона.

Во всех производственных помещениях оконные проемы должны иметь фрамуги, снабженные механизмами для их открывания с пола или с рабочих площадок. В целях предупреждения коррозии эти механизмы необходимо регулярно смазывать или выполнять из некорродирующих материалов. Для проведения периодического осмотра, ремонта и очистки окон и фонарей должны быть предусмотрены такие приспособления, как мостики, балконы, подвесные люльки и пр.

В тех цехах, где производственные процессы связаны со значительным выделением пыли, не должно быть большого числа выступающих элементов, на которых она может скапливаться.

На целлюлозно-бумажных предприятиях полы следует делать из водонепроницаемых и коррозиестойчивых материалов, гладкие

и несколько иные, с уклоном для стока и отвода жидкости, так как в ряде цехов на пол попадает значительное ее количество. Мостики, переходы и площадки должны быть изготовлены из рифленого или сетчатого железа.

Входы в помещение должны иметь удобный и безопасный проход к рабочим местам.

Запрещается использовать для массового пропуска людей ворота с железнодорожными или узкоколейными путями. Главные входы и выходы в зданиях следует располагать так, чтобы они не были направлены в сторону близлежащих железнодорожных путей. Если это невозможно, то между выходом из здания и железной дорогой должны быть устроены ограждения.

При проектировании и строительстве помещений для производства электролитического хлора, каустика и водорода, связанного с применением металлической ртути, а также «ртутных» комнат в лабораториях, мастерских КИП и в других местах необходимо соблюдение ряда условий. К материалам и устройству полов, стен, потолков и других конструкций этих помещений предъявляют следующие требования:

1) поверхность пола должна быть гладкой и глянцевитой, с уклоном, обеспечивающим беспрепятственное смывание ртути к местам ее сбора;

2) покрытие пола не должно адсорбировать паров ртути и допускать проникновения ее частиц сквозь «одежду» пола;

3) покрытие пола в «ртутных» комнатах рекомендуется выполнять: из бетона в виде монолита или в виде отдельных плит с жестким подстилающим слоем; из пластика или метлахских плиток;

4) стены, двери и окна должны быть гладкими; места стыков стен между собой, с потолком и полом должны быть закругленными для удобства уборки помещения;

5) на окна, двери и стены следует наносить покрытия, не сорбирующие ртуть (нитрозмалевые краски, нитролаки, перхлорвиниловые лаки, двойное покрытие масляной краской на натуральной олифе с содержанием 5%-ной серы, глазированные плитки).

Предъявляют также требования к материалу и типу ограждающих конструкций. Например, в помещениях с расчетной влажностью до 45% включительно и тепловыделениями, превышающими теплотери на  $20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{час}$  и более, наружные стены на уровне выше 2,4 м от пола при конвекционных тепловыделениях устраивать неутепленными, но с плотными стыками (например, железобетонные панели), а оконные переплеты выше указанного уровня — с одинарным остеклением.

Отапливаемые здания разбивают на группы в зависимости от их производственного назначения и характера проводимых в них технологических процессов (от температуры и относительной влажности воздуха). Толщину ограждающих конструкций (толщину

стен) выбирают в соответствии с группой здания и расчетной наружной температурой.

### Предупреждение профессиональных отравлений и заболеваний

В этом разделе рассмотрены лишь общие профилактические мероприятия, вытекающие главным образом из многочисленных работ, выполненных кафедрой техники безопасности ЦБП по исследованию воздушной среды на целлюлозно-бумажных предприятиях.

Для безопасной работы большое значение имеет поддержание вакуума как в системах, так и в коммуникациях. Например, во время приготовления сырой кислоты в производстве сульфитной целлюлозы вся система (до эксгаустера) должна находиться под разрежением. Даже при кратковременной остановке эксгаустера выделение сернистого ангидрида во всех производственных помещениях может оказаться аварийным. Поэтому для обеспечения безопасной работы в кислотном цехе нужно предусмотреть дополнительные эксгаустеры с автоматическим переключателем, а также подвод аварийного кабеля от других подстанций.

Для борьбы с воздействием особо вредных веществ на организм человека большое значение имеет замена (там, где это возможно) вредного продукта безвредным или менее вредным. Например, при получении красок свинцовые белила заменяют цинковыми и титановыми. Бензол заменяют другими растворителями.

Сухая пескоструйная очистка металлоизделий может быть заменена более совершенными способами, такими, как дробеструйные, дробеметные, гидроочистка и гидropескочистка.

Исследования воздушной среды, выполненные кафедрой техники безопасности ЦБП на ряде предприятий целлюлозно-бумажной промышленности и охватывающие все виды производства, позволили разработать конкретные оздоровительные мероприятия по цехам и рабочим местам. Рассмотрим основные оздоровительные мероприятия, являющиеся общими для всех видов целлюлозно-бумажного производства:

- 1) тщательная герметизация оборудования, коммуникаций (газо-кислотно-щелочепроводов), запорных приспособлений (вентилей, кранов, задвижек), фланцевых соединений и всевозможных фасонных частей с целью недопущения каких бы то ни было неплотностей;

- 2) своевременное и качественное выполнение планово-предупредительного и текущего ремонта оборудования и коммуникаций;

- 3) правильное ведение технологических процессов и выполнение технологических режимов;

- 4) механизация, герметизация и автоматизация процессов, связанных с приготовлением, перегрузкой, дозировкой и сортировкой химических вредных веществ;

5) правильно организованная естественная вентиляция или аэрация;

6) механическая вентиляция с обязательным устройством (в необходимых случаях) местных отсосов газов, паров и пыли, систематическая проверка эффективности действия вентиляционных установок для упорядочения их работы, в частности для приведения мощности существующих вентиляционных установок в соответствие с проектами;

7) выполнение всех инструкций и правил по производственной санитарии;

8) систематическое исследование воздушной среды в цехах силами лаборатории или санитарно-эпидемиологических станций с целью быстрого приведения воздушной среды в соответствие с действующими нормами.

Кроме того, оздоровление условий труда должно достигаться путем постоянного совершенствования технологических процессов и модернизации оборудования на базе современных достижений науки и техники.

Мероприятиями, направленными на уменьшение тепловых излучений в рабочую зону, являются: рациональная расстановка технологического оборудования в горячих цехах и применение различных теплоизолирующих устройств.

Теплоизоляция трубопроводов и отдельного оборудования снижает температуру наружной нагретой поверхности вследствие создания дополнительного термического сопротивления на пути теплового потока. Сопротивление может быть создано за счет как малой теплопроводности, так и лучеотражающей способности изолирующего материала. Для теплоизоляции применяют инфузорную землю, кизельгур, шлаковую вату, древесные опилки, а также смесь асбеста с различными глинами, пластмассами, слюдой и др. Изоляцию наносят сплошным непрерывным слоем или выполняют в виде сегментов и пластин, накладываемых на поверхности, подлежащие изоляции.

Одним из распространенных способов борьбы с тепловым излучением является экранировка излучающих поверхностей материалами, плохо проводящими или отражающими тепло.

Для большинства цехов целлюлозно-бумажного производства температура воздуха в рабочей зоне предусматривается в пределах 16—20° С. При наличии производственного избыточного тепла, компенсирующего теплопотери помещения при наружной расчетной температуре воздуха для отопления, необходимо устанавливать только так называемое дежурное отопление для поддержания температуры помещения + 5° на случай перерыва в работе цехов.

Отопление (постоянно действующее или дежурное) устраивают при помощи местных нагревательных приборов, отопительно-вентиляционных агрегатов или отопительно-вентиляционных систем. В производственных помещениях допускается использование для



совмещенного отопления и вентиляции перегретого приточного воздуха. Температура воздуха при подаче его на высоте более 3,5 м от пола не должна превышать  $+ 70^{\circ}$ , при подаче его в рабочую зону на расстоянии более 2 м от работающего  $+ 45^{\circ}$  и на расстоянии менее 2 м от работающего  $+ 25^{\circ}$ .

В большинстве цехов целлюлозно-бумажного производства применяется воздушная система отопления, совмещенная с приточной вентиляцией. В древесно-подготовительных цехах воздушное отопление устраивают не только за счет приточной вентиляции, но и за счет воздушных завес; в печном отделении кислотного цеха с использованием тепла печей; в сушильных цехах от системы теплорегенерационных установок.

Дежурное отопление с переключением приточных вентиляционных агрегатов на полную рециркуляцию устраивают в варочных и промывных цехах, в выпарном цехе, а также в цехе каустизации и регенерации известкового шлама.

Выделение газа и пыли в цехах можно предотвратить при помощи следующих мероприятий. На случай внезапной остановки цеха предусматривается прокладка газохода от печей кислотного цеха к трубе для выброса газа в верхние слои атмосферы.

Для снижения пылевыведения флотоколчедана при транспортировке со склада (или от сушильных барабанов) к печам кислотного цеха следует поддерживать влажность его не ниже 1,5—3%.

Во избежание пыления при пуске сушильного барабана необходимо полностью освобождать его от флотационного колчедана перед каждой остановкой.

При проектировании транспорта огарка от печей для обжига флотационного колчедана во взвешенном состоянии или в «кипящем» слое и от вспомогательного оборудования (от сухих электрофильтров, циклонов, сухих скрубберов и т. п.) предпочтение следует отдавать гидравлическому способу удаления огарка, как наиболее простому и создающему благоприятные условия в санитарном отношении.

Кислотные башни или абсорберы для получения башенной кислоты, а также хвостовые башни и другие источники выделения  $\text{SO}_2$  следует рассчитывать так, чтобы суммарные концентрации выбросов непоглощенного сернистого ангидрида в атмосферу (в зоне дыхания) не превышали предельно допустимых концентраций в воздухе населенных мест.

Для снижения тепловыделений в помещении и предупреждения ожогов рекомендуется:

- 1) печи для обжига флотоколчедана во взвешенном состоянии или в «кипящем слое», а также серные печи должны быть оборудованы вентиляционными кожухами для охлаждения поверхности печи воздухом;

- 2) у серных стационарных печей рекомендуется переднюю торцовую стенку выполнять так, чтобы она охлаждалась воздухом, вдуваемым в печь,

Газовые выбросы кислотного, варочного и других цехов, в зависимости от концентрации, системой вентиляционных коммуникаций направляют либо непосредственно в атмосферу, либо сначала в хвостовую башню для допоглощения сернистого ангидрида, а затем в атмосферу.

Спежи, предназначенные для опоражнивания варочных котлов выдувкой, должны быть оборудованы устройствами, предупреждающими выброс в атмосферу паров вскипания, содержащих сернистый ангидрид с концентрацией выше допустимой нормы. Для этой цели применяют абсорбционный метод (см. раздел очистки газовых выбросов).

Дурнопахнущие стоки с вредными выделениями должны, как правило, сбрасываться в канализацию через гидрозатворы, причем участки внутрицеховой канализации, принимающие эти стоки, до выпускного колодца должны быть закрытыми (рекомендуется выполнять их из труб).

К стокам с вредными выделениями относятся: 1) сточные воды, содержащие сернистый ангидрид (стоки от скрубберов, дренажи от газоходов, переливы от сборников селеносодержащего конденсата, селеновых камер, переливы от гидрозатворов на линиях газоходов; 2) стоки от реакторов для приготовления двуокиси хлора и т. п.

Выпускной колодец в этом случае должен быть изолирован от открытой (негерметичной) канализации цеха гидрозатворами и иметь естественную вытяжку, а также подвод воды, гарантирующий работу гидрозатвора.

Для защиты наружной канализации от воздействия агрессивных сточных вод их перед выпуском из цеха нейтрализуют известковым молоком или другим реагентом, в зависимости от характера стоков.

Для поглощения лучей используются: водяные завесы, щиты и экраны из асбеста, шлаковой ваты, совелита и др.

Экраны, предназначенные для отражения падающего теплового потока, изготавливают из алюминия, алюминиевой фольги, белой жести и др.

Альфель, или мягкую алюминиевую фольгу, применяют толщиной в  $0,01 + 0,08$  мм. Экран из альфеля легок по весу и обладает высокой отражающей способностью. Температурный предел применения альфеля —  $350^{\circ}\text{C}$  на его поверхности. Экраны применяют однослойные и многослойные.

В однослойном экране альфель наклеивают при помощи силикатного клея на асбестовый картон, фанеру, металлическую сетку и др.; в многослойном — листы альфеля натягивают на рамки или альфель применяют в смятом (иногда рифленом) виде.

Одинарный экран практически не пропускает лучистого тепла при следующих интенсивностях облучения в  $\text{кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ :

Алюминий . . . . .	8
Альфель на фанере . . . . .	7
Альфель на асбесте . . . . .	4
Белая жесьть . . . . .	3

При более мощных лучистых потоках следует применять двух- и трехслойные экраны.

Мерами борьбы с профессиональными отравлениями и заболеваниями являются также средства личной защиты, спецодежда, вентиляционные устройства и другие, о которых сказано в соответствующих разделах данной главы и главы 9.

### Производственное и хозяйственно-питьевое водоснабжение

Проектируемые предприятия целлюлозно-бумажной промышленности должны располагаться на мощных водоемах (реках, озерах), что обусловливается необходимостью: больших расходов воды на производственные нужды, сбросов сточных вод и поставок древесины водным путем в течение всего навигационного периода.

При выборе источника водоснабжения следует иметь в виду, что чем выше качество исходной воды, тем меньше потребуются расходы, связанных с водоподготовкой, тем ниже будет стоимость гидросооружений.

Предприятие целлюлозно-бумажной промышленности должно быть обеспечено водой на производственные, противопожарные и хозяйственно-питьевые нужды. В зависимости от профиля предприятия и требований, предъявляемых к качеству производственной воды, на целлюлозно-бумажном комбинате могут быть следующие системы водоснабжения: свежей воды, механически очищенной, фильтрованной, умягченной, обессоленной, теплой воды, холодной воды.

Свежая (речная) вода используется на производстве после очистки на грубых решетках и вращающихся сетках, устанавливаемых в приемных камерах водозаборных сооружений.

Для получения механически очищенной воды исходная (речная) вода проходит тонкую очистку на сетчатых вращающихся барабанах.

Фильтрованную воду получают в результате обработки обычной воды в отстойниках с предварительной коагуляцией и фильтрацией ее на скорых фильтрах.

Подготовку умягченной и обессоленной воды проводят на химводоочистке ионообменным способом на ионитовых фильтрах с предварительным осветлением. Умягчение на катионитовых фильтрах считается экономически оправданным при содержании соли в воде не более 700 мг/л, считая по минеральным солям.

При глубоком обессоливании с обескремниванием необходимо применение высокоосновных анионитов, так как низкоосновные аниониты кремний не улавливают. Дефицитность и значительная стоимость высокоосновных анионитов и каустика резко повышают стоимость очистки воды (15 — 30 коп. за 1 м<sup>3</sup> воды при стоимости очистки 1 м<sup>3</sup> хозяйственно-питьевой воды 2 коп.).

На нужды производства используют теплую воду после теплообменной аппаратуры (спиртозавода и др.).

Для получения холодной воды с постоянной температурой используют грунтовые воды, а при их отсутствии или недостаточном количестве подготовку холодной воды ведут на аммиачно-холодильных установках.

При расположении предприятия на реке водозаборные сооружения производственного водоснабжения располагают выше рейда по течению реки. При расположении предприятия на озере водозаборные сооружения располагают вне зоны загрязнения рейда, по другую сторону промплощадки от места выпуска производственных сточных вод. Оголовок самотечных труб выносят на глубину, предохраняющую его от попадания песка и ила при взмучивании волной прибрежной полосы.

Все очистные сооружения по подготовке воды блокируют в одном здании, располагаемом на территории предприятия вблизи основных потребителей.

При блокировании нескольких производственных помещений в одном блоке не разрешается размещать хлораторную внутри других помещений. Хлораторная должна помещаться в первом этаже, быть изолированной от других помещений, иметь непосредственный выход на улицу и вентиляционную установку.

Производственные водопроводные сети на промплощадке изготовляют из чугунных, стальных, асбестоцементных и других материалов. Трубы больших диаметров укладывают в земле так, чтобы ось трубы находилась на глубине промерзания.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения предприятия и поселка должны быть грунтовые (подземные) воды и только в случае их недостаточного дебита или плохого качества можно использовать для этой цели открытые водоемы, согласовав предварительно этот вопрос с Госсанинспекцией. При использовании открытым источником хозяйственно-питьевого водоснабжения местоположение водозаборных сооружений и методы очистки воды согласовывают с Госсанинспекцией.

В этом случае водозаборные сооружения должны располагаться выше (по течению реки) поселка, предприятия, рейда и иметь зону санитарной охраны.

При расположении предприятия на реке поселок должен располагаться выше (по течению реки) предприятия.

Фильтроотстойные сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения, как правило, должны располагаться в поселке, поскольку его население является основным потребителем хозяйственно-питьевой воды и на территории поселка проще организовать зону санитарной охраны сооружений.

Водоснабжение предприятия хозяйственно-питьевой водой осуществляют обычно от поселковой сети. Хозяйственно-питьевая сеть должна состоять из чугунных труб, прокладываемых в земле ниже глубины промерзания.

Соединение хозяйственно-питьевой сети с производственными водопроводами на целлюлозно-бумажном предприятии недопустимо



по санитарным и экономическим соображениям. Расход хозяйственно-питьевых вод не превышает 0,5—1% от производственного расхода, поэтому затраты на хлорирование были бы весьма высокими. Хозяйственно-питьевую сеть проводят на всей территории промплощадки, включая склады лесных материалов, тростника, соломы и причал.

При выборе в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения грунтовых (подземных) вод необходимо, чтобы они были прикрыты водонепроницаемым грунтом достаточной мощности, а направление движения потока грунтовых вод было от намечаемого места расположения скважин в сторону поселка и предприятия.

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в цехах со значительными тепловыделениями (более 20 ккал/м<sup>3</sup>·час) составляют 35 л в смену на одного человека, а в остальных цехах — 25 л. Раздача питьевой воды из хозяйственно-питьевого водопровода производится при помощи питьевых фонтанчиков или через водоразборные краны. Расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или водоразборных кранов не должно превышать 75 м.

В цехах с большими тепловыделениями должно быть организовано снабжение рабочих газированной водой на специально оборудованных установках для автоматического, полуавтоматического или ручного сатурирования. Для снабжения рабочих, занятых в таких цехах, где летом температура воздуха выше наружной, должна быть приготовлена подсолённая вода из расчета 5 г поваренной соли на 1 л воды. Температура питьевой воды должна быть не выше 20° и не ниже 8°. Питьевые бачки изготовляют из легко очищаемых и дезинфицируемых материалов. Воду в бачках ежедневно заменяют свежей, а бачки регулярно промывают горячей водой и дезинфицируют.

### Очистка промышленных выбросов

В нашей стране для обеспечения санитарной охраны внешней среды (атмосферного воздуха, воды и почвы) от загрязнений промышленными выбросами проводят ряд общегосударственных законодательных мероприятий. В этом отношении особо важное значение имеет Закон об охране природы в РСФСР, принятый на III сессии Верховного Совета РСФСР 27 октября 1960 г.

Новой программой КПСС предусматривается благоустройство быта путем «... проведения системы мероприятий по дальнейшему оздоровлению условий жизни в городах и других населенных пунктах, включая их озеленение, обводнение, решительную борьбу с загрязнением воздуха, почвы и воды».<sup>1</sup> В ряде случаев эти мероприятия должны носить международный характер. Это относится в первую очередь к вопросу обезвреживания радиоактивных отходов при использовании атомной энергии.

<sup>1</sup> Материалы XXII съезда КПСС, М., Госполитиздат, 1961, стр. 391.

Очистные сооружения являются неотъемлемой частью технологической схемы производства и должны проектироваться и сооружаться одновременно с основным технологическим оборудованием того или иного предприятия.

Учитывая весьма значительное загрязнение атмосферного воздуха и воды промышленными выбросами целлюлозно-бумажных предприятий, постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ликвидации отставания целлюлозно-бумажной промышленности» проблема очистки промышленных выбросов отнесена к разряду научных проблем, на которых должно быть сосредоточено особое внимание.

Советским законодательством запрещается вводить в действие предприятия и установки, не оборудованные необходимыми очистными устройствами. При проектировании очистных сооружений желательно предусматривать использование уловленных продуктов.

### Очистка газовых выбросов

Для тонкой очистки газовых выбросов используют конденсационный и абсорбционный методы.

Метод конденсации паров вредных веществ применим только при высокой парциальной упругости улавливаемых компонентов в газовой смеси. Этот метод использован для получения одоранта сульфана из сдувок сульфатно-целлюлозных варочных котлов. Сдувочные газы подвергают двухступенчатой конденсации: в первой ступени дурнопахнущие газы проходят через обычные конденсаторы, во второй — через теплообменники, охлаждаемые рассоллом до температуры 3°. Одорант сульфан, содержащий 0,5—0,8% метилмеркаптана, используют как средство, придающее запах природному газу, что необходимо для безопасного применения его в качестве горючего.

Абсорбционный метод очистки, основанный на физическом или химическом поглощении паров и газов из газовых смесей, получил наибольшее распространение. Так, например, для абсорбции сернистого ангидрида из отходящих газов сульфитно-целлюлозного производства используют так называемые хвостовые башни, выполняющие роль санитарных аппаратов. В них подается непоглощенный газ из цеха регенерации, из промывного цеха, с песочных фильтров, из отстойников кислоты и от других мест, где возможно выделение сернистого газа в атмосферу.

«Хвостовой» башней обычно служит одна из кислотных башен, которую заполняют нейтральной насадкой (кольцами Рашига и др.) и орошают свежей холодной водой. Получаемую при этом слабую кислоту подают на орошение кислотных башен.

Для газовых выбросов пользуются также смешанными методами очистки, включающими конденсационный и абсорбционный принципы. Примером этого является установка для утилизации выдувочных паров и сернистого ангидрида сульфитно-целлюлозного производства, которая работает следующим образом.

По окончании варки целлюлозы производят конечную сдувку для снижения давления в котле до 2—2,5 ат, а затем выдувку целлюлозы в сжегу. Сдувка высокого давления направляется в регенерационные цистерны, а сдувка низкого давления, через фильтры и теплообменники Розенблада — в цистерны сырой кислоты.

Для улавливания волокна из газовой смеси непосредственно перед теплообменниками, устанавливают сетчатые фильтры. В теплообменниках газ охлаждается холодной водой, получаемая при этом горячая вода используется для промывки целлюлозы в сжегах.

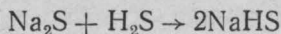
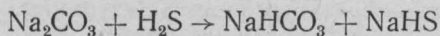
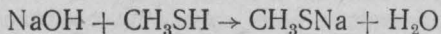
Перед выдувкой целлюлозы удаляют воздух из системы (из сжеги, конденсатора и трубопровода между ними) посредством подачи пара в сжегу. При выдувке целлюлозы смесь пара и газа из сжеги направляется в конденсатор, где большая часть пара конденсируется при одновременном нагревании свежей воды. Из конденсатора смесь пара и газа направляется в дополнительный холодильник, где происходит дальнейшая конденсация пара и окончательное охлаждение газа. Охлажденный газ поступает в абсорбер и поглощается свежей кислотой, поступающей из цистерны башенной кислоты. Газ, не поглощенный в абсорбере, направляется вентилятором в турмы.

Абсорбционный метод в различных вариантах был использован кафедрой техники безопасности ЦБП для очистки газовых выбросов сульфатно-целлюлозного производства.

Лабораторные опыты по абсорбции несконденсировавшихся серасодержащих соединений черным щелоком показали, что обезвреживание сдувочных газов (по метилмеркаптану, сероводороду, диметилдисульфиду) достигается на 80—97%.<sup>1</sup>

Метилмеркаптан и сероводород химически соединяются главным образом с минеральной частью черного щелока, а именно с едким, углекислым и сернистым натром. С лигнином идет незначительное взаимодействие с образованием нестойких соединений.

Основные направления химических реакций можно представить в следующем виде:



Положительные результаты лабораторных испытаний послужили основанием для проведения опытов по очистке отходящих дур-

---

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, З. П. Модзелевская, Опыт обезвреживания дурнопахнущих газов сульфатно-целлюлозного производства, Труды ЛТИ, вып. 7, М., Гослесбумиздат, 1959, стр. 158—174.

нопахнущих газов Светогорского комбината на прямоточной насадочной установке (рис. 15).

При прохождении газовоздушной смеси, забираемой из ямы зловонных вод выпарного цеха, и щелока по насадке колонки дурнопахнущие газы обезвреживались. От сероводорода (основного компонента) газовая смесь была очищена на 98,6%.

Опыты очистки несконденсировавшихся газов варочно-промывного цеха проводили как с подачей, так и без подачи воздуха из

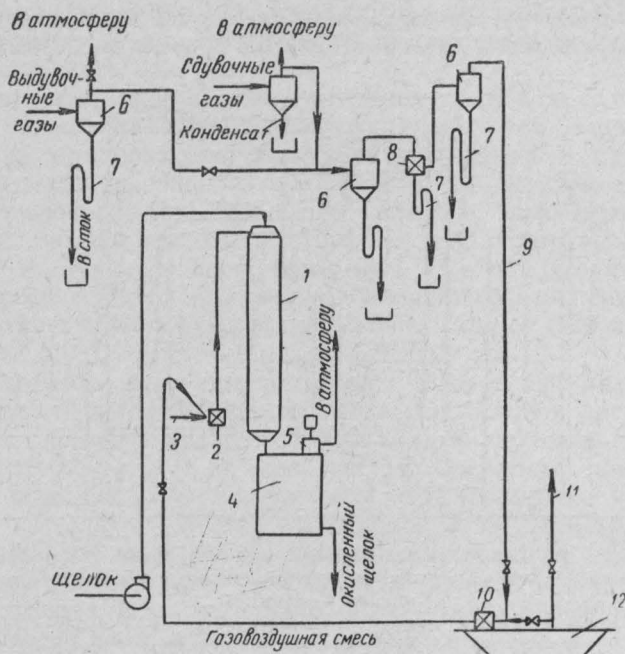


Рис. 15. Схема насадочной прямоточной установки:

1 — колонка; 2 — вентилятор для подачи газовоздушной смеси; 3 — шибер для регулирования подачи воздуха; 4 — воздухоотделитель; 5 — пеногаситель; 6 — ловушки; 7 — гидравлические затворы; 8 — газодувка РМК-2; 9 — газопровод; 10 — вентилятор для забора газа из ямы зловонных вод; 11 — газоход к борovu печного отдела; 12 — яма зловонных вод

цеха.<sup>1</sup> Процесс очистки в обоих случаях проходил достаточно эффективно, что подтверждалось небольшим количеством серасодержащих соединений в очищенной газовоздушной смеси. В период очистки основной компонент — метилмеркаптан был удален в среднем на 94%.

Результаты исследований позволили приступить к проведению опытов по совместной очистке газовых выбросов варочного и выпарного отделов. Данные этих опытов показали степень очистки

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, Обезвреживание дурнопахнущих газов сульфатно-целлюлозного производства, Журн. Бумажная промышленность, № 7, 1958.



газовых выбросов по сероводороду 99,3%, по метилмеркаптану — 100%. Пропускная способность установки, несмотря на ее небольшие габариты, обеспечивала возможность прохождения всего объема выбрасываемых газов. Из указанных цехов в установку поступало в среднем  $943 \text{ м}^3/\text{час}$  газовой воздушной смеси и  $1,2 \text{ м}^3/\text{час}$  щелока. Описанный метод очистки Гипробумом включен в проекты новостроек сульфатно-целлюлозной промышленности.

В качестве абсорбера дурнопахнущих газов можно применять и окислительную установку. Кафедры техники безопасности и технологии целлюлозы и бумаги ЛТИ ЦБП провели эксперименты сна-

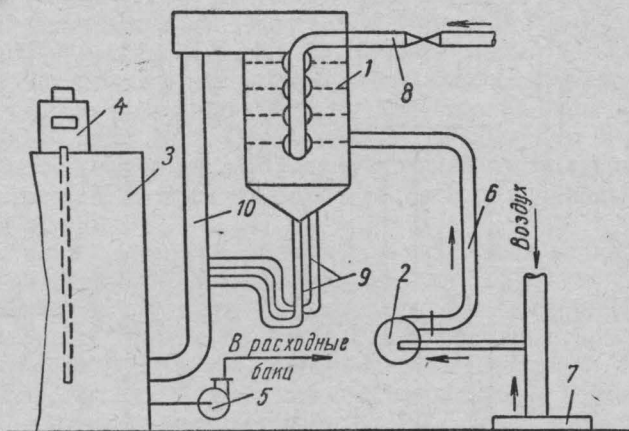


Рис. 16. Схема промышленной окислительной установки пенного типа (Соломбальского бумажно-деревообрабатывающего комбината)

1 — окислительная башня; 2 — вентилятор; 3 — пеносборник; 4 — пеногаситель; 5 — насос для откачки окисленного щелока; 6 — трубопровод для газовой воздушной смеси; 7 — яма зловонных вод; 8 — трубопровод неокисленного щелока; 9 — U-образные трубопроводы; 10 — трубопровод для пены и газов

чала на опытной, а затем на промышленной противоточной окислительной установке Соломбальского бумажно-деревообрабатывающего комбината с использованием черного щелока в качестве орошающей жидкости.

Промышленная окислительная установка пенного типа (рис. 16) рассчитана на производительность  $80 \text{ м}^3$  черного щелока в час. Установка состоит из окислительной башни с четырьмя решетками, вентилятора для подачи газа и воздуха и двух пеносборников объемом по  $225 \text{ м}^3$ , на одном из которых установлено четыре механических пеногасителя. Окисленный щелок откачивали из сборников специальным насосом.

Окислительная башня диаметром 2200 мм и высотой 4700 мм состоит из нижней конической, средней цилиндрической и верхней фасонной частей. Из последней пена вместе с газами отводится

по трубопроводу в пеносборник. В нижней части башни имеются еще два U-образных трубопровода для отвода не вспенившегося окисленного щелока в тот же пеносборник. Черный щелок из варочно-промывного цеха поступал в желоба решеток окислительной башни, а затем растекался по решеткам. Под нижнюю решетку башни вентилятором нагнетался газ из ямы зловонных вод выпарной станции.

Анализы и последующие расчеты показали, что уже на расстоянии 1 м от места выброса очищенных газов концентрации сероводорода и сернистого ангидрида были меньше предельно допустимых для атмосферного воздуха.

В результате проведенных опытов по очистке серосодержащих газов на установках пенного типа можно сделать следующие выводы.

Пенная установка для совместной и раздельной очистки отходящих газов варочного и выпарного цехов без окисления всех черных щелоков имеет небольшие габариты, благодаря чему ее можно установить в любом действующем цехе. Например, для совместной очистки отходящих газов ( $800 \text{ м}^3/\text{час}$ ) подходит аппарат размером  $265 \times 400 \times 1500 \text{ мм}$ ; для очистки отходящих газов только варочного цеха ( $300 \text{ м}^3/\text{час}$ ) размером  $160 \times 240 \times 1500 \text{ мм}$ ; выпарного цеха ( $500 \text{ м}^3/\text{час}$ ) —  $210 \times 315 \times 1500 \text{ мм}$ .

При совместной очистке отходящих газов в качестве орошающей жидкости наиболее целесообразно использовать крепкий черный щелок после выпарки, так как он отличается хорошей поглощательной способностью и не вспенивается. Кроме того, при его применении осуществляется возврат серы в производство.

При раздельной очистке отходящих газов варочного цеха лучше подавать на установку в качестве орошающей жидкости белый щелок, который затем используют в процессе варки, а при очистке отходящих газов выпарного цеха — крепкий черный щелок, направляемый после этого на сжигание.

Кафедрой техники безопасности ЦБП спроектирована промышленная установка для очистки газовых выбросов варочного цеха Сегежского ЦБК с помощью белого щелока (рис. 17). Пенный аппарат имеет высоту около 1,5 м, сечение  $170 \times 170 \text{ мм}$ , диаметр отверстий решетки 4 мм. Обезвреживание газов с применением однополочного пенного аппарата показало, что абсорбция летучих серосодержащих соединений недостаточно эффективна. Хорошие результаты получены с применением двухполочного пенного аппарата: метилмеркаптан улавливается в среднем на 88%, сероводород на 90%, диметилсульфид на 64% и диметилдисульфид на 21%.

Кафедрой в творческом содружестве с ИТР и рабочими передовиками Сегежского ЦБК разработан оптимальный технологический режим работы пенного аппарата при подаче белого щелока одновременно и в одинаковом количестве и на обе решетки;

1) количество газа, поступающего на очистку  $300\text{--}400 \text{ м}^3/\text{час}$ ; температура смеси газа на входе в пенный аппарат  $35\text{--}45^\circ\text{C}$ ; скорость газов в свободном сечении пенного аппарата  $2\text{--}3 \text{ м/сек}$ ;

2) расход белого щелока на орошение решеток равен 1,85—1,90 л/м<sup>2</sup>;

3) гидравлическое сопротивление двухполочного пенного аппарата — 80—120 мм вод. ст.

Расчет действительных максимальных концентраций серасодержащих компонентов сдвучных газов в зоне дыхания (в приземной зоне) показали, что эти концентрации крайне незначительны и меньше концентраций, допускаемых нормами Госсанинспекции СССР

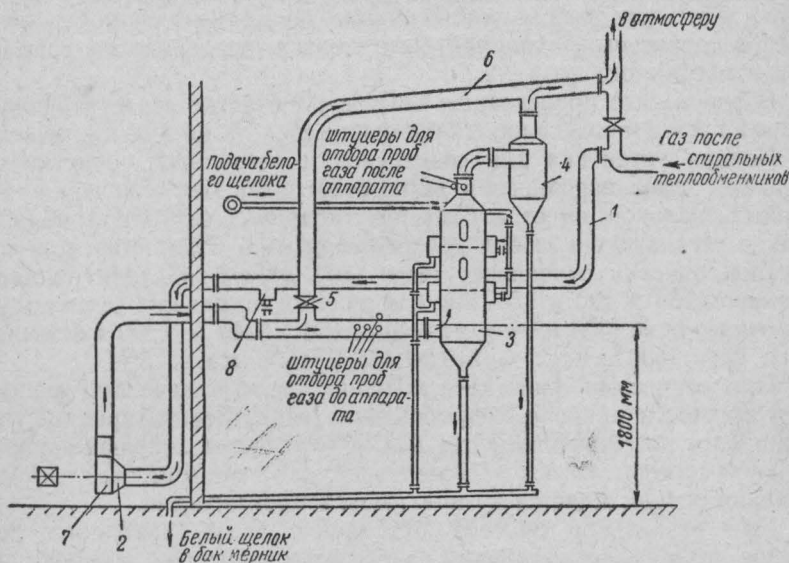


Рис. 17. Схема промышленной пенной установки на Сегежском целлюлозно-бумажном комбинате:

1 — газопровод несконденсировавшихся сдвучных газов; 2 — вентилятор; 3 — пенный аппарат; 4 — циклон-каплеуловитель; 5 — регулировочная задвижка; 6 — обводный газопровод; 7 — вентилятор; 8 — сборник конденсата

(по сероводороду). Установка передана комбинату в непрерывную эксплуатацию.

Использование малогабаритных установок для очистки значительного объема дымовых газов, выделяющихся из содарегенерационных агрегатов, потребует большого числа пенных аппаратов.

Для очистки газовых выбросов сульфатно-целлюлозного производства могут быть использованы турбулентные аппараты типа Вентури. На кафедре техники безопасности ЦБП была смонтирована лабораторная установка с распылением поглощающей жидкости потоком газа. Опыты на этой установке показали, что раствор едкого натра и черный сульфатный щелок являются эффективными поглотителями сероводорода (поглощение на 83—85%).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, В. А. Бушмелев, Поглощение сероводорода в турбулентном аппарате, Журн. «Бумажная промышленность», № 2, 1961, стр. 25, 26.

Математическая обработка полученных данных, проведенная автором совместно с В. А. Бушмелевым, позволила получить следующую зависимость эффективности хемосорбции сероводорода от режима работы аппарата:

$$\eta = 48,43C^{-0,1} + 2,093\omega - 0,01659\omega^2 - 24,84,$$

где:

$\eta$  — эффективность в %;

$C$  — концентрация сероводорода в газовой смеси перед установкой в мг/нл сух. газа;

$\omega$  — скорость газа в горловине аппарата в м/сек.

Полученная формула справедлива для следующих условий работы аппарата:

Температура газа перед установкой в °С . . . . . до 150

Характеристика черного шелока:

удельный вес при 20° С в кг/л . . . . . 1,165

удельный расход в л/м³ . . . . . не менее 0,5

содержание NaOH в г/л . . . . . не менее 19

содержание Na₂S в г/л . . . . . не более 5,5

температура на входе в установку °С . . . . . не более 85

начальная концентрация сероводорода в мг/нл

сух. газа . . . . . 4,21 ÷ 27,85

скорость газа в горловине (при удельном весе

газа не менее 0,85 кг/м³) в м/сек . . . . . 45 ÷ 82

Анализ полученных данных показывает, что хемосорбция сероводорода в одноступенчатом аппарате наиболее эффективно проходит при скорости газа в горловине аппарата 55—70 м/сек.

Указанные скорости, очевидно, обеспечивают достаточную степень дробления жидкости и поверхность межфазового контакта. В то же время эти скорости еще не настолько велики, чтобы значительно уменьшить продолжительность контакта газа и жидкости. При скоростях газа меньше 55 м/сек продолжительность процесса хотя и увеличивается, но еще не обеспечивает нужной поверхности контакта. При скоростях газа более 70 м/сек поверхность соприкосновения газа и жидкости возрастает, но продолжительность этого соприкосновения еще недостаточна.

С увеличением начальной концентрации сероводорода эффективность хемосорбции уменьшается для всего изученного предела скоростей. Это обстоятельство можно объяснить уменьшением расхода жидкости и снижением ее поверхности, отнесенным к начальному количеству сероводорода в газовой смеси.

Для получения хемосорбции сероводорода более высокой эффективности был исследован двухступенчатый турбулентный аппарат. Газовая смесь проходила через две ступени поглощения последовательно, а черный шelok подавался на обе трубы параллельно и в одинаковых количествах. Таким образом, в двухступенчатом аппарате обеспечивалось более продолжительное время межфазного контакта, был значительно больше удельный расход жидкости и удельная поверхность сорбента, отнесенные к начальному количеству сероводорода в газовой смеси.



Предварительная математическая обработка опытных данных показала, что эффективность хемосорбции при данных условиях работы аппарата, состоящего из двух последовательно включенных трубок, практически не зависит от начальной концентрации сероводорода в газовой смеси.

В указанных условиях работы аппарата эффективность хемосорбции целиком определяется скоростями газа в горловинах трубок и удельным расходом жидкости. Однако в связи с тем, что скорость газа во второй трубке является производной от скорости газа в первой трубке для одних и тех же условий работы, а удельный расход шелока в обеих трубках одинаков и был равен примерно  $0,5 \text{ л/м}^3$  для каждой трубки, определяющей характеристикой процесса будет скорость газа в горловине первой трубки. Данные опытов после математической обработки позволяют вывести формулу для определения эффективности хемосорбции в двухступенчатом аппарате в зависимости от скорости газа в горловине первого аппарата  $w$ :

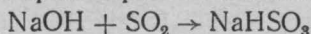
$$\eta = 3,3857 \cdot w - 2,3284 \cdot 10^{-2} \cdot w^2 - 26,06.$$

Эта формула справедлива при следующих условиях работы двухступенчатого аппарата:

Скорость газа в горловине первой трубки в $\text{м/сек}$ . . . . .	60 ÷ 95
Начальные концентрации сероводорода в $\text{мг/н.л.с.г}$ . . . . .	4,55 ÷ 13,64
Удельный расход шелока в каждой трубе в $\text{л/м}^3$ газа . . . . .	0,5

Остальные условия те же, что и в предыдущей формуле.

На той же установке были поставлены опыты по улавливанию сернистого ангидрида черным шелоком, показавшие еще большую поглощаемость по сравнению с сероводородом (до 97% и более). Основной химической реакцией является взаимодействие сернистого ангидрида с едким натром черного шелока:



Опыты были проведены в основном при тех же условиях, что и опыты по хемосорбции сероводорода. Обработка опытных данных приводит к выводу, что при начальных концентрациях сернистого ангидрида до 2,5—3,0  $\text{мг/н.л.}$  сух. газа они практически не оказывают влияния на эффективность хемосорбции. Определяющим фактором последней является линейная скорость газа в горловине аппарата.

Зависимость эффективности хемосорбции от скоростей газа достаточно хорошо согласуется с формулой

$$\eta = 13,28 + 2,2464w - 0,01667w^2.$$

Формула справедлива для следующих условий работы аппарата:

Скорость газа в горловине в $\text{м/сек}$ . . . . .	56 ÷ 96
Удельный расход газа в горловине в $\text{кг/м}^3$ . . . . .	не менее 0,90
Удельный расход шелока в $\text{л/м}^3$ газа . . . . .	не менее 0,51
Концентрация $\text{SO}_2$ до установки в $\text{мг/н.л.с.г.}$ . . . . .	не более 2,5
Температура газа перед установкой в $^\circ\text{C}$ . . . . .	не более 150
Температура шелока перед установкой в $^\circ\text{C}$ . . . . .	до 85

Характеристика щелока та же, что и в предыдущих опытах.

В целях повышения эффективности хемосорбции сернистого ангидрида были проведены исследования двухступенчатого аппарата. Условия опытов были те же, что и условия опытов на одноступенчатой установке.

После обработки опытных данных была получена экспериментальная формула, с помощью которой можно оценить эффективность хемосорбции сернистого ангидрида в двухступенчатом аппарате

$$\eta = 87,05 + 0,3922\omega - 3,0838 \cdot 10^{-3}\omega^2,$$

где  $\omega$  — скорость газа в горловине первой трубки-распылителя в м/сек.

Формула справедлива для следующих условий работы:

Скорость газа в первой трубке в м/сек . . . . . 47 ± 90  
Удельный расход щелока в л/м<sup>3</sup> . . . . . 0,5

Остальные условия те же, что и для предыдущих формул.

При построении кривых по выведенным формулам, а также из сравнения самих формул для оценки эффективности хемосорбции видно, что они показывают зависимости параболического характера.

При этом кривые хемосорбции для одноступенчатых аппаратов имеют более острую вершину, чем кривые для аппаратов двухступенчатых, при одних и тех же пределах скоростей газа в горловине. Иначе говоря, при хемосорбции сероводорода и сернистого ангидрида в две ступени обеспечивается не только повышение эффективности процесса, но и надежность работы при колебаниях гидродинамического режима в изученных пределах скоростей.

По данным опытам сделаны следующие основные выводы:

1. Высокоскоростной турбулентный аппарат является эффективным массообменным аппаратом, обеспечивающим при определенном режиме работы высокую степень поглощения сероводорода и сернистого ангидрида из газовых выбросов сульфатцеллюлозного производства при использовании в качестве сорбента сульфатного черного щелока.

2. Двухступенчатые аппараты обеспечивают более высокую эффективность хемосорбции, чем одноступенчатые, и работают более устойчиво при колебаниях нагрузки.

3. Количественная оценка эффективности хемосорбции сероводорода и сернистого ангидрида в зависимости от начальных концентраций поглощаемых компонентов и режима работы аппарата может быть проведена по эмпирическим формулам, выведенным при математической обработке опытных данных.

4. Для принятых условий работы основным фактором, влияющим на эффективность хемосорбции сероводорода и сернистого ангидрида, является линейная скорость газа в горловине аппарата. Исключение составляет хемосорбция сероводорода в одноступенчатом аппарате, где наряду со скоростью газа существенное влия-

ние на эффективность хемосорбции имеют также концентрации сероводорода в газовой смеси перед установкой.

В условиях опытной производственной установки скруббера Вентури очистка газовых выбросов имела высокую эффективность и по сернистому ангидриду.

Из других способов обезвреживания отходящих газов сульфатно-целлюлозного производства следует отметить: сжигание в печах; промывку в скрубберах с одновременным окислением гипохлоритом или хлором; нейтрализацию газов дезодорирующими веществами и др.

Способ сжигания не получил широкого распространения в промышленности, так как при его применении возможен взрыв. Тем более нецелесообразно применять сжигание газов без последующего улавливания конечного продукта сгорания — сернистого ангидрида.

Использование сточных вод отбелного цеха, содержащих остаточный хлор, для окисления серосодержащих газовых выбросов можно признать целесообразным. Однако этот метод ухудшает решение проблемы очистки сточных вод и не позволяет использовать уловленную серу.

Дезодорация (ликвидация запаха) путем нейтрализации газов или «маскировки» состоит в добавке к дурнопахнущим газам или непосредственно в варочные котлы приятно пахнущих соединений. Однако методы «маскировки» нельзя рассматривать как окончательное решение проблемы уничтожения запаха.

Очистка промышленных газовых выбросов от пыли. Эффективность улавливания пыли зависит от ее фракционного состава. Крупные частички (100 мк и выше), осаждаются довольно легко, высокодисперсные фракции (менее 5 мк) улавливаются только с помощью специальной аппаратуры и режимов.

Эффективность работы пылеулавливающих установок обычно характеризуется коэффициентом улавливания ( $K\%$ )

$$K = \frac{G_n - G_k}{G_n} \cdot 100,$$

где:

$G_n$  — начальная концентрация пыли, г/м<sup>3</sup>;

$G_k$  — конечная концентрация пыли, г/м<sup>3</sup>.

При значительной начальной концентрации пыли коэффициент ее улавливания может быть очень высоким (свыше 97—98%), но остаточная запыленность будет превышать требуемую санитарными нормами. В связи с этим правильнее характеризовать работу пылеулавливающих установок по весовому содержанию пыли в 1 м<sup>3</sup> воздуха после выхода его из установки.

Выбор способа очистки газа от пыли зависит от степени дисперсности (гранулометрического состава), удельного веса и от дру-

гих физических свойств пыли, а также от требований к степени очистки газа.

В табл. 8 приведены типы пылеулавливающих установок, рекомендуемых для очистки газовых выбросов (в зависимости от размера частичек пыли, потерь давления и потребляемой мощности).

Таблица 8

Область применения и показатели работы различных пылеулавливающих установок

Тип пылеулавливающей установки	Диаметр уловленных частиц в мк	Потеря давления в мм вод. ст.	Потребляемая мощность в $\frac{квт}{м^3/сек}$	Относительная средняя стоимость электрофильтра в %
Пыльные камеры	10 000—200	2	0	—
	10 000—30	13	0,2	—
Циклоны	10 000—100	25	0,4	5,4
	10 000—5	160	2,5	11
Простые промыватели (скрубберы)	10 000—10	25	0,4	—
	1000—2	100	2,0	23
Дезинтеграторы	900—6	100	10	38
	400—1	200	20	—
Скрубберы Пиз-Антони	900—1	25	4	—
	400—0,5	100	10	—
Скрубберы Вентури	900—0,5	300	8	—
	400—0,1	700	15	28
Скрубберы аэрожеты-Вентури	400—0,1	50	3	—
	80—0,04	100	6	—
Тканевые фильтры	100—0,3	150	1,5	—
	50—0,1	200	4,5	73
Электрофильтры	100—0,1	5	0,5	100
	50—0,01	15	1,3	—

Примечания:

1. За 100% принята средняя стоимость электрофильтра.

2. При выборе типа пылеулавливающей установки следует учитывать физические свойства аэрозолей. Так, пыль гидрофобных веществ (серы, графита, угля, сульфидов железа и цинка, сажи и др.) плохо улавливается мокрым способом. Необходимо учитывать также экономические показатели, т. е. стоимость самих очистных сооружений и эксплуатационные расходы.

С повышением степени очистки возрастает расход энергии на очистку  $1 м^3$  газа.

Рассмотрим очистку наибольших по объему пылевых выбросов — от содо- и известерегенерационных агрегатов.

Пыль дымовых газов содорегенерационных агрегатов по своему дисперсному составу неравномерна и может быть условно разделена на три фракции.

Наиболее крупная пыль состоит из продуктов горения, содержащих частично углерод. Эта фракция пыли в нормальных усло-



виях работы печи под действием силы тяжести в основном осаждаются в зольниках котла, не доходя до газоочистных установок.

Вторая фракция пыли по сравнению с первой более мелкая. Она представляет собой частицы плава, попадающие в газовое пространство в результате интенсивного горения отдельных капель упаренного черного щелока. Часть этой пыли выпадает в зольниках котла, а остальная пыль может быть уловлена только при помощи специальных газоочистных установок.

Третью фракцию составляют частицы пыли, которые настолько мелкие, что по величине их можно сравнить лишь с твердыми частицами, взвешенными в табачном дыме.

О количественном распределении этих фракций нет достоверных сведений. Проведенное ВНИИБом электронномикроскопическое исследование пыли, осевшей на предметном стекле непосредственно в газоходе, показало, что основная часть пыли состоит из частиц размером 1—2 мк и менее, а также частиц возгона размером 1—0,1 мк. Дисперсность пыли, наличие в ней сернистого ангидрида и других серасодержащих соединений, а также высокая температура делают очистку дымовых газов сорегенерационных агрегатов весьма затруднительной.

В настоящее время весьма эффективная очистка дымовых газов сорегенерационных агрегатов от пыли возможна при электрическом методе улавливания взвешенных частиц в газовом потоке.

Этот метод заключается в использовании явления ионизации при создании в газовом потоке сильного электрического поля постоянного тока с помощью двух электродов; коронирующего (на который подается отрицательный электрический заряд) и осадительного (который заземлен и обладает положительным электрическим зарядом). Как показывает опыт, при отрицательном знаке электрического заряда коронирующих электродов удастся создать большую напряженность электрического поля.

При таком способе питания электродов находящаяся в электрическом поле основная масса ионов будет иметь отрицательный заряд и двигаться значительно быстрее, чем ионы, заряженные положительно.

Скорость движения ионов в электрическом поле находится в прямо пропорциональной зависимости от напряженности поля. В результате образования и движения под действием сильного электрического поля ионы могут столкнуться со взвешенными частицами газового потока, осесть на них и сообщить им соответствующий электрический заряд. Заряженные частицы начинают смещаться относительно направления газового потока в сторону электрода с противоположным знаком (к осадительному электроду) и, осаждаемая на нем, отдают свой заряд.

Аппараты, в которых используется описанное явление, называются электрофилтрами. К электрофилтрам, прове-

ренным долголетней практикой и применяемым для улавливания пыли из отходящих дымовых газов содорегенерационных агрегатов, относятся электрофилтры с использованием сухого способа очистки охлажденных газов.

Эффективность этих электрофилтров лежит в интервале 90—98%. При использовании мокрых электрофилтров эффект очистки будет значительно ниже.

На работу сухих электрофилтров оказывают влияние следующие основные факторы:

- 1) наличие электрического поля достаточной напряженности;
- 2) скорость газа в электрофилтрах (скорость газа влияет на время пребывания частицы пыли в электрофилтре);
- 3) встряхивание коронирующих и осадительных электродов;
- 4) температура и влажность газа;
- 5) протяженность электрического поля.

Только при определенном, достаточно высоком значении напряженности электрического поля могут образовываться ионы, т. е. происходить коронирование.

При редком встряхивании электродов происходит их обрастание, что ведет к падению напряженности электрического поля и резкому снижению эффективности. Величины напряженности электрического поля между электродами при подаче на коронирующий электрод тока с постоянным напряжением обратно пропорциональны диаметру этого электрода. Эффективность же электрофилтра находится в прямой зависимости от величины напряженности электрического поля.

Повышение температуры ведет к уменьшению относительной влажности газа, следствием чего является ухудшение улавливания пыли, так как влажность газа способствует лучшей ее проводимости. Снижение температуры улучшает работу электрофилтров, но значительное падение температуры ведет к конденсации влаги, что вызывает залипание электродов пылью и коррозию аппарата.

Протяженность электрического поля также влияет на время пребывания частицы пыли в электрофилтре.

На работу электрофилтров оказывает влияние и размер коронирующих электродов, их центровка (размещение друг относительно друга и относительно корпуса электрофилтра), начальная концентрация пыли в газовом потоке, электрическое сопротивление пыли и, как указывалось выше, знак коронирующих электродов.

В Советском Союзе электрофилтры для чистки отходящих дымовых газов содорегенерационных агрегатов установлены на Сегежском и Марийском целлюлозно-бумажных комбинатах.

На Сегежском комбинате за содорегенерационными агрегатами Гипроазотмаша установлены электрофилтры типа СС-5. Это вертикальные, однополюсные, трубчатые аппараты с производительностью по газу 15 000 м<sup>3</sup>/час. Максимально допустимая температура газа на входе в электрофилтр 350°. Проектный коэффициент полезного

действия 95% при скорости газа в активном сечении электрофильтра 0,8—1,5 м/сек.

Исследование работы этих электрофильтров показало, что при силе тока в камере электрофильтра 150 ма и скорости газа в активном сечении 2,2 м/сек эффективность их в эксплуатационных условиях не превышала 80%. Встряхивание электродов производилось крайне редко по времени и с малым эффектом очистки их от налипшей пыли.

На том же комбинате за содорегенерационным агрегатом № 8 установлены два электрофильтра фирмы Элекс.

Электрофильтр фирмы Элекс горизонтальный, двухпольный, пластинчатый с производительностью по газу 61 000 м³/час. Максимально допускаемая температура газа на входе в электрофильтр 200°. Коэффициент полезного действия 90—93% при скорости газа в активном сечении электрофильтра не выше 1 м/сек.

В результате исследования электрофильтров фирмы Элекс было установлено, что при силе тока в электрофильтре 125 ма, скорости в активном сечении 0,6—0,7 м/сек, температуре газа на входе в аппарат 130—140° и влажности, не превышающей 200—230 г/м³ вл. г., коэффициент полезного действия равен 95%. Встряхивание коронирующих электродов производилось непрерывно, а осадительных — с интервалом в 10 мин в течение 3 мин.

Увеличение эффективности улавливания пыли отходящих дымовых газов содорегенерационного агрегата электрофильтром Элекс по сравнению с электрофильтром СС-5 вызвано изменениями как конструкции аппарата, так и технологического режима.

Использование двухпольного аппарата вместо однопольного привело к увеличению протяженности электрического поля. При горизонтальном ходе газа не происходит такого интенсивного уноса пыли во время встряхивания электродов, как при вертикальном.

Технологический режим работы электрофильтра СС-5 резко отличается от режима работы электрофильтра Элекс.

Скорость газа в активном сечении электрофильтра СС-5 в 3—3,5 раза больше, чем в электрофильтре Элекс. В связи с этим уменьшается время пребывания частиц в электрическом поле электрофильтра, а вместе с тем и вероятность их улавливания.

Увеличение количества отходящих газов вследствие роста производительности содорегенерационных агрегатов Гипроазотмаша по сравнению с проектной (на это указывает и увеличение скорости газа в активном сечении электрофильтров СС-5) привело к возрастанию концентрации пыли на входе в каждый электрофильтр.

Повышение концентрации пыли на входе в электрофильтр приводит к тому, что электроды покрываются толстым слоем пыли. Удаление пыли с электродов встряхиванием на электрофильтрах СС-5 малоэффективно и проводится крайне редко.

При оседании проводящей пыли на электроды для получения того же эффекта улавливания, что и при работе с чистыми электро-

дами, необходимо увеличивать напряженность электрического поля, а следовательно, и повышать расход энергии на очистку газов. По этой причине эффективность работы электрофильтров СС-5 ниже, чем электрофильтров Элекс.

Как показали исследования, на режим работы электрофильтров (независимо от их типа), предназначенных для улавливания пыли в отходящих газах содорегенерационных агрегатов, оказывает значительное влияние состав и плотность сжигаемого топлива — черного щелока. Изменение состава и плотности черного щелока влечет за собой изменение температуры, влажности и запыленности

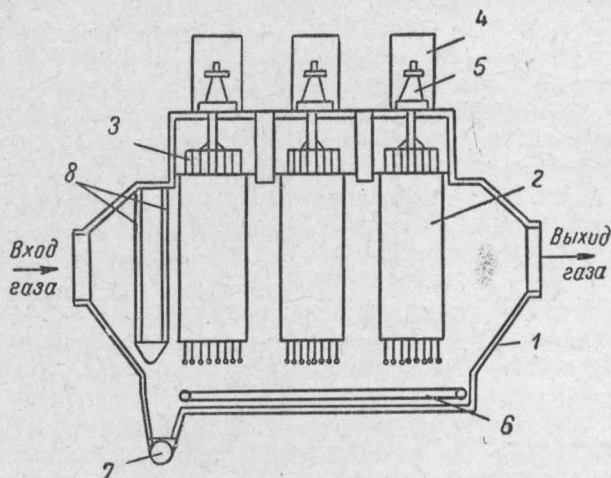


Рис. 18. Электрофильтр СРГ-15-3 для улавливания уноса из дымовых газов содорегенерационного агрегата (продольный разрез):

1 — корпус электрофильтра; 2 — рама осадительных электродов; 3 — рама коронирующих электродов; 4 — изоляционная корбка; 5 — опорно-проходной изолятор; 6 — транспортер скребковый; 7 — транспортер цепной; 8 — газораспределительная решетка

отходящих дымовых газов. В связи с этим изменяются количество и скорость газа в электрофильтре, концентрация пыли, температура и влажность газа на входе в электрофильтр.

Поскольку состав и плотность черного щелока в настоящее время не поддаются точному регулированию, нельзя рассчитывать на постоянный эксплуатационный режим работы электрофильтров. На Марийском целлюлозно-бумажном комбинате за печами Гипроазотмаша установлены электрофильтры СС-7, отличающиеся от электрофильтров СС-5 в основном лишь производительностью по газу. Исследования, проведенные на этом комбинате, показали, что электрофильтры такой конструкции непригодны для очистки отходящих газов содорегенерационных агрегатов.

В настоящее время в Советском Союзе спроектирован электрофильтр СРГ-15-3 (содорегенерационный, трехпольный, активное



сечение — 15 м<sup>2</sup>), предназначенный для улавливания пылевого уноса из отходящих дымовых газов сорегенерационных агрегатов (рис. 18).

Недостатком любых сухих электрофильтров является то, что они не очищают дымовые газы от содержащегося в них сернистого ангидрида и других серасодержащих соединений.

Одновременное улавливание пыли (уноса) сернистого и серного ангидридов и других серасодержащих компонентов может быть

осуществлено с помощью скрубберов Вентури (турбулентных промывателей).

Скруббер Вентури (рис. 19) состоит из трубы-распылителя Вентури и циклонного сепаратора. Плавное суженная часть трубы распылителя называется конфузуром, а часть трубы, еще более плавно расширенная, — диффузором. Конфузор соединяется с диффузором посредством узкой горловины, скорость газа в которой достигает 70—100 м/сек, в зависимости от желаемой степени пылеулавливания.

В конфузоре или горловину через специальные spryski вводится орошающая жидкость, которая дробится высокоскоростным потоком газа на мельчайшие капли. Последние довольно

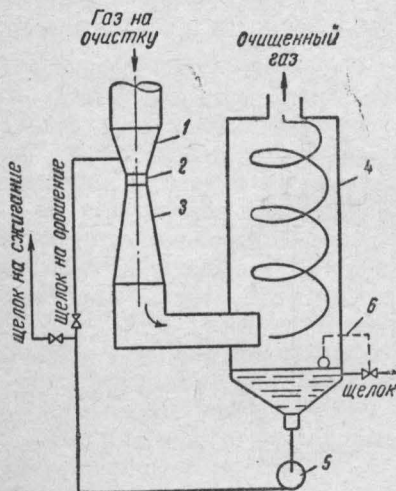


Рис. 19. Схема скруббера Вентури: 1 — конфузор; 2 — горловина; 3 — диффузор; 4 — циклонный сепаратор; 5 — циркуляционный насос; 6 — поплавок регулятор уровня

плотно перекрывают все сечение горловины и диффузора.

Вследствие высокой турбулентности потока в нем происходят интенсивная коагуляция мелкодисперсных частиц уноса с каплями жидкости, а также процессы тепло- и массообмена. Капли жидкости с захваченными ими частицами уноса и абсорбированными газами улавливаются в циклонном сепараторе.

В трубу Вентури орошающую жидкость можно подавать: через кольцевой sprysk от периферии трубы к центру (периферийная подача); через sprysковые трубки внутри трубы с направлением струй от центра к периферии конфузора (центральная подача); через sprysковые трубки внутри трубы Вентури при направлении струй вдоль оси аппарата.

Конструкция скруббера Вентури проста и надежна в эксплуатации. Стоимость скруббера равна 20—25% стоимости электрофильтра. Степень улавливания уноса в скруббере составляет примерно 85—94%.

С увеличением скорости газа при одном и том же расходе жид-

кости или при возрастании расхода жидкости с сохранением постоянной скорости газа эффективность работы скруббера Вентури можно значительно повысить. Разумеется, что при этом увеличатся потери давления в трубе и соответственно расход энергии. Следует отметить, что для доведения эффективности улавливания уноса до 90%, потери напора в трубе-распылителе несколько снижаются при условии повышения расхода жидкости с одновременным уменьшением скорости газа. Однако при увеличении подачи жидкости необходима дополнительная мощность насосов.

Кафедрой техники безопасности ЦБП были проведены испытания модельной установки скруббера Вентури в производственных условиях Сегежского ЦБК. Проверке подлежала пригодность скруббера Вентури для улавливания уноса солей натрия и сернистого ангидрида из дымовых газов содорегенерационного агрегата при использовании плотного черного щелока в качестве орошающей жидкости. Были исследованы две конфигурации трубы-распылителя скруббера Вентури: с отношением длины горловины к ее диаметру  $l_1/d_1=3$  и с отношением  $l_2/d_2=0,5$ , т. е. трубы с удлиненной и укороченной горловинами. Абсолютные размеры трубы были:  $l_1 = 150 \text{ мм}$ ;  $d_1 = 50 \text{ мм}$ ;  $l_2 = 80 \text{ мм}$ ;  $d_2 = 40 \text{ мм}$ .

Опыты показали, что установка типа Вентури является высокоскоростным пылеулавливающим и сорбционным аппаратом. Обработка опытных данных, проведенная автором совместно с В. А. Бушмелевым, позволила получить весьма простые зависимости эффективности улавливания уноса от режима работы установки.

Для аппарата с удлиненной горловиной  $l/d = 3$  эта зависимость представляется формулой

$$\eta = 31,536 \cdot (cqw)^{0,171}$$

или

$$\lg \eta = 1,4988 + 0,171 (\lg c + \lg q + \lg w),$$

где:

$c$  — запыленность газов перед установкой в  $\text{г/м}^3$  сух. газа;  
 $q$  — удельный расход плотного черного щелока в  $\text{л/м}^3$  рабочего газа;

$w$  — скорость газа в горловине трубы в  $\text{м/сек}$ .

Формула справедлива при следующих характеристиках аргументов:

Начальная запыленность в $\text{г/м}^3$ с. г. . . . .	5,0÷8,59
Начальная температура щелока в $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	не менее 80
Концентрация сухого остатка черного щелока в % . . . . .	50÷55
Удельный расход щелока в $\text{л/м}^3$ . . . . .	0,2÷1,4
Скорость газа в горловине в $\text{м/сек}$ . . . . .	60÷110

Для аппарата Вентури с укороченной горловиной эффективность улавливания уноса может быть оценена формулой

$$\eta = 56,73 \cdot w^{0,074} \left( \frac{c}{q} \right)^{0,037}$$

или

$$\lg \eta = 1,7538 + 0,074 \lg w + 0,037 (\lg c - \lg q),$$

где обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

Данная формула справедлива при следующих значениях аргументов:

Начальная запыленность в $г/м^3$ сухого газа . . . . .	4,3—9
Удельный расход щелока в $л/м^3$ . . . . .	0,47—1,03
Скорость газа в горловине в $м/сек$ . . . . .	53,8—114

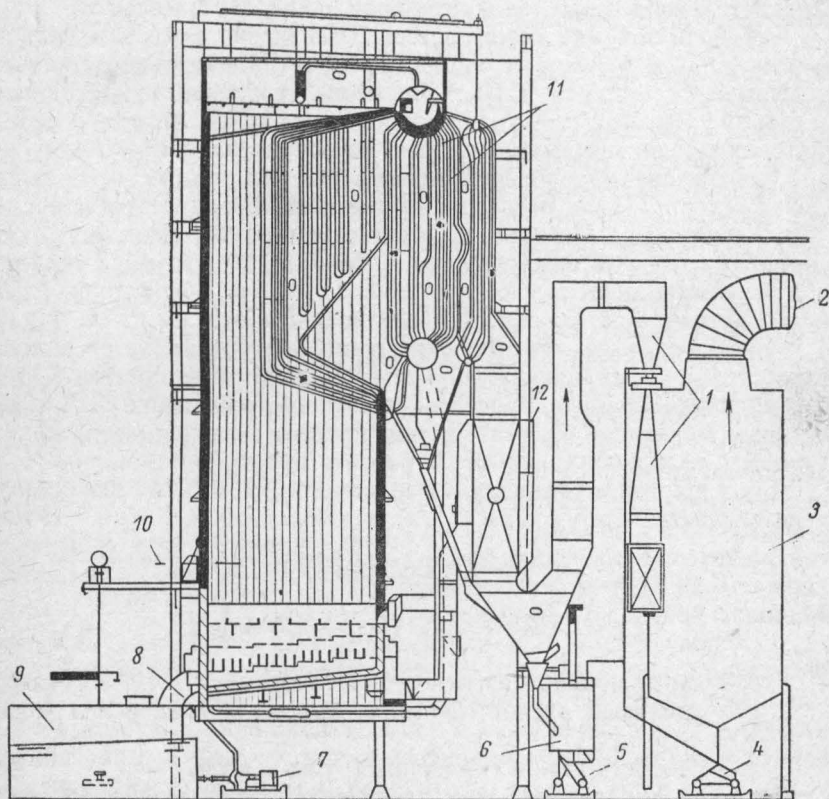


Рис. 20. Скрубер Вентури в комплекте с сордерегенерационным агрегатом:  
1 — труба-распылитель Вентури; 2 — место для дымососа; 3 — циклонный сепаратор;  
4 — циркуляционные насосы; 5 — насосы для подачи щелока на сжигание; 6 — смешительный бак; 7 — насос для откачки зеленого щелока; 8 — летки; 9 — растворитель плава; 10 — место для установки форсунок; 11 — паровой котел; 12 — воздухоподогреватель

Характеристика черного щелока та же, что и для предыдущей формулы.

Анализ приведенных формул показывает, что при соответствующем режиме в скруббере Вентури может быть достигнута эффективность пылеулавливания, превосходящая 90%. В связи с тем, что потери сопротивления в аппарате с удлиненной горловиной выше,

чем в аппарате с укороченной горловиной при одной и той же степени пылеулавливания, конструкция последнего наиболее пригодна в экономическом и технологическом отношениях. Эффективность хемосорбции сернистого ангидрида составила также 90—95%. Разработанные режимы будут кафедрой внедряться в ближайшее время при пуске первого промышленного скруббера типа Вентури на Херсонском сульфатно-целлюлозном заводе.

На рис. 20 изображен скруббер Вентури в комплекте с содорегенерационным агрегатом.

За рубежом в отдельных отраслях промышленности для пылеулавливания и других процессов получили распространение так называемые аэрожеты («aerojet» — воздушная форсунка) Вентури (рис. 21) — аппараты Вентури с предварительным распылением орошающей жидкости сжатым воздухом или паром. Эффективность улавливания пыли аэрожетами составляет 90 — 99%. От скруббера Вентури с распылением жидкости высокоскоростным потоком газа эти аппараты отличаются меньшей потерей давления, которая составляет 50 —

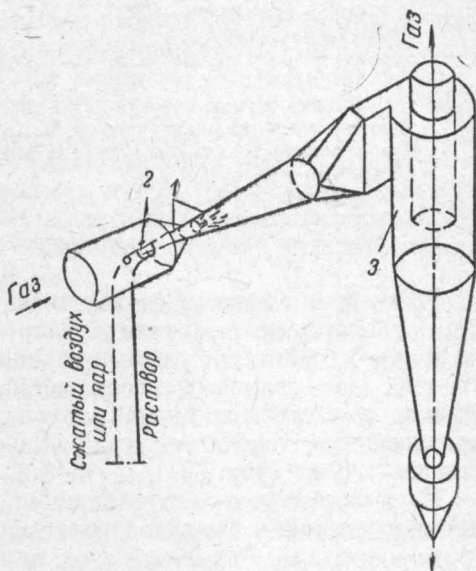


Рис. 21. Схема аэрожеты Вентури:

1 — труба Вентури; 2 — форсунка для точного распыления жидкости; 3 — циклон

100 мм вод. ст. При этом расход мощности также снижается.

В Финляндии на ряде сульфатно-целлюлозных заводов применяют скрубберы Иматра-Вентури с распылением жидкости механическими форсунками. По данным фирмы Тампелла, скрубберы Иматра-Вентури работают без потери давления, так как действие форсунки способствует проталкиванию газа.

Для повышения эффективности работы скруббер разделен вертикальной, несколько наклонной перегородкой на две камеры, каждая из которых может иметь спрыски для распыления орошающей жидкости. Таким образом, из одной трубы получаются две последовательно соединенные, и очистка газа происходит в две ступени (см. рис. 23).

Кафедрой техники безопасности ЦБП разработаны оптимальные технологические режимы очистки дымовых газов содорегенерационного агрегата на модельной производственной установке. На Астраханском целлюлозно-картонном комбинате установлен



скруббер типа Иматра-Вентури в комплекте с содорегенерационным агрегатом, рассчитанным на мощность завода 130 *t* целлюлозы или 210—240 *t* полуцеллюлозы в сутки. Скруббер работает без потери давления.

#### Техническая характеристика установки

Температура газа в °С:	
до скруббера . . . . .	320
после скруббера . . . . .	85
Орошающая жидкость . . . . .	черный щелок
Концентрация щелока в % абсолютно сухого вещества:	
до скруббера . . . . .	45
после скруббера . . . . .	65
Степень улавливания уноса в % . . . . .	90
Производительность по газу в м <sup>3</sup> /час . . . . .	41 600
Основные размеры в мм:	
диаметр трубы . . . . .	2466
рабочая высота . . . . .	12 000
диаметр входного газопровода . . . . .	1300

Регенерация извести из каустизационного шлама на современном сульфатно-целлюлозном предприятии является обязательной не только с санитарно-гигиенической, но и с экономической точки зрения. Из различных типов печей, применяемых для обжига шлама, в настоящее время получили широкое распространение вращающиеся трубчатые печи, производительность которых достигает 125 *t/сутки*.

Из дымовых газов, отходящих от печей для обжига каустизационного шлама и известкового камня, улавливаются относительно грубые частицы. Ранее для этой цели устанавливали батарейные циклоны. На современных же предприятиях в большинстве случаев применяют мокрые способы улавливания, используя оросительные башни или циклоны, эффективность которых колеблется в пределах 90—97%. Считают, что циклонные пылеуловители более эффективны и экономичны, так как их промывные воды, содержащие известь во взвешенном состоянии, пропускают через шламовые вакуум-фильтры и, таким образом, унос возвращается в производство. Некоторые же исследователи считают, что унос содержит малоактивный СаО и поэтому не рекомендуют возвращать его в производство.

На ряде зарубежных установок тепло дымовых газов используют для подсушки шлама перед подачей его в печь и щепы в установках с газогенераторами. Надо полагать, что при этом происходит частичная очистка дымовых газов. Некоторые зарубежные предприятия применяют аппараты типа Вентури для очистки газов от известерегенерационных печей. Степень улавливания в этих аппаратах превышает 90%.

Для проверки данных зарубежных предприятий, а также для отработки оптимального режима работы аппарата Вентури при очистке дымовых газов известерегенерационных печей кафедра

техники безопасности ЦБП провела ряд опытов на модельной установке Вентури в производственных условиях Сегежского ЦБК.

Был испытан аппарат с горловиной (трубы-распылителя) диаметром 55 мм, длиной 175 мм и производительностью 200—400  $\text{м}^3/\text{час}$  сухого газа. В качестве орошающей жидкости использовалась водопроводная вода.

Оптимальный режим работы установки характеризуется двумя основными величинами: скоростью газа в горловине аппарата, равной — 55—60  $\text{м}/\text{сек}$ , и удельным расходом воды, составляющим около 0,55  $\text{л}/\text{м}^3$  газа. Эффективность очистки при таком режиме составила около 99%, а потери напора — 320—390 мм вод. ст. При возрастании скорости газа в горловине аппарата сопротивление резко возрастает, эффективность же повышается незначительно. При этом наблюдается значительный рост объемного коэффициента теплопередачи который повышается и при возрастании удельного расхода жидкости. Таким образом, скруббер типа Вентури является не только хорошим газоочистным аппаратом, но и высокоэффективным теплообменным аппаратом.

Разработанные кафедрой оптимальные режимы работы будут внедряться при пуске первых промышленных скрубберов Вентури такого типа на Марийском ЦБК и Соломбальском БДК для очистки дымовых газов известерегенерационных печей (рис. 22).

Для сульфатно-целлюлозного производства большой интерес представляют также аппараты Вентури струйного типа, или так называемые скрубберы Иматра-Вентури (рис. 23). Их отличительной особенностью по сравнению с обычными скрубберами Вентури как упоминалось, является небольшой перепад давлений. Иногда эти скрубберы имеют нулевой и даже плюсовой перепад давлений, т. е. могут служить тяговыми устройствами.

Кафедрой техники безопасности ЦБП в производственных условиях Сегежского ЦБК была смонтирована модельная установка скруббера Вентури струйного типа. Исследования этого скруббера показали, что при перепаде давлений 0—20 мм вод. ст. и удельном расходе воды 0,4—0,7  $\text{л}/\text{м}^3$  газа может быть достигнута эффективность улавливания уноса от известерегенерационных печей 90—97%. Разработанные оптимальные режимы будут также внедряться.

На Астраханском целлюлозно-картонном комбинате установлен скруббер типа Иматра-Вентури для очистки газов, отходящих от известерегенерационной печи, в одну ступень. Дымосос в установке отсутствует, тяга создается самим скруббером.

#### Техническая характеристика скруббера

Производительность по газу в $\text{м}^3/\text{час}$ . . . . .	9000
Размеры в мм:	
длина трубы . . . . .	6000
диаметр трубы . . . . .	700
диаметр горловины . . . . .	495
диаметр циклона . . . . .	1260
Пылеулавливающая жидкость . . . . .	вода, циркулирующая в системе
Производительность циркуляционного насоса в $\text{л}/\text{мин}$ . . . . .	400

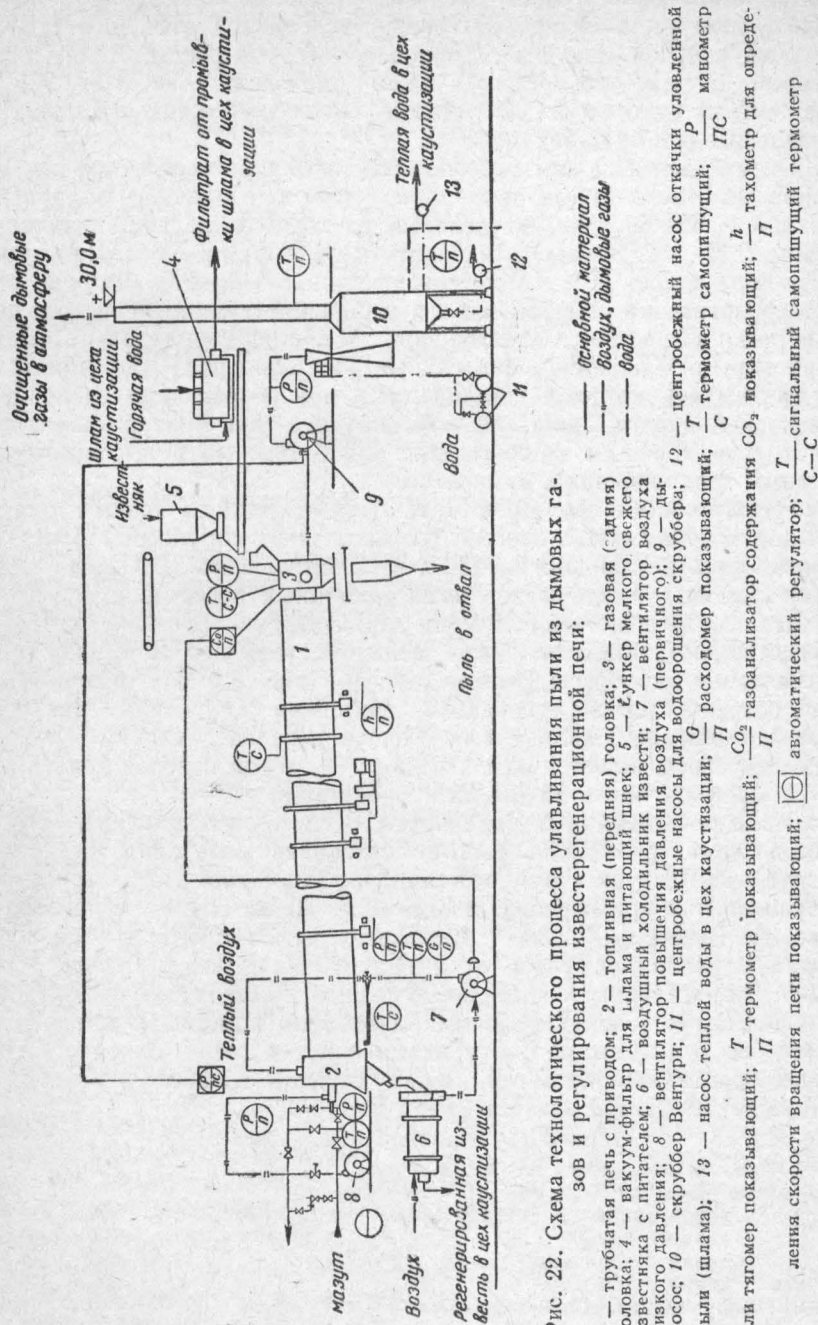


Рис. 22. Схема технологического процесса улавливания пыли из дымовых газов и регулирования извостерегенационной печи:

1 — трубчатая печь с приводом; 2 — топливная (передняя) головка; 3 — газовая (задняя) головка; 4 — вакуум-фильтр для шлама и питающий шнек; 5 — шнек мелкого сжатого известняка с питателем; 6 — воздушный холодильник известия; 7 — вентилятор воздуха низкого давления; 8 — вентилятор повышения давления воздуха (первичного); 9 — дымосос; 10 — скруббер Вентури; 11 — центробежные насосы для водоорошения скруббера; 12 — центробежный насос откачки уловленной пыли (шлама); 13 — насос теплой воды в цех каустизации;  $\frac{P}{C}$  — расходомер показывающий;  $\frac{P}{C}$  — термометр показывающий;  $\frac{C}{C_0}$  — газоанализатор содержания  $\text{CO}_2$ , показывающий;  $\frac{h}{\Pi}$  — тахометр для определения скорости вращения печи показывающий;  $\frac{T}{C-\text{C}}$  — автоматический регулятор;  $\frac{T}{C-\text{C}}$  — сигнальный самонагревающий термометр

Таким образом, по очистке газовых выбросов сульфатно-целлюлозного производства можно сделать следующие выводы:

1. Для очистки газовых выбросов варочного и выпарного цехов следует применять насадочные установки или компактные пенные аппараты, орошаемые черным или белым щелоком.

2. Основные газовые выбросы производства — дымовые газы содорегенерационных агрегатов — можно подвергнуть комплексной

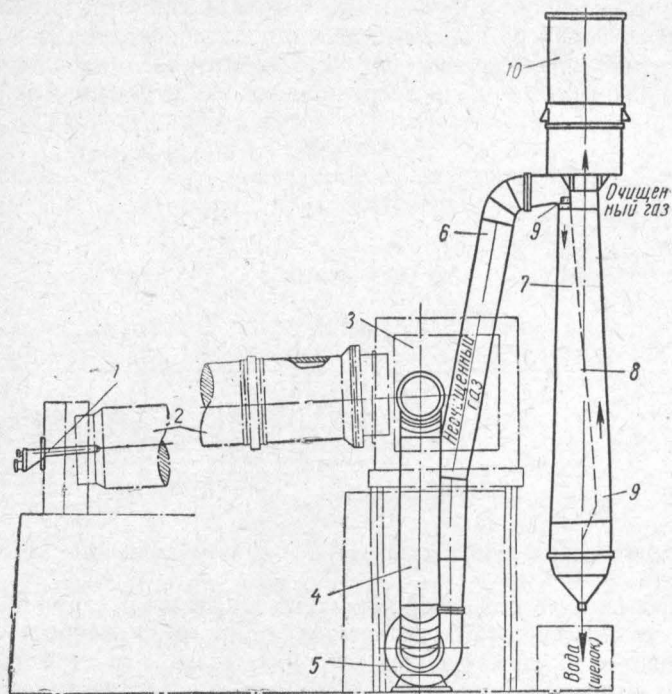


Рис. 23. Установка скруббера Иматра-Вентури с двумя ступенями очистки:

1 — форсунка; 2 — известерегенерационная вращающаяся печь; 3 — пыльная камера; 4 — газоход от пыльной камеры к дымососу; 5 — дымосос; 6 — газоход от дымососа к скрубберу; 7 — скруббер Иматра-Вентури; 8 — перегородка; 9 — спрыски для щелока (воды); 10 — дымовая труба

очистке от уноса и серасодержащих соединений в турбулентных аппаратах типа Вентури при орошении черным щелоком или в электрофильтрах в комплекте с дезодорирующим скруббером.

3. Газовые выбросы известерегенерационных печей вполне удовлетворительно очищаются в установках с применением тех же турбулентных аппаратов типа Вентури.

Рассеивание газов и пыли, выбрасываемых в атмосферу. В результате турбулентности воздушной среды выбросы загрязненного газа, попадая в атмосферу, рассеиваются в расширяющемся выхлопном факеле.



По мере рассеивания струи отношение загрязненного газа к объему воздуха внутри струи уменьшается и, следовательно, концентрация пыли и газа падает.

На рассеивание выбрасываемых в атмосферу загрязненных газов оказывает влияние величина и высота выброса, скорость и направление ветра, влажность воздуха, экранирующее действие рельефа местности и построек, температура и свойства газа и пыли.

Схема движения выбрасываемых из одиночной трубы загрязненных газов и диаграмма распределения их концентрации у поверхности земли представлены на рис. 24. В приземном слое воздуха наивысшие концентрации загрязненных газов  $C$  находятся на ли-

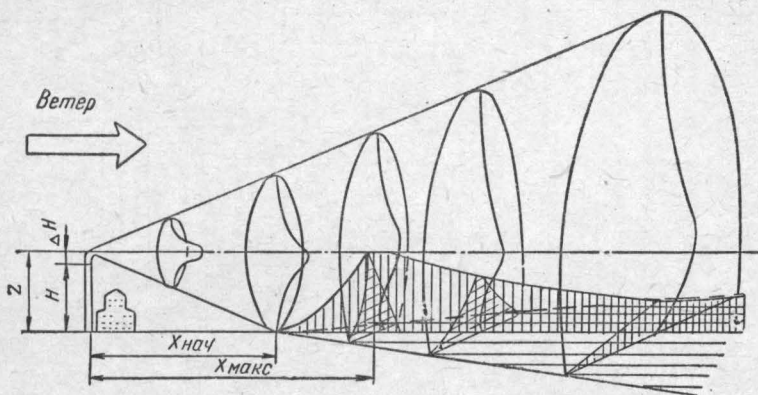


Рис. 24. Диаграмма рассеивания газа, выбрасываемого из трубы

нии, представляющей собой проекцию оси дымовой струи на поверхности земли, на некотором расстоянии от места выброса.

Основное влияние на концентрацию газов и пыли в приземном слое оказывает высота труб, через которые загрязненный серасодержащими веществами или запыленный газ выбрасывается в атмосферу.

Высота дымовых труб на целлюлозно-бумажных предприятиях в зависимости от количества и степени загрязненности выбрасываемых газов достигает 100—110 м. Если высота трубы недостаточна для хорошего рассеивания загрязнений газа, то они могут оставаться на площади предприятия и засасываться приточной вентиляцией.

При планировке территории предприятия цехи, выбрасывающие наибольшее количество пыли или газа, следует располагать с подветренной стороны по отношению к жилому сектору и другим цехам.

Места забора воздуха должны быть удалены от промышленных и вентиляционных выбросов не менее чем на 12 м по горизонтали, и располагаться с наветренной стороны по отношению к местам выброса загрязненных газов.

Ориентировочный расчет высоты выбросных труб и вентиляционных шахт можно произвести по упрощенным формулам, предложенным П. И. Андреевым<sup>1</sup>:

1. Формула для определения возвышения струи газового выброса над дымовой трубой:

$$\Delta h = \frac{1,9 D u_0}{\varphi v_0},$$

где:

$\Delta h$  — возвышение струи в м;

$D$  — диаметр трубы в м;

$u_0$  — скорость газа в устье трубы в м/сек;

$v_0$  — скорость ветра на высоте 10 м в м/сек;

$\varphi$  — коэффициент, зависящий от высоты трубы  $h$ .

Величина  $\varphi$  определяется из соотношения:

$h$ . . . . .	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
$\varphi$ (при $n=0$ )	1,15	1,30	1,40	1,46	1,50	1,54	1,57	1,60	1,63	1,65

Величина  $n$  зависит от атмосферных условий.

2. Формула для определения концентрации вещества в зоне дыхания:

$$C_0 = \frac{2000G}{\pi C_y C_z v_0 x^{2-n}} \cdot e^{-\frac{u_0}{C_y x^{2-n}} - \frac{y^2}{C_z x^{2-n}}},$$

где:

$G$  — мощность точечного выброса загрязнения одной трубы в г/сек;

$x$  — расстояние в м от основания трубы до места, где измеряется концентрация вещества;

$y$  — расстояние в м между линиями ветра, проходящими через источник выброса и точку, где замеряется концентрация вещества;

$C_y$  и  $C_z$  — коэффициенты диффузии соответственно в горизонтальном и вертикальном направлениях;

$n$  — коэффициент, зависящий от устойчивости атмосферных условий;

$C_0$  — концентрация в зоне дыхания в мг/м<sup>3</sup>.

По данным П. И. Андреева, для средних условий можно принять

$$C_y \cong C_z = 0,05.$$

По данным П. И. Андреева, при нулевом градиенте или небольших падениях температуры воздуха с высотой,  $n = 0-0,2$ ; при слабой инверсии  $n = 0,33$ , при сильно развитой инверсии  $n = 0,5$ .

<sup>1</sup> П. И. Андреев, Рассеивание в воздухе газов, выбрасываемых промышленными предприятиями, М., Госстройиздат, 1952.

### 3. Упрощенная формула:

при  $C_y = C_z = 0,05$ ;  $n = 0$  и  $y = 0$ :

$$C_0 = \frac{kG}{v_0} \text{ мг/м}^3,$$

где:

$G$  и  $v_0$  — величины прежние;

$k$  — удельная концентрация, т. е. концентрация в зоне дыхания от источника загрязнения мощностью 1 г/сек при скорости ветра 1 м/сек.

Величину  $k$  берут по таблицам П. И. Андреева в зависимости от высоты выброса  $H = h + \Delta h$  и расстояния источника выброса до зоны дыхания  $x$ .

4. Максимальная концентрация в зоне дыхания обычно наблюдается на определенном расстоянии  $x_{\max}$  от источника выбросов в зависимости от высоты выброса  $H$ .

Максимальная концентрация и величина  $x_{\max}$  определяются по формулам ( $n = 0$ ,  $y = 0$ ;  $C_z = C_y = 0,05$ ):

$$C_{\max} = \frac{235G}{v_0 H^2} \text{ мг/м}^3$$

$$x_{\max} = \frac{H}{0,05}.$$

5. Если рядом с основным источником загрязнения имеется другой источник на расстоянии  $y$  от первого (расстояние между направлениями линий ветра, проведенных через источники загрязнения), то дополнительная концентрация в зоне дыхания от второго источника будет равна

$$\Delta C = C_0 \cdot e^{-\frac{y^2}{0,05^2 \cdot x^2}},$$

где:

$x$  — расстояние от второго источника загрязнений до зоны дыхания в м;

$C_0$  — концентрация в зоне дыхания от второго источника загрязнения в мг/м<sup>3</sup>.

6. Если источники выбросов содержат различные по допустимым концентрациям загрязнения, при определении суммарной концентрации можно пользоваться (в первом приближении до разработки соответствующих рекомендаций Госсанинспекцией) так называемыми приведенными концентрациями.

Например, имеем:

$C_1$  и  $C_2$  — допустимые концентрации ( $C_1 \neq C_2$ ) в мг/м<sup>3</sup>;  
 $C_{O_1}$  и  $C_{O_2}$  — концентрации компонентов в зоне дыхания в мг/м<sup>3</sup>.

Чтобы найти суммарную концентрацию в зоне дыхания, концентрации одного из компонентов нужно привести к концентрации другого. Концентрация первого компонента, приведенная к концентрации второго, равна:

$$C_{O_1}^p = \frac{C_1}{C_2} \cdot C_{O_2}$$

7. Приведенные формулы справедливы для расчета концентраций в зоне дыхания от газовых выбросов. Строго говоря, эти формулы не распространяются на пылевые выбросы, поскольку при их рассеивании большое значение имеют силы тяжести частиц аэрозоля, а не явления диффузии.

При хорошей предварительной очистке пылевых выбросов, например выбросов сульфатно-целлюлозного производства, можно допустить, что частицы пыли рассеиваемого облака в основном имеют размеры диаметра  $d \leq 0,5$  мк. Такие частицы уже не подчиняются закону Стокса, они способны к броуновскому движению, и их можно рассматривать как крупные молекулы.

Таким образом, рассеяние пылевых выбросов сульфатно-целлюлозного производства, особенно выбросов содорегенерационных агрегатов, можно рассчитывать по формулам рассеяния газовых выбросов.

Ниже приводим примерный расчет концентраций в зоне дыхания применительно к рассеиванию газовых выбросов сульфатно-целлюлозного производства (без учета выбросов ТЭЦ).

**Пример 1.** Производительность целлюлозного завода 290 т/сутки. Завод имеет три точечных источника загрязнения атмосферного воздуха: трубу окислительной установки, трубу содорегенерационных агрегатов и трубу известерегенерационных печей.

В первую трубу поступают после обезвреживания газы варочно-промывного и выпарного цехов, во вторую — газы после электрофилтра, в третью — газы после скруббера Вентури.

Трубы по отношению к поселку расположены точно, в центре — труба содорегенерационного агрегата. На расстоянии 100 м от этой трубы в одну сторону расположена труба известерегенерационных печей и на расстоянии 80 м в другую сторону — труба окислительной установки. Скорость ветра на высоте 10 м в среднем равна  $v_0 = 4,5$  м/сек. Расстояние от труб до поселка 1200 м. Определить концентрацию выбросов в зоне дыхания (в поселке на высоте 1,5—1,8 м от земли) и место максимальной концентрации выбросов.

**Решение.**

1. Расчет абсолютных количеств загрязнений после обезвреживания и очистки газовых выбросов приведен в приложении 2.

2. Расчет эффективных высот выбросов приведен в приложении 3.

3. Расчет концентрации загрязнений в зоне дыхания, т. е. на расстоянии 1200 м от источников выбросов, приведен также в приложении 3.

Суммарные концентрации (по группам выбросов) в зоне действия основной трубы равны:

I группа:

$$C_{O_1} = 0,00402 \nrightarrow 0,00086 = 0,00488 \text{ мг/м}^3.$$

II группа:

$$C_{O_2} = 0,071 \nrightarrow 0,00262 = 0,07362 \text{ мг/м}^3.$$

III группа:

$$C_{O_3} = 0,0003 \text{ мг/м}^3.$$



Концентрации II и III групп приводим к концентрациям I группы:

$$C_{O_2}^{\text{II}} = \frac{0,008}{0,5} \cdot 0,07362 = 0,00118 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_{O_2}^{\text{III}} = \frac{0,008}{0,3} \cdot 0,003 = 0,00008 \text{ мг/м}^3.$$

Суммарная концентрация будет равна:

$$C_0 = 0,00488 + 0,00118 + 0,00008 = 0,00614 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация загрязняющих компонентов в зоне дыхания, полученная путем расчета, ниже, чем допустимая максимально-разовая.

4. Расстояния от источников выбросов, где будут максимальные концентрации, равны:

от трубы № 1:

$$x_1 = 50,22 \cdot 20 = 1004,4 \text{ м};$$

от трубы № 2:

$$x_2 = 106,6 \cdot 20 = 2132 \text{ м};$$

от трубы № 3:

$$x_3 = 63,3 \cdot 20 = 1266 \text{ м}.$$

5. Расчет концентраций в зоне дыхания на расстоянии  $x = 1004,4 \text{ м}$  от источников загрязнений проводится по формуле максимальных концентраций.

От трубы № 1:

концентрация I группы выбросов:

$$C_{\text{max}_1} = \frac{235 \cdot 0,257}{4,5 \cdot 50,22^2} = 0,00533 \text{ мг/м}^3;$$

концентрация III группы выбросов:

$$C_{\text{max}_3} = \frac{235 \cdot 0,089}{4,5 \cdot 50,22^2} = 0,00184 \text{ мг/м}^3.$$

От трубы № 2:

дополнительная концентрация I группы выбросов

$$\Delta C_{O_1} = \frac{kG}{v_0} \cdot e^{-\frac{y^2}{0,05^2 \cdot x_1^2}},$$

где:

$G = 2,32 \text{ г/сек}$ ;  $x_1 = 1004,4 \text{ м}$ ;  $y = 80 \text{ м}$ . По таблицам П. И. Андреева для  $x_1 = 1004,4 \text{ м}$  и  $H = 106,6 \text{ м}$  величина  $k = 3,0024 \cdot 10^{-3}$  (после интерполирования табличных данных).

После подстановок:

$$\Delta C_{O_1} = \frac{3,0024 \cdot 10^{-3} \cdot 0,257}{4,5} \cdot e^{-\frac{80^2}{0,05^2 \cdot 1004,4^2}} = 0,000172 \cdot 0,0767 =$$

$$= 0,0000132 \text{ мг/м}^3.$$

Дополнительная концентрация II группы выбросов

$$\Delta C_{O_2} = \frac{3,0024 \cdot 10^{-3} \cdot 41}{4,5} \cdot e^{-\frac{80^2}{0,05^2 \cdot 1004,4^2}} = 0,0274 \times 0,0766 = 0,0021 \text{ мг/м}^3.$$

От трубы № 3:  
дополнительная концентрация II группы выбросов

$$\Delta C_{O_2} = \frac{3,0024 \cdot 10^3 \cdot 3,31}{4,5} \cdot e^{-\frac{80^2}{0,05^2 \cdot 1004,4^2}} = 0,00221 \cdot e^{-13} \approx 0.$$

Суммарные концентрации по группам:

I группа:

$$C_{O \max_1} = 0,00533 \nrightarrow 0,0000132 = 0,0053432 \text{ мг/м}^3 \approx 0,00534 \text{ мг/м}^3;$$

II группа:

$$C_{O \max_2} = 0,0021 \text{ мг/м}^3;$$

III группа:

$$C_{O \max_3} = 0,00184 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрации II и III групп приводим к концентрации I группы выбросов:

$$C_{O \max_2}^n = \frac{0,008}{0,5} \cdot 0,0021 = 0,000037 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_{O \max_3}^n = \frac{0,008}{0,3} \cdot 0,00184 = 0,000049 \text{ мг/м}^3.$$

Суммарная концентрация вредных веществ в зоне:

$$C_{\max} = 0,0053432 \nrightarrow 0,000037 \nrightarrow 0,000049 \approx 0,0054 \text{ мг/м}^3 < 0,008 \text{ мг/м}^3.$$

Таким образом, в зоне максимальной концентрации выбросов от трубы № 1 концентрации вредностей находятся в пределах санитарной нормы.

6. Расчет концентраций в зоне максимальных концентраций от трубы № 2, т. е. на расстоянии  $x_2 = 2132$  м от трубы № 2:

основные загрязнители от трубы № 2:

I группа выбросов

$$C_{O \max_1} = \frac{20,624 \cdot 10^{-3} \cdot 2,32}{4,5} = 0,01065 \text{ мг/м}^3 > 0,008 \text{ мг/м}^3;$$

II группа выбросов

$$C_{O \max_2} = \frac{20,624 \cdot 10^{-3} \cdot 41,0}{4,5} = 0,188 \text{ мг/м}^3 < 0,5 \text{ мг/м}^3.$$

Если пренебречь дополнительными концентрациями от первой и третьей труб, то выбросы одной второй трубы на расстоянии  $x_2 = 2132$  м дадут концентрации, превышающие допустимые.

7. Расчет концентраций в зоне максимальных концентраций от трубы № 3, т. е. на расстоянии  $x_3 = 1266$  м от трубы № 3:

$$C_{O \max_2} = \frac{65,2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,31}{4,5} = 0,048 \text{ мг/м}^3.$$

Дополнительные концентрации от трубы № 2:

I группа выбросов:

$$\Delta C_{O_2} = \frac{8,8 \cdot 10^{-3} \cdot 2,32}{4,5} \cdot e^{-\left(\frac{100}{0,05 \cdot 1266}\right)^2} = 0,00455 \cdot 0,082 = 0,000373 \text{ мг/м}^3.$$

II группа выбросов:

$$\Delta C_{O_2} = \frac{8,8 \cdot 10^{-3} \cdot 41}{4,5} \cdot 0,082 = 0,00657 \text{ мг/м}^3.$$

Дополнительные концентрации от трубы № 1:

I группа выбросов:

$$\Delta C_{O_1} = \frac{84,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,257}{4,5} \cdot e^{-\left(\frac{180}{0,05 \cdot 1266}\right)^2} \cong 0,0048 \cdot 0,00003 \cong 0.$$

III группа выбросов  $\Delta C_{O_3} \cong 0$ .

Суммарные концентрации по группам:

II группа выбросов

$$C_{O_2} = 0,048 + 0,00657 = 0,05457 \text{ мг/м}^3;$$

I группа, приведенная ко второй:

$$C_{O_1}^n = 0,0000373 \cdot \frac{0,5}{0,008} = 0,023 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация на расстоянии 1266 м от трубы № 3 равна:

$$C_{O_{\text{max}}} = 0,05457 + 0,023 = 0,078 \text{ мг/м}^3 < 0,5, \text{ т. е. в пределах нормы.}$$

Из приведенных расчетов видно, что дополнительное обезвреживание газов содорегенерационного агрегата от сернистого ангидрида и дурнопахнущих газов проводить не обязательно, поскольку выбросы эти велики. Очевидно, замена электрофильтров на скруббер Вентури, который улавливает сернистый ангидрид на 90—95%, может решить проблему очистки газовых выбросов. Для этого на скруббер нужно подавать окисленный черный щелок во избежание выделения сероводорода.

В приведенном примере для соблюдения санитарных норм на расстоянии 2132 м от места выбросов газа содорегенерационного агрегата необходимо увеличить высоту его выбросов до

$$H = \sqrt{\frac{235 \cdot \left(2,32 + 41 \cdot \frac{0,008}{0,5}\right)}{4,5 \cdot 0,008}} \cong 140 \text{ м.}$$

Тогда высота трубы будет примерно равна

$$h = 140 - 10 = 130 \text{ м,}$$

где 10 м — возвышение струи газов.

Расчеты показывают, что при повышении мощностей заводов абсолютные количества выбросов возрастут, следовательно, повысятся и концентрации вредных веществ в жилых районах. При строительстве мощных целлюлозно-бумажных комбинатов со всей остротой встает проблема резкого повышения эффективности обезвреживания газовых и пылевых выбросов. Соответственно кафедрой техники безопасности ЦБП намечено расширение научно-исследовательских работ по изысканию новой газоочистной аппаратуры и более эффективных режимов работы газоочистных установок.

## Очистка сточных вод и требования к канализации

В целлюлозно-бумажном производстве на каждую тонну готовой продукции расходуют сотни кубометров воды. Несмотря на многократное использование так называемой оборотной воды, весьма значительное количество ее сбрасывается в виде сточных вод, загрязненных волокном, отработанными сульфитными щелочами, каолином, различными промывными водами (содержащими хлор, щелочь, кислоту и др.), смоляными и жирными кислотами, а также другими вредными веществами.

В табл. 9 приведены сравнительные показатели загрязнений от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности на 1 т продукции, эквивалентные загрязнениям от населения города.

Таблица 9

**Показатели загрязнений на 1 т продукции от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности и от населения города**

Вид готовой продукции	Эквивалентное количество населения (человек)		
	волокно	каолин	БПК <sub>5</sub>
Древесная масса . . . . .	30	145	30
Газетная бумага . . . . .	180	75	95
Писчая и печатная бумаги . . . . .	100—230	360—750	20
Мешочная бумага . . . . .	60	—	70
Тарный картон . . . . .	70	—	85
Макулатурный картон . . . . .	600	—	130
Сульфатная небеленая целлюлоза (выход 50—55%) . . . . .	100—165	—	1400 (450)
Сульфатная беленая вискозная целлюлоза (выход 35—37%) . . . . .	280—465	—	2500
Сульфитная небеленая целлюлоза (выход 48—52%) . . . . .	80—130	—	6500 (450)
Сульфитная беленая вискозная целлюлоза . . . . .	260—425	—	2600

### Примечания:

1. Во второй графе две цифры указаны при наличии станции улавливания волокна.

2. Величины по БПК<sub>5</sub> приняты из условий регенерации щелочи на 70% и утилизации щелоков на сульфитно-спиртовом заводе на 70%. В скобках даны величины эквивалентного количества населения при регенерации щелочи на 80% и при утилизации щелоков на сульфитно-спиртовом заводе на 95%.

Пользуясь таблицей, можно установить, что загрязнения, поступающие со сточными водами от завода производительностью 300 т сульфатной беленой вискозной целлюлозы, равноценны загрязнениям от города с населением:

а) по волокну —  $280 \times 300 = 84000$  чел.

б) по БПК<sub>5</sub> —  $2500 \times 300 = 750000$  чел.



Санитарными правилами спуска сточных вод в водоемы общественного и рыбохозяйственного пользования предъявляются следующие основные требования:

1) увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска в него сточных вод допускается в пределах 0,25 — 0,75 мг/л;

2) на поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей;

3) вода водоема после смешения со сточными водами не должна приобретать непосредственно или при последующем хлорировании посторонних запахов, привкусов, окраски и сообщать их мясу рыб;

4) сточные воды после смешения с водой водоема не должны уменьшать в ней содержания растворенного кислорода ниже 4—6 мг/л;

5) пятисуточная биохимическая потребность в кислороде в воде водоема (при 20° С) после смешения с ней сточных вод не должна превышать 2—6 мг/л;

6) в сточных водах не должны содержаться ядовитые вещества в концентрациях, способных оказать прямо или косвенно вредное действие на здоровье населения, а также на рыб и служащие им кормовой базой водные организмы;

7) сточные воды не должны изменять активной реакции воды в водоеме по рН ниже 6,5 и выше 9,5;

8) в результате спуска сточных вод летняя температура воды не должна повышаться более чем на 3°, а зимняя — более чем на 5°.

Условия спуска в водоемы сточных вод определяют с учетом степени их возможного смешения с водой водоема на пути от места выпуска до створа ближайших пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового (купание, спорт, отдых населения) и рыбохозяйственного водопользования.

Для снижения степени загрязнения водоемов сточными водами в первую очередь следует сокращать объем сбрасываемых в водоем сточных вод путем проведения ряда технологических мероприятий. Важнейшими мероприятиями являются: максимальное использование оборотных вод, предусмотренное схемой технологического процесса производства; утилизация отходов производства; регенерация использованных химикатов, в частности комплексная переработка отработанных сульфитных щелоков на спирт, дрожжи, концентраты.

Однако даже после проведения указанных мероприятий в сточных водах предприятий целлюлозно-бумажной промышленности остается такое количество загрязнений, которое во много раз превышает нормы Госсанинспекции и Рыбнадзора. Вследствие этого выпуск сточных вод в водоемы без предварительной очистки запрещается.

Для эффективной очистки сточные воды целесообразно разделять на потоки с самостоятельными очистными сооружениями. В этом случае очистка облегчается, так как объем воды, подлежащей очи-

стке, меньше, а концентрация загрязняющего вещества выше, чем после смешения стоков различных цехов.

В зависимости от загрязнений сточных вод на целлюлозно-бумажном предприятии могут быть осуществлены следующие системы канализаций:

- а) условно-чистых вод;
- б) волокно- и волокно-каолинсодержащих сточных вод;
- в) щелоксодержащих сточных вод;
- г) шламовых вод;
- д) дурнопахнущих сточных вод;
- е) коросодержащих сточных вод;
- ж) хозяйственно-фекальных сточных вод;
- з) ливневых вод.

На предприятии для удаления шлака (зола) от котельной ТЭС и подачи этих отходов на шлакозолоотстойники может быть осуществлена также система гидрозолоудаления. Условно-чистые сточные воды от конденсаторов паровых турбин, от охлаждения аппаратуры, от промывки фильтра, от охладительных установок подлежат сбросу в водоем без очистки. Волокно- и волокно-каолинсодержащие сточные воды подлежат предварительно внутрицеховой очистке.

Сточные воды бумажного и картонного производств не должны содержать более 150 мг/л взвешенных веществ (волокна, каолина). Различные установки для очистки сточных вод от взвешенных веществ основаны на двух принципах: на осаждении взвешенных веществ и на фильтрации жидкости.

Для осаждения взвешенных веществ используют отстойные пруды, горизонтальные и радиальные отстойники (скребковые, флотационные и другие ловушки).

Горизонтальные отстойники со скребком и вертикальные отстойники применяют для очистки волокно- и каолинсодержащих сточных вод при расходе их до 1000 м<sup>3</sup>/час. При расходе сточных вод свыше 1000 м<sup>3</sup>/час применяют радиальные отстойники.

Для осветления сточных вод используют сетчатые барабанные фильтры с фильтрующим слоем, например вако-фильтры.

Вако-фильтр состоит из двух вращающихся в ваннах (большого и малого) барабанов с натянутой на них непрерывной латунной сеткой № 40—50. В ванну малого барабана подают волокнистую массу для образования фильтрующего слоя, а в ванну большого барабана — сточные воды.

В сточных водах, поступающих на вако-фильтр, содержится 150—160 мг волокна на 1 л, а после фильтра — 0—40 мг/л. После вако-фильтра волокносодержащие сточные воды в случае необходимости могут быть направлены на биологическую очистку с аэротенками.

Исследования ВНИИБ показали, что при очистке сточных вод бумажного производства, содержащих большое количество каолина (в производстве высокозольных бумаг), применение предваритель-

ной коагуляции сернокислым глиноземом дает значительный эффект осветления (до 90%). Осветленная жидкость содержит 15—50 мг/л взвешенных веществ, этого достаточно для сброса ее в обычный водоем. Для спуска осветленной воды в водоемы, имеющие большое народнохозяйственное или рыбохозяйственное значение, требуется вторая ступень осветления сточных вод бумажного производства. Глубокое осветление сточных вод можно осуществить с помощью контактного осветлителя — песочного фильтра, основанного на принципе фильтрации воды снизу вверх. Контактный осветлитель дает осветленную жидкость с содержанием взвешенных веществ 1—2 мг/л.

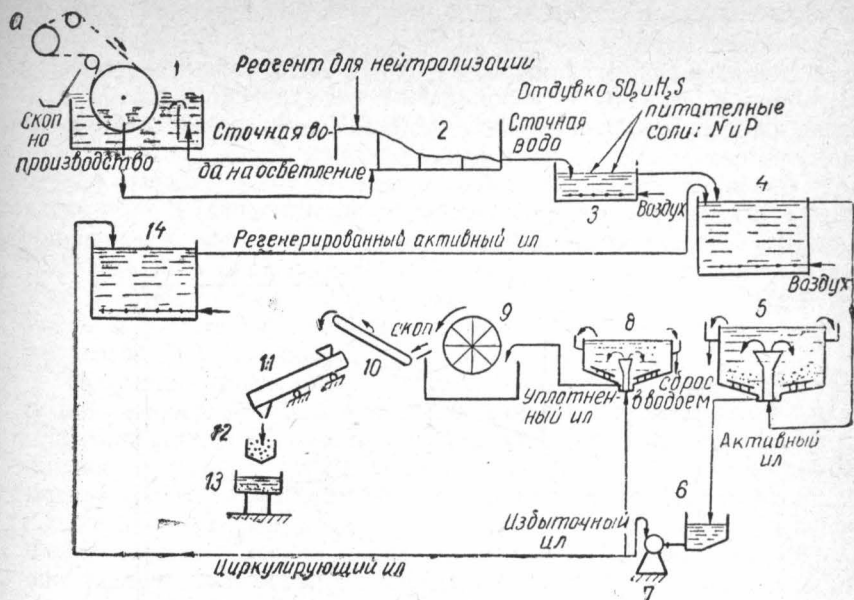
Для полной очистки сточных вод при спуске их в водоемы можно применять осветлители со взвешенным осадком, а также активированный силикат —  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

Для очистки щелочесодержащих сточных вод сульфатно- и сульфитно-целлюлозного производства, содержащих 150—250 мг органических загрязнений на 1 л, следует пользоваться методом биологической очистки сточных вод в аэротенках (рис. 25, а). Биологическая очистка сточных вод основана на разрушении органических веществ, загрязняющих воду быстро размножающимися бактериями, содержащимися в активном иле.

Обезвреживание сточных вод, загрязненных органическими веществами, сводится главным образом к окислительным процессам, в результате которых происходит глубокое изменение химического состава сточных вод и в конечном счете — минерализация органического вещества. Конечными продуктами окисления являются: для  $\text{C}-\text{CO}_2$ ,  $\text{N}-\text{NO}_3$ ,  $\text{S}-\text{SO}_4$ ,  $\text{P}-\text{PO}_4$ ,  $\text{H}-\text{H}_2\text{O}$ .

Для жизнедеятельности бактерий требуются определенные условия. Поэтому химически загрязненные сточные воды следует предварительно обрабатывать, чтобы не уничтожались колонии бактерий. Сточные воды сульфитно-целлюлозного производства вначале нейтрализуют до  $\text{pH} = 6,5-7$ , обогащают питательными солями азота и фосфора, продувают воздухом (для удаления  $\text{SO}_2$ ). Только после такой предварительной обработки жидкость поступает в аэротенки с активным илом. Очищенная в аэротенках жидкость поступает во вторичные отстойники, в которых осаждается активный ил, а осветленная жидкость сбрасывается в канализацию.

Величина БПК<sub>5</sub> биологически очищенных сточных вод сульфатно- и сульфитно-целлюлозного производства составляет 10—20 мг/л. В тех случаях, когда по характеру водоема, в который сбрасывают сточные воды, эффект очистки, достигаемый в аэротенках, оказывается недостаточным, прибегают к более сложным химическим методам — к коагулированию сульфатом алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ). Сульфат алюминия добавляют к биологически очищенной сточной жидкости в количестве 40 г/м<sup>3</sup> (по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); можно добавлять и полимеры, например полиакриламид в количестве 10 г/м<sup>3</sup> (рис. 25, б). После этого очищенная вода является абсолютно безвредной для водоемов.



б

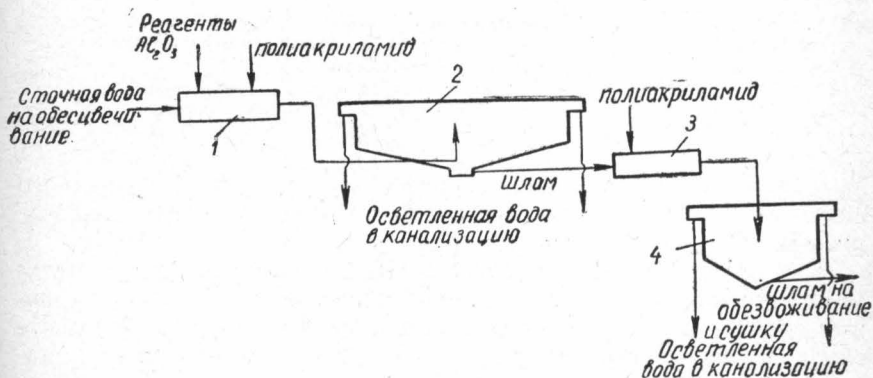


Рис. 25. Схемы очистки сточных вод целлюлозного производства:

а — схема биологической очистки целлюлозосодержащих сточных вод: 1 — вако-фильтр; 2 — смеситель; 3 — преаэратор; 4 — аэротенк; 5 — вторичный отстойник; 6 — иловый резервуар; 7 — иловый насос; 8 — илоуплотнитель; 9 — вакуум-фильтр; 10 — транспортер; 11 — барабанная сушилка; 12 — бункер; 13 — вагонетка; 14 — регенератор ила; б — схема обесцвечивания сточных вод сульфатно-целлюлозного производства: 1 — смеситель; 2 — отстойник; 3 — смеситель; 4 — шламоуплотнитель



Таким образом, для полной очистки основных сточных вод целлюлозно-бумажного комбината необходима четырехступенчатая схема, разработанная ВНИИБ: I — освещение на сетчатом барабанном фильтре с волокнистым фильтрующим слоем; II — освещение на контактном осветлителе; III — биологическая очистка на аэротенках и IV — химическая очистка.

Строгий контроль за соблюдением технологического режима также снижает степень загрязненности сточных вод. В этом можно убедиться на примере работы выпарных станций: перебросы черного

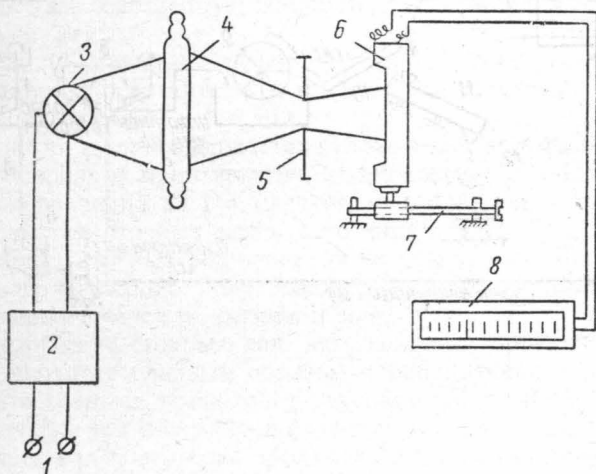


Рис. 26. Схема электрофотоколориметра для контроля содержания черного щелока в сточных водах сульфатцеллюлозного производства:

1 — ток из осветительной сети; 2 — стабилизатор напряжения; 3 — электролампа 25 вт; 4 — кювета для сточных вод; 5 — диафрагма; 6 — фотоэлемент селеновый; 7 — регулировочный винт; 8 — гальванометр (самопишущий) со шкалой в г/л  $\text{Na}_2\text{O}$

щелока через барометрические конденсаторы и сброс загрязненного щелоком сокового конденсата очень часто нарушают режим его работы.

Кафедрой техники безопасности ЦБП предложен прибор, автоматически контролирующий концентрацию черного щелока в сточных водах и записывающий ее в виде кривой на движущейся ленте самопишущего гальванометра. Работа прибора основана на принципе электрофотоколориметра (рис. 26).

Через специальную кювету пропускают сточные воды для контроля на содержание черного щелока. Кювета с одной стороны освещается обычной 25-ваттной электрической лампой, получающей питание через стабилизатор напряжения. Свет проходит сначала через кювету, затем через диафрагму и попадает на селеновый фотоэлемент. Величина возникающего при этом фототока записывается самопишущим гальванометром.

Таким образом, когда в кювету прибора поступает чистая вода, фототок имеет максимальную величину. Если же в сточные воды попадает черный щелок, они окрашиваются в темный цвет и фототок резко уменьшается.

Установленные на Марийском ЦБК приборы имели шкалу 0—2 г/л  $\text{Na}_2\text{O}$ . Один прибор установлен в диффузорном отделе на линии сточных вод, а другой — на сточных водах выпарной станции типа Кестнера. Эксплуатация этих приборов показала полную пригодность их для автоматической непрерывной записи концентрации щелочи в окрашенных сточных водах в пределах 0—1,5 г/л. Такой прибор может быть установлен и для контроля загрязненности белого щелока шламом перед поступлением его из отдела каустизации в варочный.

Показания фотоэлемента через промежуточное реле могут быть поданы непосредственно пускателю привода центробежного насоса или задвижки, что позволяет автоматически регулировать чистоту жидкости. Следует отметить, что ранее установленный прибор модели «Дионик», работающий на принципе измерения электропроводности конденсата, вследствие коррозии быстро вышел из строя. Фотоколориметрическая схема не подвержена коррозии, поэтому она заслуживает большего внимания. Описываемый фотоколориметрический прибор был испытан для контроля конца промывки целлюлозы в диффузорах на сульфатцеллюлозном заводе Светогорского ЦБК.

Милливольтметр прибора был отградуирован в единицах концентрации щелока в промывных водах. Градуировка прибора производилась следующим образом: когда стрелка милливольтметра подходила к определенному делению шкалы, отбирали пробы щелока, в которых определялось содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  г/л титрованием соляной кислотой. Для получения средних данных эти определения проводили в течение 10 дней. На основании полученных данных составлен градуированный график прибора, устанавливающий соотношение между показаниями милливольтметра (шкала которого выражена в  $^{\circ}\text{C}$ ) и концентрацией щелока в промывных водах в г/л  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Конец промывки диффузоров, определяемый концентрацией 0,35 г/л  $\text{Na}_2\text{O}$ , соответствовал в данном случае 140° шкалы милливольтметра.

Дезодорация дурнопахнущих сточных вод достигается окислением хлором, барботированием воздуха (дымовых газов) или сорбционной фильтрацией.

По данным Гипробума, в отдельный поток дурнопахнущих сточных вод должны быть выделены конденсаты варочного цеха (от терпентинных и конечных сдувок, от бака аккумулятора) и выпарного цеха (конденсат сокового пара и воды барометрического конденсатора).

Количество сточных вод, образующихся на 1 т готовой продукции, зависит от качества исходной целлюлозы, суточной произ-

водительности завода по варке и технологического режима использования оборотных вод. По данным Гипробума, это количество сточных вод колеблется в пределах 0,96—1,44 м<sup>3</sup>/т целлюлозы по варочному отделу и 8,7 — 15,16 м<sup>3</sup>/т целлюлозы по выпарному цеху.

Частным решением проблемы очистки дурнопахнущих сточных вод являются дезодорационные хлораторные установки с контактными резервуарами, запроектированные Гипробумом (по данным исследований ВОДГЕО) для завода Кехра и Соломбальского БДК. Расход активного хлора для этих установок составляет, в зависимости от загрязненности сточных вод, 1,5—4,5 кг/т целлюлозы.

Представляется вероятным, что снижение расхода хлора может быть достигнуто путем отделения вод барометрического конденсатора от загрязненного конденсата выпарных корпусов. Незначительно загрязненные воды барометрического конденсатора могут быть направлены в общезаводскую канализацию. Однако применение хлора в целях обезвреживания сточных вод вызывает эксплуатационные затруднения и поэтому не может быть признано целесообразным.

В шведской практике получил применение метод очистки дурнопахнущих сточных вод путем обработки их дымовыми газами в противоточных башнях. Указывается, что в таких башнях удаляется 878 г сероводорода в час или 149 г/т целлюлозы. Выдуваемые из конденсатов дурнопахнущие газы направляются в дымовую трубу, что ведет к загрязнению атмосферного воздуха.

В целях нахождения наилучшего метода обезвреживания дурнопахнущих сточных вод кафедрой техники безопасности ЦБП была выполнена научно-исследовательская работа по окислению их кислородом воздуха.<sup>1</sup> Исходным материалом служили пробы дурнопахнущих сточных вод, отобранных в выпарном и варочном цехах сульфатно-целлюлозных заводов, а также конденсаты сдувочных паров лабораторных варок сульфатной целлюлозы. Продувание сточных вод воздухом производили на специальный установке, основной частью которой являлась стеклянная колонка со стеклянной насадкой.

На основании проведенных опытов можно сделать следующие выводы: резкий и неприятный запах серасодержащих соединений можно (особенно при повышенной температуре) удалить воздействием воздуха; значительного снижения окисляемости (на 60—69%) можно достигнуть при подкислении сточных вод перед их окислением. При аэрации происходит десорбция, т. е. переход растворенных в воде летучих веществ в газовую фазу (воздух).

В связи с тем, что основные дурнопахнущие соединения легко-

---

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, З. П. Модзелевская, Окисление сточных вод сульфатно-целлюлозного производства, Труды ЛТИ, вып. 5, М.—Л., Гослесбумиздат, 1958, стр. 10—14.

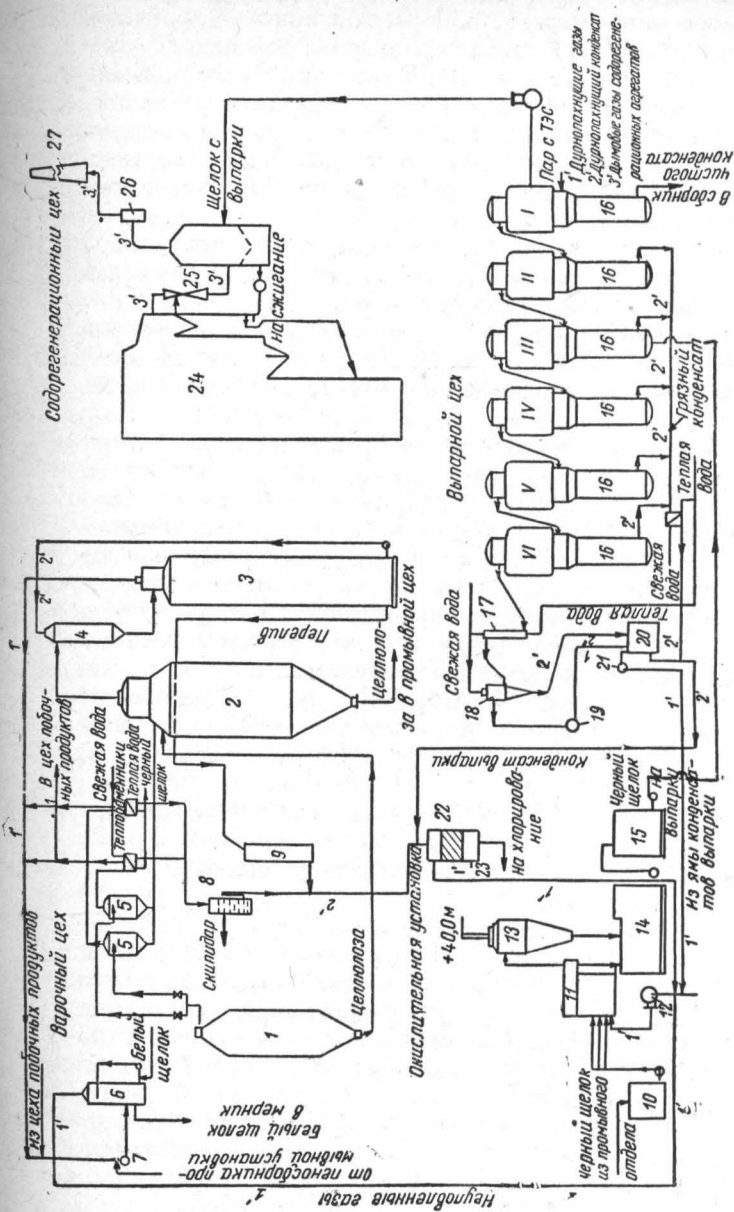


Рис. 27. Технологическая схема комплексной очистки дурнопахнущих газовых выбросов и сточных вод сульфатно-целлозного производства:

1 — варочный котел; 2 — выдувной резервуар; 3 — бак-аккумулятор; 4 — струйный конденсатор; 5 — отсепаратор шлама; 6 — насасодный скруббер для улавливания отходящих газов варочного цеха; 7 — вентилятор; 8 — флорентина; 9 — бак-сборник дурнопахнущих вод; 10 — бак слабого черного щелока; 11 — окислительная башня для черного щелока и для улавливания серосодержащих газов, выделенных из дурнопахнущих конденсатов варочного и выпарного цехов; 12 — вентилятор для подачи указанных газов и воздуха в окислительную башню; 13 — циклон; 14 — пенный бак; 15 — бак окисленного черного щелока; 16 — выпарные аппараты; 17 — поверхностный конденсатор; 18 — барометрический конденсатор; 19 — вакуум-насос; 20 — сборник дурнопахнущих вод; 21 — вентилятор для подачи дурнопахнущих газов на окислительную установку; 22 — башня отдувки серосодержащих газов из дурнопахнущих вод; 23 — вентилятор для подачи воздуха в башню отдувки; 24 — сорогенерационный агрегат; 25 — скруббер Вентури для улавливания уноса и серосодержащих газов; 26 — дымосос; 27 — дымовая труба



летучи, в лаборатории кафедры техники безопасности ЦБП были поставлены опыты по обезвреживанию грязных конденсатов методом вакуумирования. В результате этих опытов удалось установить, что вакуумирование конденсата на насадке при 2—4 мм рт. ст. с поглощением выделяющихся газов серной кислотой дает удовлетворительный эффект. Однако вряд ли метод вакуумирования может быть признан перспективным. Наиболее целесообразным следует считать применение воздуха для обработки дурнопахнущих сточных вод с последующей очисткой получаемой при этом газовоздушной смеси совместно с другими отходящими газами в одном из аппаратов абсорбционного типа.

Таким образом, проблема очистки дурнопахнущих сточных вод должна решаться в комплексе с проблемой очистки газовых выбросов сульфатно-целлюлозного производства.

На рис. 27 (а и б) изображена примерная схема комплексной очистки дурнопахнущих газовых выбросов и сточных вод сульфатно-целлюлозного завода, разработанная кафедрой техники безопасности ЦБП.

В основу этой схемы положены исследования кафедры и литературные данные. В связи с тем, что в сульфатно-целлюлозном производстве из серосодержащих дурнопахнущих газовых выделений около 50% газов переходит в конденсаты, задача обезвреживания дурнопахнущих конденсатов приобретает особо важное значение и должна быть решена с точки зрения не только обезвреживания, но и регенерации серы из конденсатов. Поэтому система обезвреживания, основанная на реакции между серосодержащими газами, воздухом и водой, не может быть принята в том виде, каком она предложена Тробеком, Ленцем и Тирадо, так как она не предусматривает возврата серы в производство. Обезвреживание дурнопахнущих конденсатов хлором также не решает этой задачи и, кроме того, очень дорого стоит.

За основу обезвреживания дурнопахнущих конденсатов кафедра техники безопасности ЦБП предлагает принять десорбцию растворенных серосодержащих компонентов воздухом и улавливание их в окислительной башне.

Предлагаемая нами схема (рис. 27) предусматривает следующие мероприятия по обезвреживанию газовых выбросов и конденсатов:

1. Несконденсированные газы сдувок и выдувки поглощаются белым щелоком в насадочном абсорбере, пенном аппарате или турбулентном аппарате Вентури. Ожидаемая степень очистки: по сероводороду и метилмеркаптану на 90—98%; по сульфидам на 25—30%.

2. Газовые выбросы выпарки направляют в окислительную установку. Сюда же подают непоглощенные газы сдувок и выдувки. Ожидаемая степень поглощения составляет 80—85%. Выбрасываемые в атмосферу непоглощенные газы должны быть рассеяны с помощью трубы достаточной высоты или уловлены в специальных аппаратах.

3. Дымовые газы содорегенерационных агрегатов очищают от пыли и сернистого ангидрида в скруббере Вентури или только от пыли — в электрофильтрах. Ожидаемая степень очистки в Вентури: по уносу — на 95%; по сернистому ангидриду — на 95—97%. Ожидаемая степень очистки в электрофильтрах по пыли — 95—97%.

Вопрос о том, предусматривать или нет дополнительную очистку дымовых газов от сероводорода и метилмеркаптана, зависит от абсолютного количества выбросов и высоты дымовой трубы. Если от этих выбросов концентрация дурнопахнущих газов в зоне дыхания будет выше нормы, высоту дымовой трубы необходимо увеличивать для лучшего рассеивания газа или предусматривать его очистку. В связи с большим объемом газовых выбросов для этой цели лучше всего подходят скоростные аппараты типа Иматра-Вентури или аэрожета Вентури. В качестве сорбента лучше всего использовать слабый раствор каустика или белый щелок.

4. Дымовые газы известерегенерационных печей очищают от пыли и сернистого ангидрида (при работе печей на сернистых мазутах) в скруббере Вентури с использованием в качестве орошающей жидкости воды или слабого зеленого щелока. Ожидаемая степень очистки 95—99%. Высота трубы должна быть достаточной для нормального рассеяния остаточной пыли.

5. Дурнопахнущие конденсаты направляют на десорбер насадочного или пенного типа, где их интенсивно продувают воздухом. Далее газо-воздушная смесь направляется в окислительную башню для поглощения десорбированных компонентов дурнопахнущих газов. Обработанный таким образом конденсат с остаточными компонентами дурнопахнущих газов и элементарной серой, которая частично образуется в результате реакций между водой, воздухом и растворенными дурнопахнущими газами, смешивается с хлорсодержащими сбросными водами отбелки или хлорируется с затратой некоторого количества свежего хлора.

Коросодержащие сточные воды, после их очистки на внутрицеховой установке (на сетчатых вращающихся барабанах), подают для доочистки на радиальные отстойники. Поток волокно- и коросодержащих сточных вод должен иметь на выпуске буферный отстойник для доочистки и задержания загрязнений при нарушении режима работы цеховых установок.

Шламовые воды очищают в шламоотстойниках.

Хозяйственно-фекальные сточные воды предварительно подвергают механической очистке на двухъярусных отстойниках, а затем совместно с производственными сточными водами (или отдельно) направляют на биологическую очистку. При совместной очистке с производственными сточными водами хозяйственно-фекальные воды предварительно хлорируют. При раздельной очистке хозяйственно-фекальные сточные воды хлорируют после биологической очистки. Ливневые воды сбрасывают в водоем без очистки. Только ливневые воды с площадок мазуто- и маслохранения предвари-

тельно очищают. Степень очистки сточных вод зависит от мощности и категории водоема, в который их сбрасывают, а также от БПК<sub>5</sub> воды водоема и содержания в ней растворенного кислорода.

Определяется степень очистки расчетом допустимой нагрузки на водоем растворенных органических соединений и взвешенных веществ, а также расчетом допустимого изменения реакции водоема (величиной рН). Рассмотрим расчеты допустимой нагрузки на водоем сточными водами.

**Расчет необходимой степени очистки по количеству взвешенных веществ.** Расчет предельно допустимого содержания взвешенных веществ ( $m_{\text{доп}}$ ) в сточных водах в мг/л определяют по формуле

$$m_{\text{доп}} = P \left( \frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + b,$$

где:

$P$  — допустимое по санитарным правилам увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод (0,25 и 0,75 мг/л);

$a$  — коэффициент смешения сточной воды с водой водоема;

$Q$  — наименьший среднемесячный расход водоема при 95% обеспеченности в м<sup>3</sup>/сек;

$q$  — расход сточных вод в м<sup>3</sup>/сек;

$b$  — содержание взвешенных веществ в воде водоема до спуска сточных вод в мг/л.

Коэффициент смешения —  $a$ , учитывающий расход воды водоема на разбавление сточных вод в расчетном створе, определяют по формуле И. Д. Родзиллера

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt{L}}},$$

где:

$L$  — расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа реки в м, т. е. до места водопользования, находящегося на ближайшем расстоянии от места выпуска;

$\alpha$  — коэффициент, учитывающий влияние гидравлических условий смешения, определяют по формуле

$$\alpha = E \cdot \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q}},$$

где:

$E$  — коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в реку (при выпуске сточных вод у берега  $E = 1$ ; при выпуске на середине реки  $E = 1,5$ );

$\varphi$  — коэффициент извилистости реки:

$$\varphi = \frac{L_{\text{ф}}}{L_{\text{пр}}},$$

где  $L_{\text{ф}}$  и  $L_{\text{пр}}$  — расстояние от места спуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру и по прямой.

Приближенно  $a$  можно рассчитывать по следующей формуле:

$$a = \frac{l}{L};$$

где  $l$  — расстояние от места спуска сточных вод до расчетного створа.

Коэффициент турбулентной диффузии  $\varepsilon$  определяют по формуле М. В. Потапова для равнинных рек

$$\varepsilon = \frac{H_{\text{ср}} v_{\text{ср}}}{200},$$

где:

$H_{\text{ср}}$  — средняя глубина потока в м;

$v_{\text{ср}}$  — средняя скорость потока в м/сек.

При отсутствии гидрологических факторов (коэффициентов  $\varphi$  и  $E$ ) для определения пунктов полного смешения сточных вод в реках могут быть использованы расчетные данные табл. 10.

Таблица 10

Данные для примерного определения пунктов полного смешения сточных вод с водой реки при выпуске их у берега

Отношение расхода воды реки к расходу сточных вод $\frac{Q_p}{q_{\text{ст}}}$	Время в часах до места полного смешения сточных вод с водой реки при расходе ее в м³/сек			
	до 5	5—50	50—500	свыше 500
1:1—5:1 . . . . .	0,6	0,8	1	1,5
5:1—25:1 . . . . .	4,5	5,5	6,7	8
25:1—125:1 . . . . .	12	13,5	17	22
125:1—600:1 . . . . .	28	33	39	55
Свыше 600:1 . . . . .	56	66	77	112

Примечание. При выпуске сточных вод в фарватер реки время смешения может быть уменьшено в 1,5 раза, а при диффузионном распределении — в 3 раза.

Степень необходимой очистки по взвешенным веществам ( $D$ ) в процентах может быть определена по формуле

$$D = \frac{c - m_{\text{доп}}}{c} \cdot 100,$$

где  $c$  — количество взвешенных веществ в сточной воде до очистки в мг/л.

Расчет необходимой степени очистки по содержанию растворенного кислорода в воде водоема. Этот расчет производят, исходя из требований санитарных правил о сохранении в водоеме после спуска в него сточных вод минимального количества растворенного кислорода — 4 мг/л, а для водоемов рыбохозяйственного значения — 6 мг/л.

Из уравнения кислородного баланса реки максимальную величину БПК<sub>5</sub> сточных вод, при которой они могут быть спущены в водоем, определяют по формуле

$$L_5^{\text{ст}} = 1,8 \frac{a \cdot Q}{q} (O^D - 4 - 0,55 L_5^D) - 7,3,$$



где  $L_5^{\text{ст}}$  и  $L_5^{\text{р}}$  — пятисуточное биохимическое потребление кислорода сточными водами и речной водой в  $\text{мг/л}$ ;

$O^{\text{р}}$  — содержание растворенного кислорода в речной воде до спуска сточных вод в  $\text{мг/л}$ ;

0,55 — коэффициент для пересчета пятисуточного потребления кислорода в двухсуточное, считая, что содержание растворенного кислорода в первые двое суток будет не менее  $4 \text{ мг/л}$  и в дальнейшем снижения его содержания в водоеме не произойдет;

4 — количество растворенного кислорода, которое должно остаться в водоеме в критической точке, в  $\text{мг/л}$ ; для водоемов рыбохозяйственного значения количество растворенного кислорода не должно быть ниже  $6 \text{ мг/л}$ .

Способ расчета с учетом поглощения кислорода и реаэрации требует знания величины константы потребления кислорода  $K_1$  и константы реаэрации  $K_2$ , что связано в большинстве случаев с необходимостью проведения предварительных изысканий.

По санитарным правилам спуска сточных вод в водоемы предусматривается расчет степени их очистки по БПК<sub>5</sub> для всех категорий водоемов.

При расчете по допустимой БПК<sub>5</sub> смеси речной воды и сточных вод к последним предъявляют более высокие требования, чем при расчете по растворенному кислороду. Поэтому в данном случае можно ограничиться расчетом без учета реаэрации.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПК<sub>5</sub>. Этот метод расчета применяют для всех категорий водоемов при условии, что у расчетного пункта величина БПК<sub>5</sub> смеси речной воды со сточной не превышает содержания  $O_2$  в количестве  $2-4 \text{ мг/л}$  (1 или 2-й категории). Для водоемов рыбохозяйственного значения всех категорий БПК<sub>5</sub> должно быть не более  $2 \text{ мг/л}$ .

Допустимую величину БПК<sub>5</sub> спускаемых сточных вод определяют по формуле

$$L_5^{\text{ст}} = a \cdot \frac{Q}{q} (L_a - L_5^{\text{р}}) + L_a \text{ г/м}^3,$$

где  $L_a$  — допустимое пятисуточное потребление кислорода смесью воды водоема со сточными водами в месте их спуска.

Допустимая величина  $L_a$  по закону скорости потребления кислорода при биохимическом окислении органического вещества равняется

$$L_a = \frac{L_t}{10^{-k_1 \cdot t}} \text{ г/м}^3,$$

где:

$L_t$  — БПК<sub>5</sub> смеси сточных вод и воды водоема у расчетного пункта (2 или  $4 \text{ мг/л}$ );

$k_1$  — константа скорости потребления кислорода, зависящая от температуры (при  $t = 0^\circ$   $k_1 = 0,04$ ; при  $t = 10^\circ$   $k_1 = 0,063$  и при  $t = 20^\circ$   $k_1 = 0,10$ ).

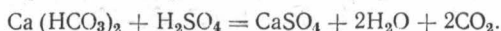
$t$  — продолжительность перемещения воды в сутках от места спуска сточных вод до расчетного пункта, равное  $1,16 l : v_p$ ; здесь  $l$  — расстояние вниз по течению реки от места спуска сточных вод до расчетного пункта в  $\text{км}$ ;  $v_p$  — скорость течения в реке в  $\text{м/сек}$ .

Для ориентировочных расчетов можно принимать следующие величины БПК<sub>5</sub> воды водоема: чистые реки 2 мг/л; довольно чистые реки — 3 мг/л; сомнительно чистые реки — 5 мг/л; очень грязные реки — 10 мг/л.

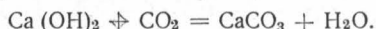
**Расчет по изменению реакции воды водоема.** При спуске кислых или щелочных сточных вод необходимо учитывать нейтрализующую способность водоема.

Вода водоемов содержит двууглекислые соли (бикарбонаты), кальция — Са (НСО<sub>3</sub>) и магния — Mg (НСО<sub>3</sub>), обуславливающие ее карбонатную жесткость, а также свободную углекислоту — СО<sub>2</sub>.

Кислоты, поступающие в водоем вместе с производственными сточными водами, взаимодействуют с бикарбонатами, в связи с чем количество бикарбонатов в воде уменьшается, а количество свободной углекислоты увеличивается. Нейтрализация (например, серной кислоты) в водоеме за счет бикарбоната кальция протекает по реакции



При поступлении со сточными водами щелочей последние взаимодействуют со свободной углекислотой по реакции



Зависимость между активной реакцией воды — рН и содержанием в ней бикарбонатной и свободной углекислоты в мг/л выражается уравнением

$$\text{pH} = 6,52 + \lg \frac{\text{СО}_2 \text{ своб. (мг/л)}}{\text{СО}_2 \text{ бикар. (мг/л)}},$$

где 6,52 — значение отрицательного логарифма константы диссоциации СО<sub>2</sub> ( $k = 3,10^{-7}$ ).

**Пр и м е р.** Требуется определить степень очистки сточных вод, спускаемых в реку от целлюлозно-бумажного комбината, по отдельным показателям загрязнений.

Расчетные данные: расход речной воды при 95% обеспеченности — 130 м<sup>3</sup>/сек; скорость течения воды в реке — 0,5 м/сек.

Характеристика речной воды: содержание взвешенных веществ — 10 мг/л; содержание растворенного кислорода — 8 мг/л; БПК<sub>5</sub> — 2 мг/л; температура — 15°; карбонатная жесткость — 4 мг/экв/л и рН = 6,8.

Водоем 2-й категории общественного водопользования. Расстояние от места спуска сточных вод до расчетного створа  $l = 20$  км. Общий расход производственных сточных вод — 1,25 м<sup>3</sup>/сек. Концентрация взвешенных веществ в спускаемых сточных водах — 250 мг/л; БПК<sub>5</sub> — 300 мг/л и содержание серной кислоты — 0,1 г/л.

**Расчет по взвешенным веществам.** Предельно допустимое содержание взвешенных веществ определяют по формуле

$$m_{\text{доп}} = P \left( \frac{Q \cdot a}{q} + 1 \right) + b,$$

где  $P = 0,75$  мг/л для водоема 2-й категории.

Для определения коэффициента смешения  $a$  устанавливаем длину участка реки до полного смешения по формуле

$$L = v \cdot t = 0,5 \cdot 17 \cdot 3600 = 30\,600 \text{ м} = 30,6 \text{ км},$$

где  $t = 17$  часам принимается из табл. 10 для  $\frac{Q}{q} = \frac{130}{1,25} = 104$ .

Коэффициент смешения  $a$  у расчетного пункта определяют из равенства

$$a = \frac{20}{30,6} = 0,65.$$

Тогда

$$m_{\text{доп}} = 0,75 \left( \frac{0,65 \cdot 130}{1,25} + 1 \right) + 10 = 61 \text{ мг/л.}$$

При концентрации взвешенных веществ в производственных водах 250 мг/л на очистных сооружениях требуется задержать

$$D = \frac{(250 - 61)}{250} \cdot 100 = 75,5\%$$

взвешенных веществ.

**Расчет по потреблению растворенного кислорода.** Максимально допустимую величину БПК<sub>5</sub> ( $L_5^{\text{ст}}$ ) определяют по формуле.

$$\begin{aligned} L_5^{\text{ст}} &= 1,8 \frac{a \cdot Q}{q} (O^p - 4 - 0,55 L_5^p) - 7,3 = \\ &= 1,8 \frac{0,65 \cdot 130}{1,25} (8 - 4 - 0,55 \cdot 2) - 7,3 = 351 \text{ мг/л.} \end{aligned}$$

При фактической величине БПК<sub>5</sub> = 300 мг/л в производственном стоке биологической очистки не требуется.

**Расчет по допустимой величине БПК<sub>5</sub> смеси речной воды и сточных вод.** Определяем величину БПК<sub>5</sub> ( $L_a$ ) смеси сточных вод и воды водоема в месте выпуска сточных вод по формуле

$$L_a = \frac{L_t}{10^{-k_1 \cdot t}},$$

где:

$L_t$  — 4 мг/л для водоема 2-й категории по БПК<sub>5</sub>.

$k_1$  — константа скорости потребления кислорода; для  $t = 15^\circ$   $k_1 = 0,08$ ;

$$t = 1,16 \frac{20}{50} = 0,465 \text{ суток;}$$

$$L_a = \frac{4}{10^{-0,08 \cdot 0,465}} = 4,35 \text{ мг/л.}$$

Допустимую величину БПК<sub>5</sub> сточных вод определяют по формуле

$$L_5^{\text{ст}} = a \frac{Q}{q} (L_a - L_5^p) + L_a = 0,65 \frac{130}{1,25} (4,35 - 2) + 4,35 = 162 \text{ мг/л.}$$

Необходимо выбрать такой метод очистки, который обеспечил бы снижение БПК<sub>5</sub> с 300 до 162 мг/л или на

$$D = \frac{300 - 162}{300} 100 = 46\%.$$

**Расчет по изменению реакции воды водоема.** Количество серной кислоты, которое должно быть нейтрализовано, составляет

$$0,1 \times 1250 = 125 \text{ г/сек.}$$

Содержание бикарбонатной углекислоты в водоеме при карбонатной жесткости 4 мг-экв/л равняется

$$\text{CO}_2_{\text{бик}} = 4 \times 44 = 176 \text{ мг/л,}$$

где 44 — содержание бикарбонатной углекислоты в мг/л на 1 мг-экв/л карбонатной кислоты.

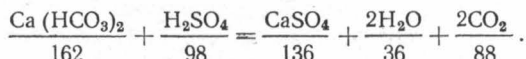
Содержание свободной  $\text{CO}_2$  в воде реки до спуска в нее кислых сточных вод определяют по формуле

$$\text{pH} = 6,55 + \lg \frac{\text{CO}_{2\text{св}}}{\text{CO}_{2\text{бик}}};$$

$$6,8 = 6,52 - \lg \frac{\text{CO}_{2\text{св}}}{176},$$

откуда  $\text{CO}_2 \text{ св} = 92,5 \text{ мг/л}$ .

При нейтрализации серной кислоты бикарбонатами реакция протекает по формуле



При этой реакции на каждые 98 весовых частей нейтрализуемой серной кислоты образуется 88 весовых частей свободной  $\text{CO}_2$ , переходящей из бикарбонатов. Следовательно, при образовании 1 весовой части свободной  $\text{CO}_2$  происходит нейтрализация  $\frac{98}{88} = 1,11$  весовых частей  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Количество свободной  $\text{CO}_2$ , образующейся в процессе нейтрализации, определяют по закону действующих масс из уравнения

$$\text{pH}_{\text{кон.}} = 6,52 - \lg \frac{92,5 + x}{176 - x},$$

где:

$\text{pH}_{\text{кон.}}$  — активная реакция воды водоема после выпуска кислых сточных вод;

$x$  — количество углекислоты в мг/л, перешедшей при реакции нейтрализации серной кислоты из бикарбонатного в свободное состояние.

По санитарным правилам  $\text{pH}_{\text{кон.}}$  должно быть не менее 6,5. Тогда:  $6,5 = 6,52 - \lg \frac{92,5 + x}{176 - x}$ .

После преобразования:

$$0,02 = \lg \frac{92,5 + x}{176 - x}$$

или

$$10^{0,02} = \frac{92,5 + x}{176 - x},$$

откуда  $x = 45 \text{ мг/л}$ .

Это количество вновь образовавшейся свободной углекислоты может нейтрализовать

$$45 \times 1,11 = 50 \text{ мг/л } \text{SO}_4'.$$

При использовании всего расхода воды реки с учетом коэффициента смешения нейтрализуется водой водоема

$$0,65 \times 130 \times 50 = 425 \text{ г/сек.}$$



Количество серной кислоты, которое должно быть нейтрализовано в поступающих производственных стоках, равняется 125 г/сек.

Следовательно, вся кислота нейтрализуется за счет щелочности воды и реки, и предварительной нейтрализации не требуется.

Категории водоема в каждом отдельном случае устанавливают органы государственного санитарного надзора и государственные органы рыбоохраны.

Как правило, все мощные водоемы, а также небольшие реки, впадающие в моря, являются нерестовыми, имеют рыбохозяйственное значение и относятся к 1-й категории.

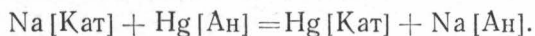
Периодические (залповые) сбросы в водоем неочищенных сточных вод при аварии на производстве не должны иметь места. Для этой цели предусматриваются соответствующие емкости. Выпуск сточных вод из емкостей в водоем может быть осуществлен только в периоды паводков или больших расходов воды в реке; в другое время неочищенные сточные воды должны возвращаться на очистные сооружения.

Очистные сооружения производственных сточных вод можно располагать как на территории предприятия, так и вне ее. При расположении на территории предприятия очистные сооружения должны находиться на расстоянии не менее 50 м от производственных зданий.

Сточные воды от лабораторий сбрасывают в промышленную канализацию или по согласованию с местным саннадзором в хозяйственно-фекальную канализацию. При наличии металлической ртути или ртутных солей в сточных водах их необходимо перед выпуском в канализацию подвергать очистке.

В системе производственной канализации лабораторий, учреждений и предприятий, работающих с радиоактивными веществами, должна быть предусмотрена дезактивация сточных вод. При удалении сточных вод в водоемы содержание в них радиоактивных веществ не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных для воды открытых водоемов (приложение 4).

Очистка сточных вод от ртути в производстве электролитического хлора, каустика и водорода по ртутному методу осуществляется поглощением ртути катионитом с предварительной фильтрацией воды для отделения механических примесей и нерастворимых соединений. При катионировании воды с натрий-катионитом происходит обменная реакция



Натрий-катионитовый фильтр загружается сульфоглем марки СК-1, который предварительно обрабатывают 10%-ным раствором поваренной соли для перевода Н-катионита в Na-катионит. При прохождении через сульфуголь сточных вод, содержащих ртуть, происходит обменная реакция, в результате которой ртуть удерживается сульфоглем.

Очищенную от ртути сточную воду сбрасывают в общезаводскую канализацию, а отработанный сульфуголь (насыщенный ртутью до 0,5% по весу) отправляют на ртутноперерабатывающие заводы для регенерации ртути.

На предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности, в частности на бумажных фабриках, оборудованных быстроходными бумагоделательными машинами, желоба, трубопроводы оборотной воды, массопроводы зарастают микроорганизмами и заражают производственные потоки.

Если источник производственного водоснабжения загрязняется промышленными (городскими) сточными водами или лесосплавом, для борьбы с биологическими обрастаниями оборудования всем предприятиям рекомендуется хлорировать свежую воду.

Для удаления биологических обрастаний применяют горячий (50—70°) моющий раствор с рециркуляцией в системе каждого вида производства в периоды планового останова предприятия (желательно раз в квартал), а также раздельно по потокам бумаго- и картоноделательных машин и пресспатов при каждой длительной остановке их по техническим причинам.

Моющий раствор состоит из каустической соды (80 г/л) и детергента (40 г/л), представляющего собой жидкое стекло, смачиватель НБ, моющее средство ОП-7 и ОП-10, арилалкил, сульфонат натрия и др. Время обработки составляет 12—24 часа. После обработки всей системы моющим раствором ее тщательно промывают свежей водой под переменным давлением для полного удаления биомассы, а затем для дезинфекции хлорированной свежей водой, содержащей до 100 мг/л остаточного хлора.

Дополнительными мероприятиями по древесно-массному заводу является внедрение горячего жидкого дефибрирования и поддержание температуры оборотной воды не ниже 55°, что почти полностью подавляет развитие слизиобразующих бактерий.

Кроме указанных общих мероприятий, по сульфитно-целлюлозному заводу рекомендуется внедрение тщательной промывки массы от сульфитных щелоков до окисляемости 100 мг  $O_2$  на 1 л, что резко снижает развитие биологических обрастаний.

На бумажной фабрике в качестве дополнительного мероприятия может быть проведена дезинфекция массных потоков одним из ядохимикатов (этилмеркурфосфатом, этилмеркурхлоридом, окисью трибутилолова) с концентрацией 1 мг/л. Для дезинфекции могут быть использованы также комбинированные антисептики (ртутно-органические соединения) с концентрацией 0,5 мг/л в сочетании с трихлорфенолятом натрия (10 мг/л), пентахлорфенолятом натрия (10 мг/л) или же с 8-оксихинолином (2 мг/л).

На предприятиях, работающих на привозных полуфабрикатах, целесообразно производить их дезинфекцию в роллах одним из следующих реагентов: 8-оксихинолином (30 мг/л); окисью трибутилолова (2 мг/л); пентахлорфенолятом натрия (50 мг/л); трихлорфенолятом натрия (50 мг/л). Оборотную воду дезинфицируют хлор-

амином путем введения активного хлора и аммиака в соотношении 10 : 1.

В производстве бурого картона для дезинфекции массного потока и оборотной воды применяют: ртутноорганические соединения (0,5 мг/л); 8-оксихинолин (30 мг/л); окись трибутилолова (1 мг/л). Для предупреждения проникновения газов из канализационных сетей в помещения приемные устройства (раковины, унитазы, трапы, воронки, ямы зловонных вод, отстойники, кубы колонн, скрубберы, фильтры) присоединяют к канализационным линиям

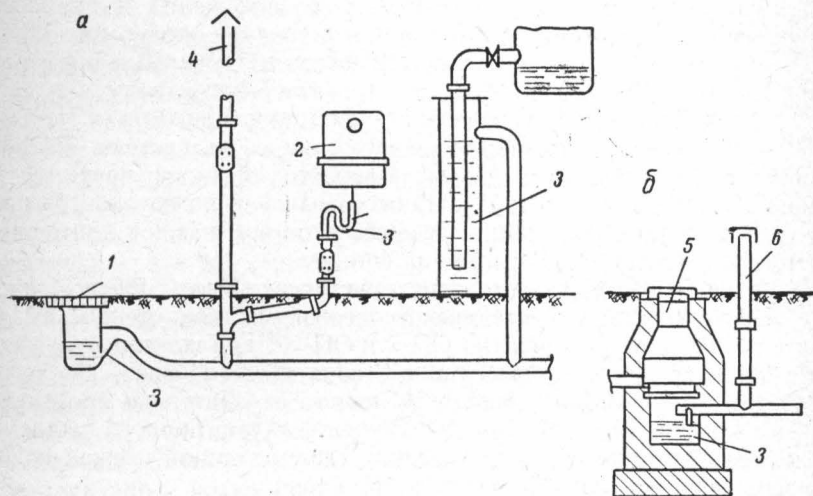


Рис. 28. Гидравлические затворы канализационной сети:

а — затвор от раковины и аппарата; б — затвор колодца; 1 — трап; 2 — раковина; 3 — гидравлический затвор; 4 — вентиляционная труба; 5 — колодец; 6 — вентиляционная тумба

только через гидравлические затворы, глубина которых должна быть не менее 100 мм.

Магистральные канализационные трубопроводы разделяют гидравлическими затворами на изолированные участки длиной 150—200 м. Жидкости из сосудов, работающих под давлением, сбрасывают через соединенные с атмосферой промежуточные емкости, в которых происходит выравнивание давления. В канализацию жидкость стекает через гидравлический затвор (рис. 28)<sup>1</sup>.

Газы и пары должны отводиться отдельно от каждого изолированного участка канализационного устройства, а также из отстойников, ловушек и очистных устройств. Вентиляционные трубы и каналы естественной вытяжки устанавливают в наивысших точ-

<sup>1</sup> Н. В. Соловьев, П. И. Ермилов, Н. А. Стрельчук, Основы техники безопасности и противопожарной техники в химической промышленности, М., Госхимиздат, 1960.

ках участка и отводят на крышу здания или в специальные тумбы. При наличии огневзрывоопасных газов и паров вентиляционные трубы снабжают огнепреградительными устройствами. Для осмотра и чистки канализационных трубопроводов и вытяжных стояков в доступных местах устраивают люки — ревизии, а для подземных трубопроводов — колодцы.

Некоторые сточные воды целлюлозного производства (например, сульфитные щелока) вызывают разрушение канализационных устройств вследствие коррозии. Поэтому при сооружении канализационных систем необходимо выбирать устойчивые к коррозии материалы. Так, в целлюлозно-бумажном производстве наружные канализационные сети и коллекторы в зависимости от их назначения выполняют из чугунных, асбестоцементных, керамических, железобетонных и деревянных труб. Для кислых сточных вод коллекторы выполняют из кирпича или из железобетона с облицовкой кирпичом (деревом) или изолируют лаками. При сбросе кислых вод в железобетонные коллекторы без изоляции они должны быть предварительно нейтрализованы.

Хозяйственно-фекальную сеть осуществляют из керамических бетонных и асбестоцементных труб, прокладываемых в земле на 30 см выше глубины промерзания (в начальных участках). Внутри зданий хозяйственно-фекальную сеть осуществляют из чугунных труб. Если хозяйственно-питьевая сеть в какой-нибудь точке должна пересекаться хозяйственно-фекальной канализацией, последнюю заключают в кожух из стальных труб на расстояние 5 м в каждую сторону от точки пересечения.

При прокладке хозяйственно-питьевого водопровода и хозяйственно-фекальной канализации вдоль дорог эти сети следует прокладывать по противоположным сторонам дорог. На многих участках (особенно верховых) хозяйственно-фекальная сеть не имеет самоочищающих скоростей в трубах, поэтому ее необходимо не реже двух раз в год очищать от осадков. Очистка сети должна производиться с соблюдением правил эксплуатации и техники безопасности.

Воспрещается сбрасывать в канализацию сточные воды от гаражей и столовых без предварительной очистки их на бензоуловителях и жироловках.

Сброс конденсата от отопительных установок, а также вод с высокими температурами в хозяйственно-фекальную канализацию разрешается только через охладительный колодец.

Воспрещается сбрасывать в хозяйственно-фекальную канализацию вещества, присутствие которых может нарушить биологическую очистку этих вод.

На предприятии необходимо вести ежедневный лабораторный контроль за специфическими загрязнениями на выпуске их в канализацию, а также за составом сточных вод, сбрасываемых в водоем.

Очистные сооружения, станции перекачки и прочие установки для сточных вод (бензоуловители, грязеотстойники, маслоулови-



тели) должны содержаться в исправности, чистоте и не являться источниками загрязнения воды, почвы и воздуха.

На все системы водоснабжения и канализации составляют исполнительные чертежи, содержащие полную характеристику сетей и сооружений. Все изменения, проводимые в системах водоснабжения и канализации, необходимо вносить в исполнительные чертежи. Исполнительные чертежи со всеми внесенными изменениями хранятся в техническом архиве предприятия.

Мероприятия, предотвращающие загрязнение почвы, должны проводиться с использованием отвалов и отходов. Так, например, шлам может быть подвергнут регенерации в известерегенерационных печах; огарок можно использовать в металлургической промышленности, строительстве и в качестве наполнителя.

В тех случаях, когда отходы использовать нельзя, их необходимо систематически удалять в места, достаточно отдаленные от жилья и производственных предприятий. Удаление твердых отходов (огарков, шлака, золы, шлама) на значительные расстояния может быть осуществлено с помощью гидротранспорта без затрат ручного труда (глава 4). При наличии в огарке меди гидротранспорт применять нельзя, так как выщелачиваемая сернокислая медь подавляет биологические процессы в почве и водоемах. В этом случае огарки удаляют с помощью шнеков, транспортеров и других видов транспортных устройств.

В местах скопления дисперсных отвалов типа каустизационного шлама для уменьшения пыления поверхность отвалов желателен закреплять цементирующими веществами (битумами, гипсом и др.).

Ядовитые отходы, предварительно обезвредив, следует закопать в землю в отведенных для этой цели местах.

Отбросы с изотопами, имеющими короткий период полураспада, следует помещать в бетонированные ямы и выдерживать до потери активности. Изотопы с большим периодом полураспада следует зацементировать в блоки так, чтобы активность на поверхности блока не превышала 2,5 микрорентген в сек. Такие блоки в отведенных для этого местах закапывают в землю на глубину не менее 1,5 м.

Тряпки и бумаги, зараженные радиоактивными веществами, можно сжигать лишь в тех случаях, когда активность 1 л аэрозоля не будет превышать  $10^{-11}$  кюри (или 22 распада в мин.).

Большое санитарно-гигиеническое значение имеет процесс самоочищения почвы от органических загрязнений, подразделяемый на два этапа — минерализацию и нитрификацию. Для оздоровления загрязненную и зараженную почву целесообразно периодически взрыхлять путем перекапывания и перепаживания, так как это усиливает процессы аэрации почвы.

Небольшие площади могут быть подвергнуты химическим методам обеззараживания с помощью 5%-ной сернокарболовой смеси, 20%-ного раствора хлорной извести или 3%-ного раствора формалина.

## Вентиляция и требования к ней

Задача вентиляционной техники — обеспечение нормальных санитарных условий воздушной среды в производственных помещениях. Устройству вентиляции должно предшествовать осуществление мероприятий, способствующих уменьшению поступления вредных выделений в воздух помещения (герметизация, гигиеническая рационализация процессов и оборудования, теплоизоляция и др.). В зависимости от назначения различают вытяжную и приточную вентиляцию.

Вытяжная вентиляция предназначена для удаления из помещения воздуха, содержащего вредные примеси (газ, пар, пыль), и выброса его в атмосферу.

Приточная вентиляция служит для подачи в помещение чистого воздуха и воздуха необходимых кондиций, определяемых нормами.

Вентиляционное устройство обычно бывает смешанное (комбинированное), т. е. приточно-вытяжное.

В зависимости от размеров обслуживаемого участка и от конструкции устройства различают местную и общеобменную (общую) вентиляцию.

Местная вытяжная вентиляционная установка удаляет загрязненный воздух от мест образования или выхода вредных выделений. При устройстве местных отсосов нужно стремиться возможно полнее укрыть источник выделения вредности. В зависимости от конструктивного оформления местные отсосы носят название вытяжных шкафов, вытяжных зонтов, щелевых приемников, применяемых для бортовых отсосов, и др.

Местную вентиляцию в виде вытяжных шкафов, колпаков или зонтов рассчитывают следующим образом.

Воздухообмен определяют по формуле

$$L = \frac{q}{P_2} (м^3/час),$$

где:

$q$  — количество вредных газов, выделяемое под ограждение, в г/час;

$P_2$  — предельно допустимая концентрация газов под ограждением в г/м<sup>3</sup>.

Объем шкафа или зонта определяют по формуле

$$v_1 = \frac{L}{K} (м^3),$$

где  $K$  — кратность обмена в течение часа в зависимости от степени опасности вещества.

Площадь сечений отверстий в ограждениях определяют по формуле

$$F = \frac{L}{w \cdot 3600} (м^2),$$

где  $w$  — скорость подсоса воздуха из помещения в отверстия, предупреждающая возможность обратного выхода загрязненного воздуха в помещение, в  $м/сек$ .

Местная вытяжная вентиляция весьма рациональное, экономичное и необходимое приспособление, так как она не допускает распространения в помещении воздуха, содержащего вредные примеси. Поэтому в целлюлозно-бумажной промышленности местные отсосы нашли широкое применение не только во вспомогательных цехах (для удаления пыли от дробилок, шаровых мельниц, наждачных и шлифовальных станков и т. п.), но и в основных.

Все аппараты и емкости кислотного цеха, цеха регенерации и промывных установок, служащие для обработки или хранения жидкостей, способных выделять сернистый ангидрид, и работающие без избыточного давления (отстойники, фильтры, баки для кислоты и щелоков и др.) должны быть снабжены устройствами, предупреждающими выбросы газов, содержащих сернистый ангидрид, в помещение (местными отсосами, вентиляционными колпаками и др.). В зависимости от концентраций по  $SO_2$ , эти выбросы либо направляют системой вентиляционных коммуникаций непосредственно в атмосферу, либо пропускают через хвостовую башню для допущения  $SO_2$ , а затем выпускают в атмосферу. Допустимые концентрации  $SO_2$  в выбросах проверяют по формуле Андреева.

При известковообжигательных печах шахтного типа местные отсосы устраивают от загрузочных воронок в виде кабин, закрытых с трех сторон; у дробилок, на участках выгрузки из печи в вагонетки или на транспортеры, у мест падения материалов с транспортеров на транспортеры и с транспортеров в желоба (течки).

Местные отсосы широко используют для удаления паров и газов при промывке небеленой целлюлозы и целлюлозы после отдельных ступеней отбелки на вакуум-фильтрах. В последнее время появились промывные вакуум-фильтры, закрытые полностью.

Удаление вредных выделений из аппаратов, работающих под атмосферным давлением и малым тепловым напором, следует производить также путем устройства механической вытяжки. Примером может служить аппаратура отбельного цеха. Удаление неиспользованного газообразного хлора из башен хлорирования производится с помощью небольших вентиляторов, встроенных в вытяжные шахты.

Башни для отбелки целлюлозы двуокисью хлора снабжают вентиляционными устройствами типа местных отсосов, предупреждающими образование взрывоопасных смесей. Исключением из этого правила являются случаи, когда технологический процесс или конструкция башни исключают создание условий взрыва.

Для улучшения санитарно-гигиенических условий труда в дефибрерных цехах все сооружаемые установки дефибреров, особенно для цехов большой производительности, рекомендуется оборудовать принудительным отсосом паровоздушной смеси из шахт де-

фибреров и принудительным отводом тепла от электродвигателей дефибреров с применением регенерации тепла.

Район выхода древесной массы из ванны под камнем дефибрера должен быть закрыт колпаком, снабженным люками (для взятия проб и осмотров), которые должны быть плотно закрыты при нормальной работе.

Все оборудование, имеющее открытые рабочие поверхности (щепколовки, сгустители), должно снабжаться закрытыми, полностью или частично, колпаками с устройством в зависимости от принятой системы вентиляции местных отсосов.

Улучшение условий труда в залах бумаго- и картоноделательных машин, в сушильных цехах целлюлозных заводов может быть достигнуто путем устройства полностью закрытых колпаков над сушильными частями машины. При двухэтажном размещении машин зону машины в первом этаже также закрывают щитами вентиляционного колпака. При закрытом колпаке водяные пары, испаряемые из полотна, а также подаваемый теплый воздух не распространяются по залу бумаго- и картоноделательных машин и по сушильному цеху. Закрытый колпак состоит из отдельных алюминиевых щитов, покрытых снаружи теплоизоляционным материалом. В случае обрыва бумажного полотна часть щитов автоматически поднимается. Кроме того, пускаются в ход запасные мощные вентиляторы для снижения температуры воздуха в колпаке, что дает возможность обслуживающему персоналу произвести заправку бумаги. На новейших машинах установлены фотоэлементы, открывающие задвижки щитов лишь на том участке сушильной части, где в данное время находится обслуживающий персонал.

Для создания нормальных санитарно-гигиенических условий в районе сеточной части бумаго- и картоноделательных машин, особенно при температурах массы 40° и выше, в зоне интенсивного обезвоживания предусматривается укрытие сеточной части щитами с созданием принудительного отсоса из этой зоны. Иными словами, устраивается местная вытяжная вентиляция.

В целях поддержания нормальных санитарных условий для всех бумаго- и картоноделательных машин, имеющих мощные вакуум-отсасывающие системы, выпуск воздуха от вакуум-насосов в помещение запрещается.

Все машины для производства различного вида бумаг (с поверхностными покрытиями, обоев, бумаг для мешков и др.), имеющие в своем составе агрегаты для сушки, оборудуют вентиляционными системами, включающими те или иные местные отсосы.

Все аппараты для приготовления различного рода химикатов, используемых в производствах по пропитке бумаги или по приготовлению поверхностных покрытий, при наличии вредных выделений снабжают местными укрытиями с отсосами.

Отсасываемый из помещения воздух, как правило, следует восполнять притоком его при помощи искусственной или естественной вентиляции. Неорганизованный приток наружного воздуха для



возмещения удаляемого воздуха за счет инфильтрации (через неплотности в дверных и оконных проемах и др.) в холодное время года допускается в объеме не более однократного воздухообмена в час. Во всех других случаях количество приточного воздуха должно быть достаточным для компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами и расходуемого на технологические нужды.

Местные приточные установки (воздушные души и воздушно-тепловые завесы) служат для создания нормальных условий труда на отдельных рабочих местах или площадках.

Воздушный душ является местной приточной вентиляцией, устраняющей отклонения от нормального состояния воздушной среды на небольшом участке цеха, где рабочие подвергаются интенсивному воздействию конвекционного и лучистого тепла.

Душирующую установку рассчитывают с учетом поддержания температуры в месте производства работ не более  $25^{\circ}$  при скорости движения воздуха не выше  $2 \text{ м/сек}$ . В установках для воздушного душирования рабочих мест наружным воздухом необходимо предусматривать очистку воздуха от пыли в бумажных или масляных фильтрах. Эти установки не должны быть связаны с общими системами вентиляции.

Воздушные души устраивают главным образом на постоянных рабочих местах: у дверок колчеданных печей, где производится замена пришедших в негодность гребков; у смотровых окон, через которые наблюдают за работой печей; у размалывающих, сортирующих и просеивающих устройств; у турбин, водосмотров паровых котлов; у мест наиболее длительного пребывания рабочих; у мест отдыха.

Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий в цехах, характеризующихся выделением лучистого тепла при интенсивности облучения, превышающей на рабочем месте  $1 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ , в местах постоянного пребывания рабочих следует применять воздушное душирование. В местах же с интенсивностью облучения  $0,25 - 1 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$  и при значительной величине излучающих поверхностей должна быть обеспечена на постоянных рабочих местах подвижность воздуха не менее  $0,3 \text{ м/сек}$  при общей вентиляции и в пределах  $0,7 - 2 \text{ м/сек}$  при местных вентиляционных установках. В летнее время подаваемый воздух охлаждают путем распыления воды форсунками, помещенными в насадки воздушных душей и полудушей.

Назначение воздушно-тепловой завесы — изменить направление естественных воздушных потоков, чтобы преградить проникновение холодного воздуха в помещение. Это можно осуществить путем воздействия на естественный поток искусственно созданной струей.

Воздушная завеса осуществляется в виде сравнительно узкой струи, выпускаемой снизу или сбоку ворот из прямоугольных отверстий («щелей») во всю ширину или длину проема под некоторым

углом навстречу набегающему естественному потоку. В таком виде завеса представляет собой известное препятствие для проникновения наружного холодного воздуха в цех, уменьшает его количество и тем самым делает возможным его подогрев. Иногда можно обходиться без подогрева за счет того, что воздух для завесы берут внутри цеха из верхних, более теплых слоев.

Воздушно-тепловые завесы применяются в древесно-подготовительных цехах, в отапливаемых складских помещениях и в местах соединения цехов с разным температурным режимом.

При общеобменной вентиляции происходит воздухообмен во всем помещении.

Общеобменную вентиляцию целесообразно проектировать там, где источники тепла и влаги распределены по всему цеху и выделения их не очень интенсивны (например, рольный, очистной и др.), а устройство местных отсосов приводит к загромождению и затемнению цеха. Общеобменную вентиляцию применяют также в цехах с газовыделениями (в кислотном, варочном, хлорном, в цехе приготовления отбелных растворов и др.) для разбавления воздуха помещения более чистым. Однако в этих случаях, а также в помещениях с большими влаговыделениями чаще применяют смешанную (общеобменную и местную) вентиляцию.

По способу перемещения воздуха вентиляции может быть естественная или искусственная, т. е. принудительная или механическая.

Под естественной вентиляцией понимают обмен воздуха внутри помещения, происходящий за счет разности температур воздуха в помещении и вне его, разности давлений в результате воздействия ветра и диффузии газов. Холодный наружный воздух, будучи тяжелее теплого, создает тепловое давление (тепловой напор) в нижней части здания и проникает через отверстия внутрь помещения, вытесняя более легкий теплый воздух через отверстия в верхней его части.

Наветренная сторона здания находится под давлением так называемого ветрового напора, а подветренная и боковые стороны здания находятся под разрежением, вызывающим подсос воздуха из помещения. За счет ветрового напора происходит подсос воздуха снаружи в помещении через поры стен, неплотности оконных рам и т. п. Этот процесс называется инфильтрацией.

Для вытяжки загрязненного воздуха при естественной вентиляции применяют вытяжные шахты, а также дефлекторы, укрепляемые на крыше здания, на вытяжной трубе. Дефлектор обычно имеет семь щелей. Под действием ветра большая часть щелей (например, пять) находятся под разрежением, а две под ветровым напором. Эти устройства относятся к неорганизованной естественной вентиляции.

Организованный, регулируемый естественный воздухообмен, поддерживающий в помещении определенные параметры воздушной среды, называется аэрацией. Для осуществления аэрации

необходимо иметь достаточные по площади и надлежащим образом расположенные вытяжные и приточные отверстия (фрамуги, окна, специальные створки) в стенах и световых фонарях. Открывая и закрывая створки, регулируют воздухообмен. Посредством аэрации удастся прогнать громадные количества воздуха в вентилируемом помещении без затраты на это механической энергии.

В целлюлозно-бумажной промышленности аэрация с успехом может применяться в цехах с избыточным тепловыделением (в варочных цехах, в промывных отделах, в печных отделах).

Значение естественного проветривания можно наглядно показать на следующем примере. Кафедрой техники безопасности ЦБП проводилась работа по испытанию естественной вентиляции варочного цеха одного из сульфитцеллюлозных заводов. Этот цех не имел механической вентиляции. Воздухообмен в помещении осуществлялся посредством притока воздуха через оконные проемы с установленными в них четырьмя трехсекционными калориферами и вытяжки при помощи четырех вытяжных шахт и четырех решетчатых отверстий. Содержание сернистого ангидрида в воздухе без аэрации составило  $0,4 \text{ мг/л}$ , а при естественной вентиляции —  $0,04 \text{ мг/л}$ , т. е. снизилось в 10 раз. Количество перемещаемого воздуха составило 75 тыс.  $\text{м}^3/\text{час}$ . Чтобы переместить такое количество воздуха, потребовалось бы установить три вентилятора типа ВРС № 10 с электродвигателями мощностью около 21 квт.

Однако естественную вентиляцию следует устраивать с таким расчетом, чтобы исключались сквозняки.

Для механической вентиляции применяют осевые и центробежные вентиляторы.

Центробежные вентиляторы бывают низкого, среднего и высокого давления, а также пылевые.

Вентиляторы низкого давления развивают напор до 100 мм вод. ст., среднего и пылевые — до 300 мм вод. ст. и высокого — до 1500 мм вод. ст. У центробежного вентилятора зазор между колесом и входным патрубком кожуха не должен превышать  $\frac{1}{100}$  части диаметра колеса.

Центробежные вентиляторы различаются по типам (ЭВР, ВРН, ВРС и др.) и по напорам. Нумерация вентиляторов зависит от диаметра колеса. Для вентиляторов низкого давления диаметр колеса в дециметрах равен номеру вентилятора. Вентиляторы среднего давления и пылевые при том же номере имеют диаметр колеса на 10% больше, чем низкого давления.

Номер вентилятора определяют и по величине выхлопного отверстия. Размер выхлопа равен 0,8 диаметра колеса. У отечественных вентиляторов выхлопное отверстие имеет квадратную форму. У вентиляторов конструкции инж. С. А. Рысина размер выхлопа равен  $0,7D$  колеса.

Какое давление имеет вентилятор (низкое или среднее), можно определить по диаметру всасывающего отверстия. У вентиляторов низкого давления диаметр всасывающего отверстия равен диаметру

ротора или колеса, а у вентиляторов среднего давления диаметр последнего больше диаметра всасывающего отверстия.

Пылевые вентиляторы применяют для перемещения сильно запыленного воздуха и делают очень прочными по конструкции.

Вентиляторы высокого давления отличаются от всех прочих вентиляторов узкими кожухами и малыми размерами входных и выходных отверстий; применяются в качестве воздуходувок, для пневмотранспорта и др.

Тип вентилятора выбирают в зависимости от требуемой производительности, давления и степени чистоты перемещаемого воздуха. Привод вентилятора может осуществляться или непосредственно от электродвигателя, или через ременную (клиноременную) передачу. При передаче плоскими ремнями максимальное отношение диаметров шкивов допускается 1:2 или 1:2,5; при клинременной передаче — 1:5 или 1:6.

Технические требования к вентиляторам определены ГОСТ.

Работа вентилятора в сети характеризуется перемещаемым им объемом воздуха ( $Q$ ), который определяют по формуле

$$Q = v \cdot F \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{час},$$

где:

$v$  — скорость воздуха в  $\text{м}/\text{сек}$ ;

$F$  — площадь сечения воздухопровода в  $\text{м}^2$ .

Места забора свежего и вывода из здания загрязненного воздуха должны располагаться так, чтобы он не мог попадать в воздухозаборные отверстия и, следовательно, возвращаться в помещение. Лучше всего располагать отверстие для забора свежего воздуха с наветренной стороны, а отверстия для вывода загрязненного воздуха — с подветренной. Если это требование по местным условиям невыполнимо, то необходимо:

1) располагать отверстия для забора свежего воздуха значительно ниже, чем отверстия для удаления загрязненного (на расстоянии не менее 6 м по вертикали);

2) соблюдать возможно большие разрывы между заборными и выбросными отверстиями (не менее 12 м по горизонтали).

Большинство цехов целлюлозно-бумажного производства — это цехи со значительными тепловыделениями, поэтому приточный воздух в них подают в рабочую зону на высоте 1,5 м от уровня пола (рабочих площадок). В цехах же со значительными пылевыведениями, например в древесноподготовительном цехе, воздух подают в верхнюю зону и малыми скоростями.

Так как в большинстве цехов при расчетных отопительных температурах тепловыделения превышают теплопотери, то вытяжку воздуха в них устраивают из верхней зоны. Однако в цехах, где тепловыделения не превышают теплопотерь или выделяются в рабочую зону (кислотный, отбельный цехи, цех приготовления белильных растворов), вытяжка газов производится как из верхней (одна треть), так и из нижней (две трети) зон. Во многих цехах вы-



тяжка осуществляется за счет местных отсосов, о которых сказано выше. В древесноподготовительном цехе вытяжка может производиться с применением пневмотранспорта. Вытяжку из верхней зоны производят осевыми вентиляторами, вентиляторами крышного типа, шахтами и аэрационными фонарями, а из нижней зоны — механическим путем.

Запыленный воздух перед удалением его из помещения рекомендуется очищать с применением различных пылеосадочных камер, циклонов, фильтров (в виде инерционных, пористых и масляных фильтров). Так, воздух, удаляемый от мест опораживания и распорки мешков (цех приготовления клея), очищают в пылеуловителях ударно-смывного типа.

Количество воздуха общеобменной вентиляции ( $L$  м<sup>3</sup>/час<sup>2</sup>) рассчитывают, исходя из предельно допустимой концентрации вредного вещества для производственных помещений ( $p_1$  в мг/л и наличия этого вещества в помещении ( $p$  в мг/л) определяемого анализом воздуха

$$L = \frac{p}{p_1} \cdot V,$$

где  $V$  — объем помещения в м<sup>3</sup>.

Отношение приточного или вытяжного воздуха к объему вентилируемого помещения  $\frac{L}{V} = k$  составляет кратность обмена воздуха данного помещения.

Для проектирования, строительства и эксплуатации производств целлюлозно-бумажной промышленности Правилами и нормами техники безопасности и промышленности санитарии приняты определенные кратности воздухообменов:

Для кислотного цеха кратность воздухообмена равна 8; для варочного — 6; для цеха приготовлений белильных растворов — 4; для отбельного цеха: помещение вакуум-фильтров — 6, помещение башен — 2; для цеха каустизации — 3; для размольного, промывного, очистного цехов и цеха приготовления химикатов — 2; для выпарного и дефибрерного цехов — 1,5.

В сушильных цехах и в залах бумаго- и картоноделательных машин воздухообмен принимается по совмещенному расчету тепло- и влаговыделений. Кратность воздухообмена для летнего времени увеличивается за счет аэрации в 1,5—5 раз. Значительно увеличенные кратности воздухообменов приняты и для так называемой аварийной вентиляции.

Аварийную вытяжную вентиляцию следует устраивать в тех производственных помещениях, где возможны внезапные поступления в воздух больших количеств токсических или взрывоопасных веществ. В целлюлозном производстве аварийную вентиляцию необходимо устраивать:

1) в помещениях насосов, фильтров для кислоты и управления коммуникациями регенерационных цистерн — 20 обменов в час;

2) в помещениях, где находится арматура и фланцевые соединения хлоропроводов,— не менее 15 обменов в час;

3) в помещениях испарителей хлора—не менее 20 обменов в час;

4) в помещении, где находится установка для обезвреживания серасодержащих газов, — не менее 15 обменов в час;

5) в цехах поверхностной отделки бумаги, где предусматривается применение летучих органических растворителей — 15 обменов в час;

6) в отделениях получения одоранта сульфана, дезодорации и ректификации скипидара — 15 обменов в час;

7) в помещениях, где имеются приборы или аппараты, наполненные маслами (распредустройства собственных нужд, трансформаторные кабины и т. п.) — 10 обменов в час.

При устройстве аварийной вентиляции должна быть обеспечена возможность пуска ее как снаружи, так и внутри помещения.

При 12-кратном воздухообмене повышение (выше предельно допустимого) концентрации газов в воздухе рабочей зоны рассматривается как аварийное состояние технологического оборудования или нарушение технологического процесса. В этих случаях для улучшения санитарных условий требуется либо ремонт и замена оборудования, либо наладка технологического процесса. При расчете аварийной вентиляции следует учитывать и кратность общеобменной вентиляции.

Для бытовых и административно-конторских помещений при промышленных предприятиях кратность воздухообмена колеблется в пределах 1—10.

Для нагрева воздуха перед подачей его в помещение применяют различные воздухонагреватели (калориферы). Воздух чаще всего нагревают паром или перегретой водой ТЭС.

Воздухонагреватели могут быть гладкими (из стальных труб или радиаторов) и ребристыми (из ребристых труб), а также особого типа и специальной конструкции — так называемые пластинчатые, навивные, лепестковые и др.

В качестве материала для воздуховодов применяется кровельная и оцинкованная сталь, алюминий, а иногда дерево (шпунтованные доски, фанера) и винипласт для предохранения от действия агрессивных сред.

Вентиляционные установки в зависимости от их назначения подвергают приемочным и контрольным испытаниям.

Приемочные испытания проводят один раз, после полного окончания монтажно-строительных работ наладки и проверки установок в действии.

Контрольные испытания проводят периодически для проверки состояния вентиляционных устройств в период их эксплуатации. Они бывают вызваны неудовлетворительным результатом анализа проб на загрязненность воздуха в рабочей зоне, высокой температурой или влажностью воздуха в цехе.

В зависимости от характера и объема проводимых измерений различают также технические и санитарно-гигиенические испытания установок.

Технические испытания проводят с целью составления технической характеристики вентиляционной установки и отдельных ее элементов (производительности вентиляторов, развиваемых давлений и др.) для сравнения их с проектными данными.

Санитарно-гигиенические испытания проводят для выяснения гигиенической эффективности вентиляционной системы, т.е. для определения наружных и внутренних метеорологических условий, а также количества содержащихся в воздухе рабочей зоны загрязнений (пыли, газов, паров и др.).

В целлюлозно-бумажном производстве применяют самые различные системы вентиляции.

На рис. 29 и 30 изображены примерные схемы вентиляции варочного и кислотного цехов, а на рис. 31 показан общий вид зала бумагоделательных машин, оборудованного современной вентиляцией.

Вентиляция варочного цеха сульфитцеллюлозного завода предназначена для удаления избыточного количества тепла и разбавления сернистого ангидрида до допустимой концентрации —  $0,01 \text{ мг/л}$ .

Примерная схема вентиляции (рис. 29) осуществляется следующим образом. Приточный воздух, пройдя жалюзийную решетку и паровые калориферы 1, нагнетается центробежным вентилятором 2 в приточный распределительный канал 3. Отсюда по вертикальным воздуховодам 4 через приточные решетки 5 приточный воздух поступает в рабочую зону помещений третьего и второго этажей. Для первого этажа запроектирована самостоятельная приточная камера с разветвленным приточным воздуховодом 6.

Из верхней зоны помещений второго и третьего этажей загрязненный воздух удаляется через вытяжной сборный канал 7, из которого осевым вентилятором 8 выбрасывается наружу через шахту 9.

Из первого этажа загрязненный воздух удаляется через сеть вытяжных воздуховодов 10 и вытяжным центробежным вентилятором 11 выбрасывается в вытяжную резервную шахту из ссез 12.

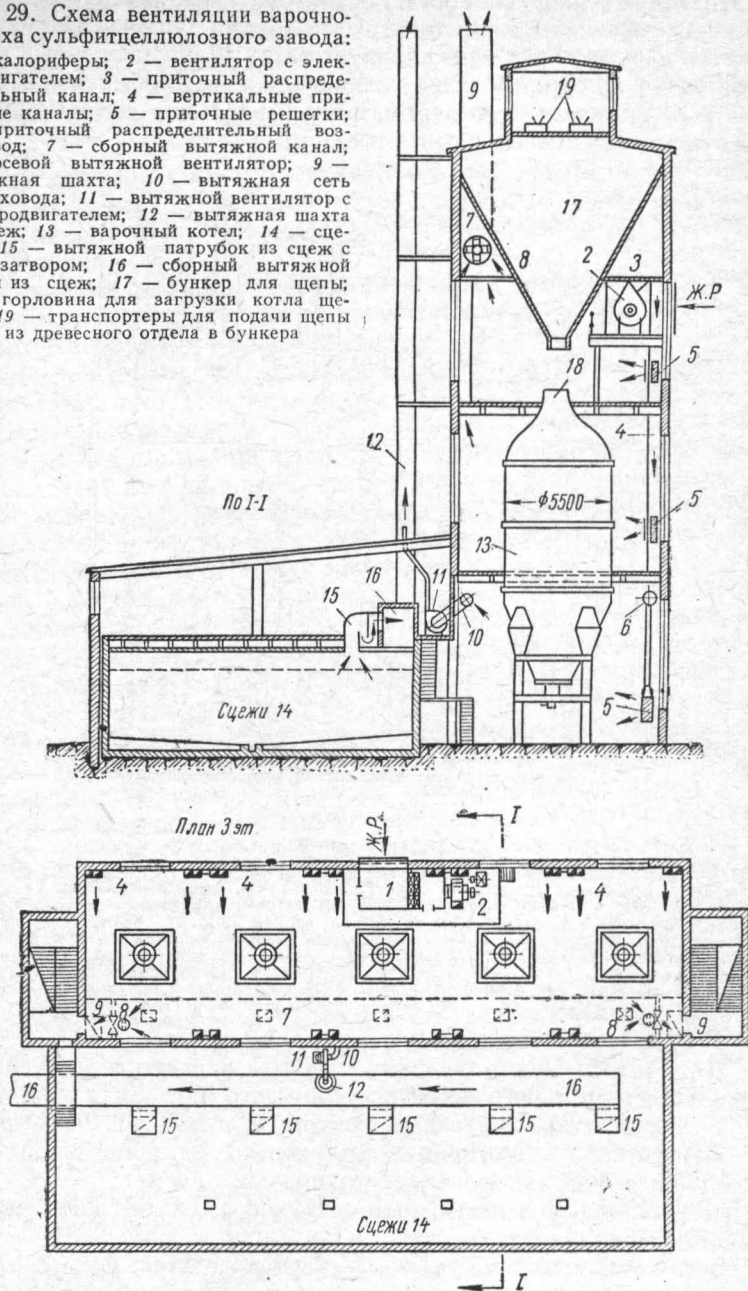
Пары вскипания (содержащие пар и  $\text{SO}_2$ ), образующиеся в ссезе в процессе опорожнения варочного котла, отводятся через вытяжной патрубок с гидравлическим затвором 15 в сборный вытяжной канал 16 и далее на регенерацию тепла и сернистого ангидрида.

Примерная схема вентиляции кислотного цеха, работающего на сере, изображена на рис. 30. Чистый воздух поступает через жалюзийную решетку в камеру 1, где смешивается с теплым воздухом, поступающим в камеру через канал 2 от кожухов печей 3, и центробежным вентилятором 4 нагнетается в рабочую зону цеха через воздухораспределители 5 и 6.

Центробежный вентилятор 7 подает холодный наружный воздух через подземный канал 8 под укрытие 9 вращающихся серных пе-

Рис. 29. Схема вентиляции варочно-го цеха сульфитцеллюлозного завода:

1 — калориферы; 2 — вентилятор с электродвигателем; 3 — приточный распределительный канал; 4 — вертикальные приточные каналы; 5 — приточные решетки; 6 — приточный распределительный воздуховод; 7 — сборный вытяжной канал; 8 — осевой вытяжной вентилятор; 9 — вытяжная шахта; 10 — вытяжная сеть воздухопровода; 11 — вытяжной вентилятор с электродвигателем; 12 — вытяжная шахта из сцез; 13 — варочный котел; 14 — сцези; 15 — вытяжной патрубок из сцез с гидрозатвором; 16 — сборный вытяжной канал из сцез; 17 — бункер для щепы; 18 — горловина для загрузки котла щепой; 19 — транспортеры для подачи щепы из древесного отдела в бункера





чей 3. Теплый воздух из-под укрытий под давлением центробежного вентилятора 7 направляется по воздуховоду 2 в камеру смешения 1 для подогрева наружного воздуха. Избытки теплого воздуха удаляются наружу через вертикальную шахту 10. Загрязненный воздух забирается из верхней зоны помещения и центробежным вентилятором 11 выбрасывается в атмосферу. Аварийная вентиляция цеха обслуживается осевыми вентиляторами 12.

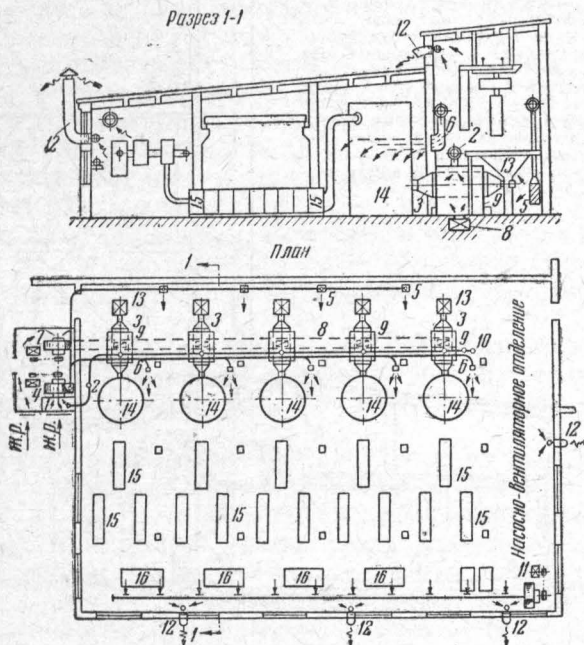


Рис. 30. Схема вентиляции кислотного цеха:

1 — камера смешения наружного воздуха с возвратным; 2 — воздуховод теплого воздуха; 3 — серная вращающаяся печь; 4 — центробежный приточный вентилятор; 5 — воздухо-распределители; 6 — воздухо-распределители ЛИОТ; 7 — приточный центробежный вентилятор для подачи холодного воздуха в кожух серной печи; 8 — распределительный канал холодного воздуха; 9 — кожух (укрытие) над серной печью; 10 — вытяжная шахта (удаление избыточного теплого воздуха); 11 — вытяжной центробежный вентилятор с электродвигателем; 12 — осевой вытяжной вентилятор для аварийной вентиляции; 13 — бункер для загрузки печи серой; 14 — камера дополнительного сгорания; 15 — холодильник; 16 — эксгаустеры для подачи сернистого ангидрида

Для защиты вентиляционных систем варочного и кислотного цехов от агрессивного действия сернистого ангидрида необходимо:

- 1) располагать приточные камеры в отдельных помещениях;
- 2) изготовлять приточные воздуховоды из кровельной стали, покрытой с обеих сторон кислотоупорным лаком;
- 3) устанавливать вытяжные воздуховоды и вентиляторы, сделанные из винипласта.

Вентиляция залов бумаго- и картоноделательных машин сушильных цехов целлюлозных заводов имеет целью поддержать бла-

гоприятные условия в рабочей зоне и обеспечить процесс сушки бумаги, картона и целлюлозы.

Основными источниками тепловыделения в помещениях машинных залов и сушильных цехов служат: сушильная часть; электродвигатели; агрегаты для подсушки сукон; вентиляционные установки при подаче горячего воздуха в межцилиндровые пространства и др.

Современными схемами вентиляции залов бумаго- и картоноделательных машин и сушильных цехов являются смешанные системы (общеобменная и локализирующая) с использованием тепла отходящего воздуха.

На рис. 31, а показана современная схема потока воздуха в зале картоноделательной машины, производительностью 280 тыс.  $m^3/год$ , принятой в последнее время в качестве типовой.

Температура массы, поступающей на сеточную часть машины: зимой — около  $40^\circ$ , летом — около  $45^\circ$ .

Поэтому необходима не только локализация выделяющихся водяных паров и тепла в сушильной части машины (в виде колпаков закрытого типа), но и в сеточной части (укрытие в виде боковых щитов).

На машине испаряется весьма значительное количество воды и выделяется тепло: при выработке картона в количестве 36,8  $m^3/час$  подлежит испарению 62  $m^3/час$  воды.

Как видно из рис. 31, б машина располагается в двух этажах. При вентиляционных расчетах 1-й и 2-й этажи зала рассматриваются как единое помещение. Вентиляция помещения механическая приточно-вытяжная с использованием вентиляционных установок для сушки картона.

Удаление воздуха из помещения осуществляется через колпак сушильной части и через укрытие сеточной части машины. Подача в помещение наружного воздуха, учитывая значительный объем его и необходимость предотвращения капли на кровельном перекрытии, принята через межферменное пространство в верхнюю зону, с раздачей его преимущественно в районе сеточной части машины, в районе продольно-резательного станка, а также частично в нижнюю зону 2-го этажа.

Объем подаваемого в помещение наружного воздуха на 20% больше объема удаляемого в зимний период (для создания подпора).

В летний период предусматривается удаление воздуха не только через укрытия, но и посредством общеобменной системы вентиляции (из верхней зоны помещения).

Подача под колпак воздуха в размере 75% объема удаляемого воздуха (после подогрева его до  $+50^\circ$ ) осуществляется механическим путем. Остальное количество воздуха поступает путем подсоса через проемы и щели. Подаваемый вентиляторами под колпак воздух забирается из верхней зоны помещения в районе сушильной части машины. Удаление паровоздушной смеси из-под колпака, подача воздуха под колпак и подача наружного воздуха в помещение осуществляется приточно-вытяжными агрегатами.

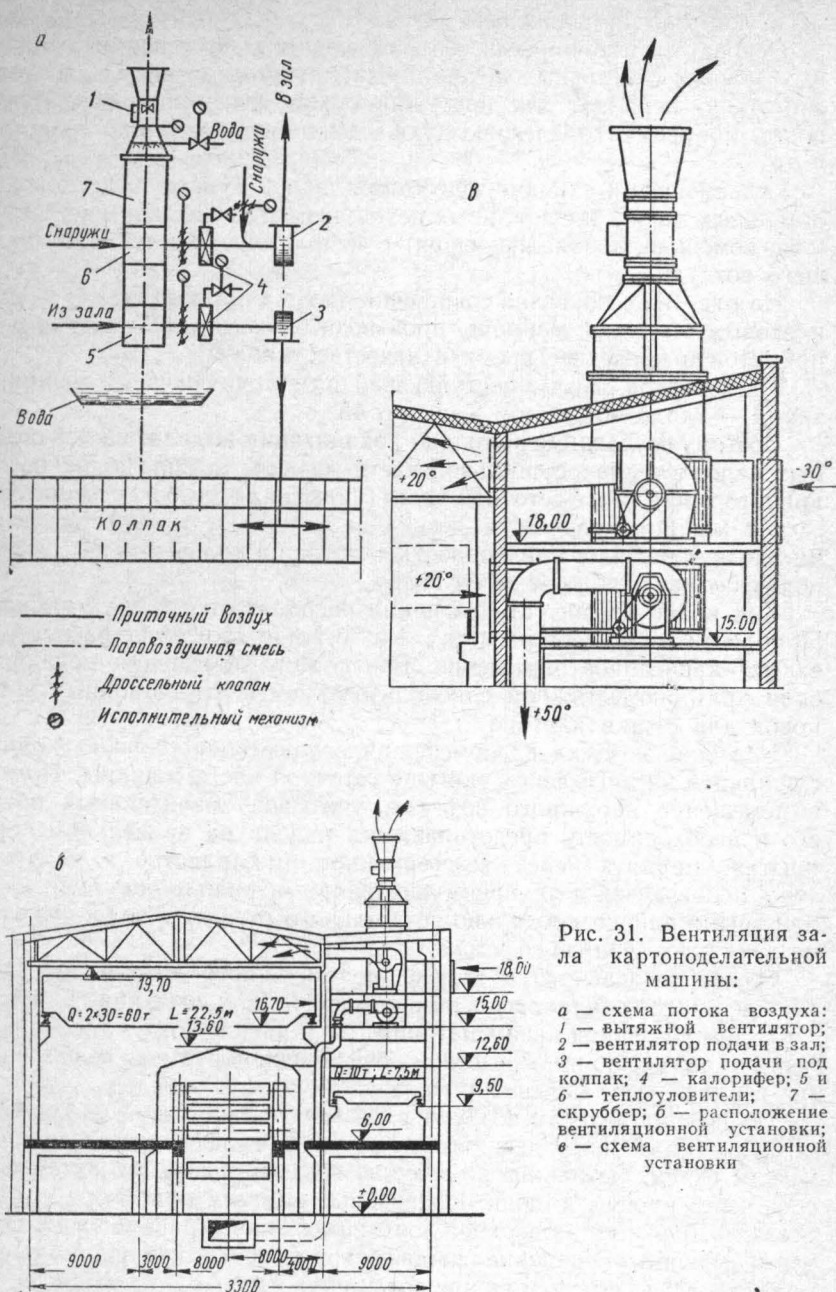


Рис. 31. Вентиляция зала картоноделательной машины:

а — схема потока воздуха:  
1 — вытяжной вентилятор;  
2 — вентилятор подачи в зал;  
3 — вентилятор подачи под колпак; 4 — калорифер; 5 и 6 — теплоуловители; 7 — скруббер; б — расположение вентиляционной установки; в — схема вентиляционной установки

Тепло удаляемой агрегатами паровоздушной смеси используется для подогрева в теплоуловителях: наружного воздуха (до  $+20^{\circ}\text{C}$ ) и воздуха подаваемого под колпак (до  $+40^{\circ}\text{C}$ ), а также и для подогрева в скрубберах воды для технологических нужд.

Нагревание подаваемого под колпак воздуха до температуры  $50^{\circ}$  и наружного воздуха при наружных температурах ниже  $-30^{\circ}$  осуществляется в калориферах.

Вентиляция первого этажа зала картоноделательной машины принята путем механической подачи воздуха со 2-го этажа и выдавливания его снова во 2-й этаж или наружу.

В размольном цехе, сообщающемся с залом машин, для борьбы с избыточными тепловыделениями от установленных электродвигателей проектируется механическая приточно-вытяжная вентиляция. Наружный воздух приточно-смесительными агрегатами подается сосредоточенно в нижнюю зону помещения.

Удаление воздуха производится из верхней зоны цеха. Подогрев наружного воздуха осуществляется за счет подмешивания теплого внутреннего воздуха.

Отопление зала машин и размольного цеха не требуется. На период останова производства отопление принято воздушное путем работы приточно-вытяжных агрегатов на рециркуляцию воздуха.

Секционные электродвигатели картоноделательной машины охлаждаются наружным очищенным в фильтрах воздухом.

Подогрев наружного воздуха осуществляется путем подмешивания внутреннего теплого воздуха. Пройдя через электродвигатели, воздух поступает в помещения.

В выгороженном помещении преобразовательной подстанции для удаления теплоизбытков проектируется приточно-вытяжная вентиляция.

Подача очищенного в фильтрах воздуха принята приточно-смесительными агрегатами сосредоточенным выпуском.

Удаление воздуха из подстанции производится из верхней зоны.

В служебно-бытовых, конторских и других вспомогательных помещениях, размещаемых в здании фабрики, проектируется центральное отопление и приточно-вытяжная вентиляция в соответствии с санитарными нормами.

Регулирование работы вентиляционных установок фабрики принято автоматическое, поэтому теплоуловители устанавливают в закрытом помещении.

Вентиляционное оборудование, принятое для расчетной температуры наружного воздуха  $-30^{\circ}$ , сохраняется без изменений и для расчетных температур  $-20^{\circ}$  и  $-40^{\circ}$ .

При этом параметры воздуха для расчетных температур  $-20^{\circ}$  и  $-40^{\circ}$  будут несколько отличаться от приведенных в расчетах.

В случае застройки продольной стены фабрики со стороны привода машины, приведенные проектные решения сохраняются, однако забор наружного воздуха при этом будет осуществляться через кровлю.



Для создания равномерного температурного режима в цехах целлюлозно-бумажного производства необходимо устанавливать автоматическое регулирование вентиляционно-отопительных установок.

Говоря о вентиляции, необходимо упомянуть и о кондиционировании воздуха.

Под кондиционированием воздуха следует понимать поддержание в производственном помещении воздушной среды, имеющей определенные заранее заданные параметры, постоянные или изменяющиеся во времени в определенном порядке. Совокупность процессов, осуществляемых в кондиционирующей установке, находится в зависимости от суммы требований, предъявляемых к воздушной среде.

Перечень процессов сводится к следующему: нагревание, охлаждение, увлажнение, осушение воздуха, очистка его от газовых примесей и др.

Техника кондиционирования воздуха может с успехом применяться в целлюлозно-бумажной промышленности. Постоянство воздушной среды играет большую роль в процессе отделки, резки, упаковки и хранения бумаги. Помещения, где производятся эти операции, целесообразно оборудовать установками для кондиционирования воздуха. Особенно важно иметь кондиционирование воздуха в лабораториях по испытанию бумаги, целлюлозы и картона.

### Защита от шума и вибраций

Значительное увеличение мощности целлюлозно-бумажных предприятий естественно привело к созданию мощных агрегатов. Созданы барабанные корообдирки, 10—16-ножевые рубительные машины, крупные конические мельницы, высокоскоростные бумагоделательные машины, высокопроизводительные вакуум-насосы, соререгенерационные агрегаты производительностью 500 т целлюлозы в сутки и другое оборудование.

В связи с этим проблема борьбы с шумом на целлюлозно-бумажных предприятиях приобрела большую актуальность.

Самый надежный способ ограждения слухового аппарата человека от перегрузки шумом — это уничтожение шума в источнике.

К числу радикальных мероприятий по борьбе с шумом необходимо прежде всего отнести возможные изменения самого технологического процесса.

В сульфатно-целлюлозном производстве глушение шума при растворении плава следует осуществлять путем подачи пара или циркулирующего зеленого щелока на струю плава, стекающую с летки соререгенерационного агрегата в растворитель.

Успешных результатов можно добиться заменой ударных действий безударными. Так, например, пневматическая клепка и чеканка могут быть заменены гидравлической клепкой или электро-

газосваркой; ковка и штамповка — прессованием; правка листов — вальцовкой. Целесообразно также заменять возвратно-поступательные движения деталей агрегатов вращательными движениями. Для уменьшения шума следует уменьшать вибрации соударяющихся деталей и отдельных узлов агрегатов путем сочленения их с материалами, имеющими большое внутреннее трение (резина, пластмасса, пробка и др.).

Наиболее шумные агрегаты или их части, являющиеся источником шума, необходимо изолировать кожухами или ограждениями, обеспечивающими нужное снижение шума. При этом звукоизолирующие устройства должны допускать дистанционное управление агрегатом и контроль за его работой.

Звукоизолирующая способность различных материалов характеризуется показателями, приведенными в табл. 11.

Таблица 11

Звукоизоляция различных материалов

Материал	Толщина в см	Звукоизоляция в дБ
Войлок волосной . . . . .	2,5	7,1
То же . . . . .	5	10,5
Дерево . . . . .	5	18,5
Стекло зеркальное . . . . .	0,3—0,4	18
Железо листовое . . . . .	0,2	14
Пробковая плита . . . . .	2	30—35
Резиновый ковер . . . . .	0,5	15—20

Звукоизоляция в основном зависит от свойств материалов и веса конструкции, приходящегося на 1 м<sup>2</sup>, а также от частоты звука (звукоизоляция возрастает с увеличением частоты).

Если по условиям эксплуатации шумные агрегаты не могут быть звукоизолированы, необходимо предусматривать для обслуживающего персонала звукоизолированные кабины со смотровыми окнами, с введением в эти кабины органов дистанционного управления агрегатами и контрольных приборов. Эта защита особенно удобна при обслуживании агрегатов, не требующих большого внимания от рабочего (корообдирок барабанного типа, конических мельниц, вакуум-насосов, известерегенерационных печей). На целлюлозно-бумажных предприятиях кабины используют главным образом для того, чтобы рабочие могли отдыхать от шума и общаться друг с другом. Кабина имеет двойные стены. Междустенное пространство засыпают горным асбестом. Наружная и внутренняя поверхности кабины обкладывают фанерой или толстым картоном, пропитанным пластиком. При монтаже кабины нужно очень тщательно следить за тем, чтобы не остались щели в каких-либо стыках.

Несколько слоев краски служат конечной изоляцией, так как она делает материал почти воздухонепроницаемым.

Дверь кабины должна быть деревянной, толщиной 37 мм и тщательно уплотненной резиновыми полосками. Пол может быть однослойный из фанеры, прикрепленной к брусам (если не требуется прочность), обеспечивающим установку кабины на плоский пол. Каналы между брусками являются изоляторами от шума.

Для гашения вибраций к брускам прикрепляют губчатую резину, которая сжимается весом будки до 3—7 мм. Окна занимают минимальную поверхность и состоят из двух рам, не соединяемых между собой. Рекомендуемая толщина стекол 3—4 мм.

Вентиляция кабины обеспечивается относительно малым диаметром канала и высокоскоростным потоком воздуха. Вход и выход из канала — круглой формы, диаметром 100—250 мм и длиной 125—200 мм. Канал выкладывают звукоизоляционным материалом.

Звукоизоляционные кабины могут быть стационарными и передвижными. Последние применяют на зарубежных предприятиях при обслуживании бумагоделательных машин. Передвижение кабины вдоль мокрой части осуществляется краном.

В шумных производственных помещениях относительно небольшого объема (до 400—500 м<sup>3</sup>) следует производить облицовку потолка и части стен (не менее 50% от их поверхности) звукопоглощающими материалами, например пористыми плитами и перфорированными конструкциями.

Необходимо предусматривать тщательное уравнивание всех движущихся деталей для уменьшения динамических сил, возбуждающих вибрации.

Хорошие результаты дает смазка соударяющихся деталей вязкими жидкостями или заключение в жидкостные масляные ванны вибрирующих и издающих шум деталей. Необходимо также, если это представляется возможным, заменить металлические детали пластмассовыми, подшипники качения — подшипниками скольжения, общие трансмиссии — индивидуальными приводами.

Борьба с источниками шума на бумагоделательных машинах встречает наибольшие затруднения при глушении шума отсасывающих валов.

Производимый отсасывающим валом шум — аэродинамического происхождения. Когда отверстия в рубашке вала, находясь под вакуумом, проходят последнюю уплотнительную планку и соединяются с атмосферой, в них врывается с большой скоростью воздух, вызывающий возникновение звуковых колебаний.

Количество энергии, затрачиваемой на образование шума, определяют по формуле

$$N = CVP^2,$$

где:

$C$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от объема и числа отверстий, перемещающихся над уплотнением в секунду;

$V$  — объем отверстий вала, перемещающихся над уплотнением в секунду;

$P$  — разница между атмосферным давлением и давлением в отверстиях вала (вакуум в камере) в мм.

Уменьшая количество энергии, можно снизить интенсивность шума.

Уменьшение объема отверстий в два раза и более достигается установкой отсасывающих валов с рубашками из нержавеющей стали. При уменьшении толщины рубашки вдвое шум уменьшается на 3 дб. Число отверстий вряд ли можно уменьшить, так как скоростные машины требуют наибольшего открытия вала.

Изменение значения  $P$  (см. формулу) наиболее благоприятно для снижения шума, поэтому на уменьшении перепада давления основано наибольшее число глушителей.

Ослабления шума, вызываемого отсасывающим валом, можно достигнуть с помощью колодочного глушителя (рис. 32, а), представляющего собой прикрепленную за камерой неподвижную колодку 1 с постепенно расширяющимся зазором 2 между колодкой и вращающимся цилиндром 3. Колодочный глушитель — текстолитовая планка, которую ставят со сходящей стороны вакуум-камеры 4. При скорости бумагоделательной машины 400—600 м/мин ширина колодки составляет 50—70 мм.

Уменьшение перепада давления в колодочном глушителе достигается за счет увеличения сопротивления прохождению воздуха (и соответствующего уменьшения скорости поступающего воздуха) в отверстия, которые вышли из вакуумной зоны. Это приводит к ослаблению шума, вызываемого отсасывающим валом, на 20—25 дб.

Величину зазора между колодкой и цилиндром определяют по формуле

$$A = 0,43L (k \cdot V)^{0,7},$$

где:

$A$  — зазор между колодкой и цилиндром;

$L$  — ширина колодки;

$V$  — объем отверстий в рубашке отсасывающего вала;

$k$  — поправочный коэффициент для уменьшения эффективного объема ( $V$ ) вследствие присутствия воды.

Этот коэффициент равен 0,8 при скорости 450 м/мин, или 1 при 600 м/мин и выше. Зазор должен точно совпадать с внутренней поверхностью вала. Заглушение при правильном зазоре достигает 80—90%. Иногда применяют прижимные валы, для полной изоляции глушителя и воздействия атмосферного воздуха, который проходит туда вследствие пористости бумажного полотна (рис. 32, б).

На отсасывающих валах второй бумагоделательной машины Краснокамского ЦБК работает глушитель Беллойт (рис. 32, в). В качестве глушителя установлена первая планка шириной 75 мм, тогда как ширина второй уплотнительной планки равна только 20 мм.



Колодочные глушители следует применять на бумагоделательных машинах, вырабатывающих легкие бумаги со скоростью не выше 600 м/мин. При конструировании глушителя следует предусматривать водяную смазку, подаваемую через колодку.

Глушение шума, вызываемого отсасывающим валом, можно осуществить так называемым фазовым смещением, состоящим в наложении друг на друга отдельных источников шума. На тихоходных отсасывающих валах имеет место прямолинейное расположение отверстий, вследствие чего ряд отверстий сразу покидают по-

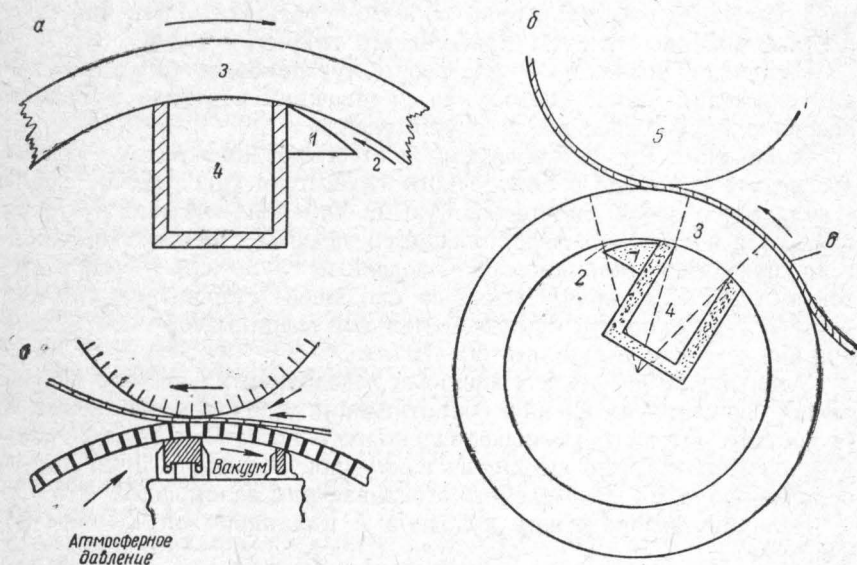


Рис. 32. Колодочный глушитель (а) на отсасывающем валу (б, в):

1 — колодка; 2 — зазор между колодкой и отсасывающим валом; 3 — цилиндр отсасывающего вала; 4 — вакуум-камера; 5 — прижимной вал; 6 — бумажное полотно

следнее уплотнение, и шумовые источники складываются. Винтообразное расположение отверстий (по спирали под углом 15°) на валах быстроходных машин способствует некоторому заглушению шума. Так, например, как указано выше, из всех обследованных ЦНИИБуммашем бумагоделательных машин наилучшие результаты глушения получены на машине № 1 Краснокамского ЦБК, гауч-вал и отсасывающие валы которой имеют винтообразное сверление отверстий в комбинации с колодочными глушителями. Понижение шума на 20—25 дб.

Хороших результатов глушения добиваются при специальном сверлении отверстий, когда углы линий сверления подобраны таким образом, что один источник действует на другой.

Ослабления источников шума друг другом можно достичь при помощи глушителя гребенчатого типа (рис. 33). Принцип работы

гребенчатого глушителя заключается в таком смещении фаз единичных мелких источников, при котором происходит значительное затухание звука на протяжении всей длины вала.

Глушитель при нормальной скорости отсасывающего вала ослабляет силу звука на 13—16 дб при прямой сверловке и на 20 дб при спиральном сверлении.

В современных конструкциях отсасывающих валов применяют глушитель, представляющий собой узкую дополнительную камеру, устанавливаемую в месте стекания сетки с вала. В камеру подают

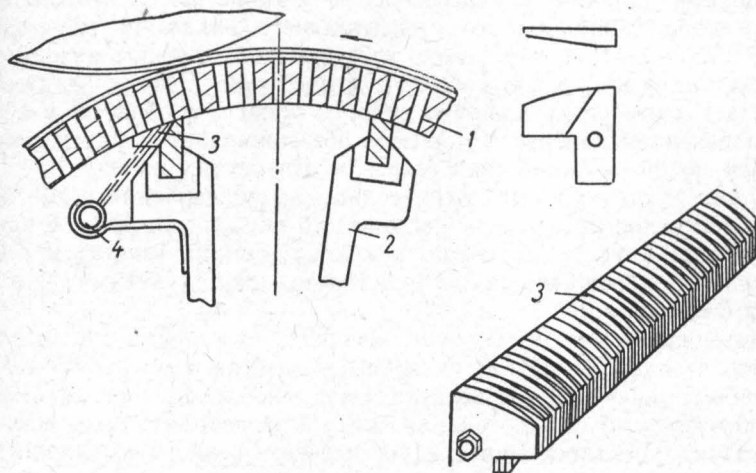


Рис. 33. Гребенчатый глушитель:

1 — цилиндр отсасывающего вала; 2 — камера; 3 — накладка (глушитель); 4 — спрыск

сжатый воздух, срывающий подсос и значительно уменьшающий шум.

При работе быстроходных бумагоделательных машин борьбу с шумом следует вести также путем уменьшения шума от вакуум-насосов. Для глушения вакуум-насосов можно применять очень эффективный и простой интерференционный глушитель, хотя он и громоздок. Хорошие результаты получают при изолировании выхлопов вакуум-насосов одним общим коллектором, обмурованным, как и трубы выхлопа, войлоком, пропитанным битумом. На выхлоп коллектора можно поставить один из следующих глушителей: сотовый, пластинчатый или изготовленный из сетки и металлической стружки. Для глушения можно использовать глубокие сточные колодцы с выводом выхлопа вакуум-насоса на глубину 600—1200 мм. Для глушения шума колодцы закрывают сверху толстыми шпунтовыми досками. На некоторых предприятиях вакуум-насосное оборудование изолируют от бумагоделательных машин отдельным помещением. Такое мероприятие требует увеличе-

ния мощности вакуум-насосов, но дает хорошие результаты. В настоящее время на многих предприятиях используют финские трубчатые глушители. Однако эти глушители работают неудовлетворительно, так как по своей конструкции они предназначены для глушения шума от вентиляционных установок, работающих в условиях газообразной, а не воздушно-водяной среды. Изоляция вакуум-насосов герметичным кожухом нецелесообразна, так как полная изоляция осложняет обслуживание.

Значительно уменьшить шум в зале бумагоделательных машин можно при наличии пересасывающего устройства. Для этого вторая камера двухкамерного отсасывающего вала или третья камера трехкамерного вала, покрытые бумагой, должны находиться не под вакуумом, а сообщаться с атмосферой. Воздух из камеры попадает в отверстия вала, но сухость бумаги понизится в связи с выключением камеры из процесса обезвоживания и увлажнением бумаги водой, которая находилась в отверстиях вала.

В тех случаях, когда технические меры ослабления шума оказываются недостаточными и работающий должен длительное время находиться в условиях шума, рекомендуется пользоваться индивидуальными защитными устройствами, изолирующими ухо от шума (см. главу 9).

Для устранения шума, возникающего при трении сухих материалов, применяют вязкие смазочные вещества. При работе вентиляторов, эжекторов и воздуховодов необходимо ограничивать (до 30 м/сек) скорость обтекания деталей агрегата воздухом или газом. При проектировании следует избегать резкого изменения сечения, поворотов в газопроводах и воздуховодах, а также выступающих деталей, так как они рассекают воздушные потоки, особенно если скорость движения газов или воздуха превышает 10 м/сек.

Уменьшением размаха колебаний вибрирующих предметов можно достичь значительного ослабления создаваемого ими шума. Так, например, шум пилы при распиловке дерева или металла можно заглушить либо применением прокладок, либо погружением диска в воду, масло и другие жидкости (рис. 34, а). На некоторых целлюлозно-бумажных предприятиях долготье распиливают на полотнах, расположенных на рейде.

Примером устройств, в которых применяют шумопоглощающие материалы, является схема, изображенная на рис. 34, б.

В очистных цехах целлюлозных заводов для размола отходов применяют прутковые мельницы, выложенные внутри деревянными пластинами, которые заглушают шум, возникающий при перекачивании прутков.

Чтобы устранить причины, вызывающие вибрацию, необходимо добиться проведения следующих мероприятий:

- 1) уравнивания и балансировки вращающихся частей для обеспечения плавной работы машины;
- 2) устранения дефектов и разболтанности отдельных частей, а также точного их монтажа;

- 3) применения специальных виброгасителей;
- 4) применения различных прокладок из эластичных материалов (резины, пробки, дерева, войлока и пружин) для изоляции передачи вибраций от машины к фундаменту.

Ослабления передачи колебаний от машин добиваются устранением жестких связей между ними. Между источником вибрации и его основанием помещают упругие элементы, называемые амортизаторами (упругие прокладки или пружины). Вследствие своей гибкости амортизаторы ослабляют передачу вибраций от источ-

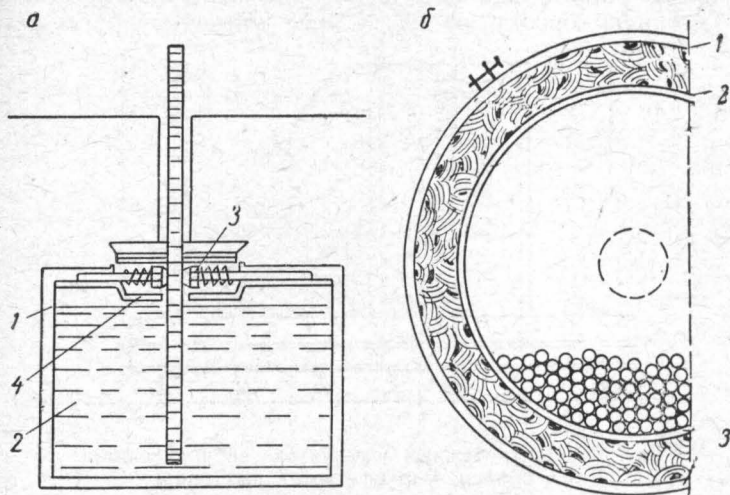


Рис. 34. Устройства для глушения шума:

*a* — устройство для глушения шума дисковой пилы:

1 — бак; 2 — вода (или масло); 3 — пружинящие демпферы с асбестовыми подушками по всей длине пилы; 4 — брызгоулавливающие щитки;

*b* — схема устройства для глушения шаровой мельницы:

1 — наружный кожух; 2 — внутренний кожух; 3 — шлаковая вата

ника к основанию. Для ослабления передачи вибрации по зданию упругие прокладки устанавливают также между стенами и несущими балками, между стальным каркасом здания и стенами.

Агрегаты, возбуждающие вибрации, следует устанавливать в подвальных или первых этажах здания на массивных фундаментах, размещаемых непосредственно в грунте и не связанных с конструкциями здания.

Установка машин на упругие прокладки из резины, пробки или войлока далеко не во всех случаях приводит к ослаблению передачи вибраций на фундамент. Такие прокладки хорошо сдерживают распространение вибраций сравнительно высокой (звуковой) частоты, возникающих при большом числе оборотов в минуту (2—3 тысячи оборотов в минуту и выше). Для ослабления вибраций



тихоходных агрегатов обычные прокладки оказываются недостаточно гибкими и приводят иногда не к ослаблению, а к усилению передачи вибраций основанию. В таких случаях необходимо применять пружинные амортизаторы, гибкость которых может изменяться в широких пределах.

В зависимости от скорости вращения мельниц и дробилок различают виброизоляцию при медленном вращении (бегуны, шаровые и прутковые мельницы) со скоростью до  $4-5 \text{ м/сек}$  и виброизоляцию при быстром вращении (дезинтеграторы) со скоростью до  $40 \text{ м/сек}$ .

Виброизоляция фундамента под бегуны весом  $2 \text{ т}$  представляет собой бетонную коробку, на дне которой уложены упругие резино-

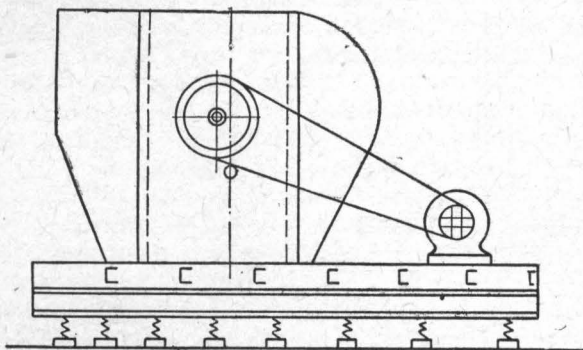


Рис. 35. Центробежный вентилятор (виброизоляция при помощи упругих резиновых опор)

вые подушки. Между коробкой и чашей бегунов с двух сторон оставляют воздушный зазор шириной  $0,55 \text{ м}$ , а с двух других сторон зазор шириной  $0,1 \text{ м}$ .

Виброизоляция центробежного вентилятора (рис. 35) осуществляется при помощи упругих резиновых опор. Вентилятор и электродвигатель установлены на общей стальной фундаментной плите сварной конструкции, но расположены они не на одной оси. Поэтому имеются два источника вибрации — ротор вентилятора и электродвигатель.

Для центрифуг характерны очень высокие скорости вращения их рабочих частей. Поэтому центрифуги устанавливают на массивных бетонных фундаментах, расположенных в нижних этажах зданий. В связи с применением упругого основания имеется возможность использовать для центрифуг относительно легкие фундаменты в виде металлических рам или железобетонных плит. Виброизоляционными прокладками для фундаментов центрифуг могут служить резиновые прокладки или стальные пружины.

Типичным примером применения резиновых амортизаторов является установка на них центрифуги фирмы Гумбольдт—Бирд (рис. 36, а), сепарирующей суспензию известкового шлама до полу-

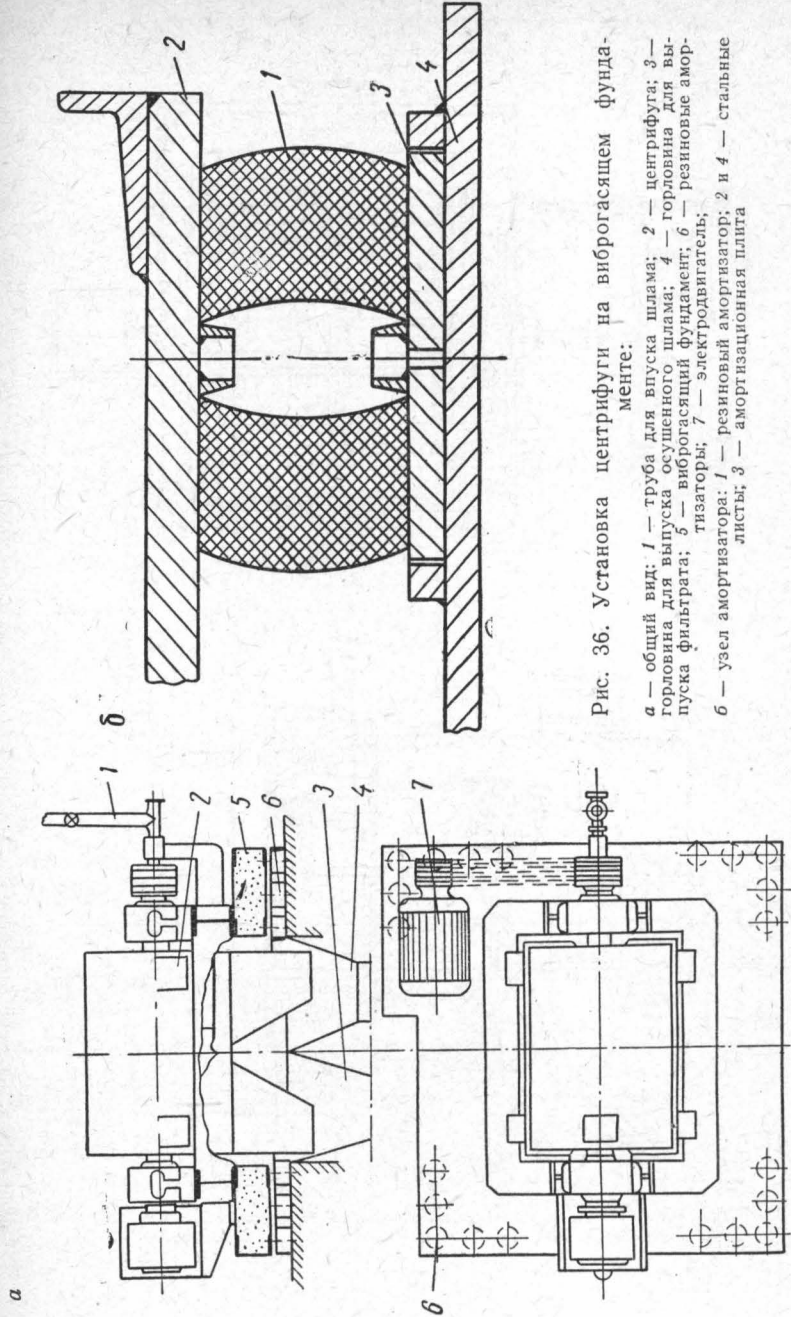
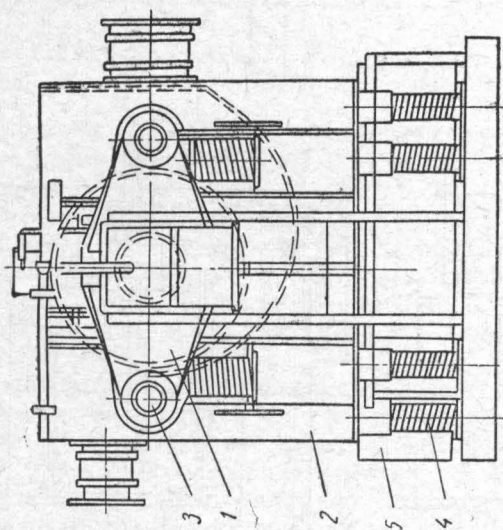
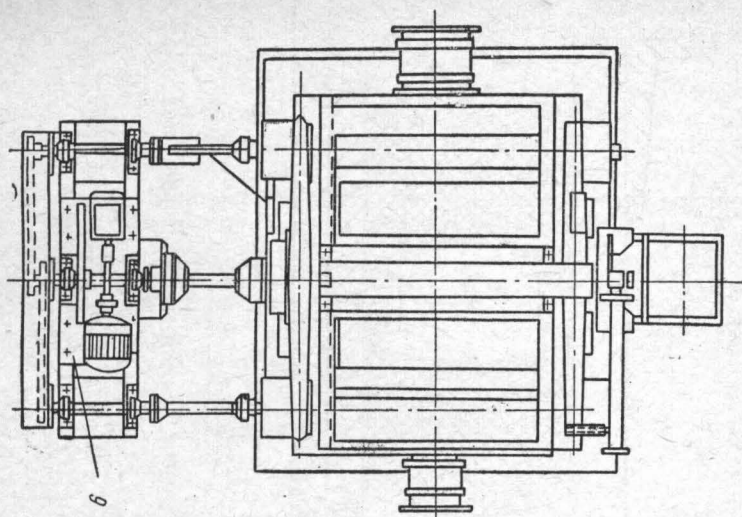


Рис. 36. Установка центрифуги на виброгасящем фундаменте:

а — общий вид; 1 — труба для выпуска шлама; 2 — центрифуга; 3 — горловина для выпуска осушенного шлама; 4 — горловина для выпуска фильтрата; 5 — виброгасящий фундамент; 6 — резиновые амортизаторы; 7 — электродвигатель;  
б — узел амортизатора: 1 — резиновый амортизатор; 2 и 4 — стальные листы; 3 — амортизационная пята



a

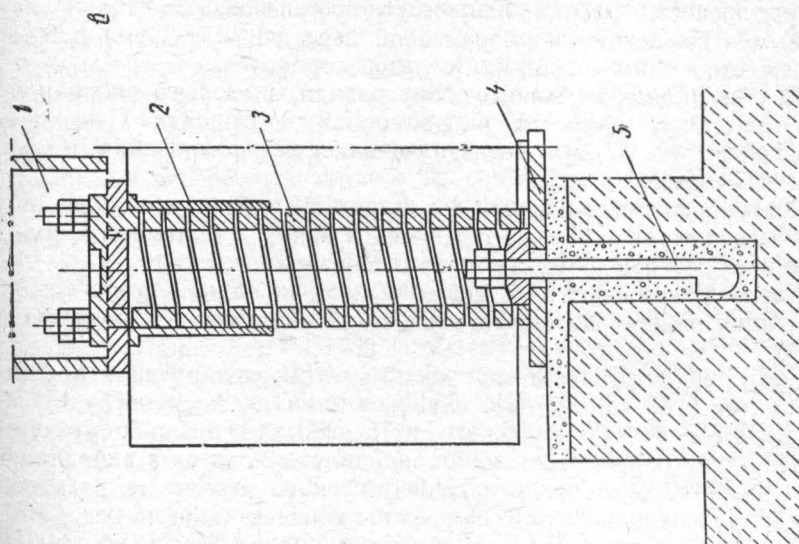


Рис. 37. Установка сортировки Иенсена—Линдгрена с виброгасящим устройством:

а — общий вид: 1 — барабан со шлицами; 2 — ванна для массы; 3 — подшипники; 4 — амортизирующие пружины; 5 — виброгасящая плита; б — приводное устройство; б — разрез и крепление амортизирующей пружины: 1 — ванна; 2 — направляющая втулка; 3 — пружина; 4 — подкладочная шайба; 5 — фундаментный болт; б — амортизирующая плита; 1 — швеллер; 2 — стальной прут



чения 65%-ного сухого остатка, подаваемого затем в известерегенерационную печь. На Сегежском ЦБК эти центрифуги устанавливают взамен вакуум-фильтров, так как они являются наиболее совершенным видом подобного оборудования.

При проектировании фундаментов для центрифуг следует учитывать не только статические нагрузки, но и возможность появления динамических сил вследствие случайных смещений масс, находящихся в центрифуге. Собственная частота колебаний опорной конструкции должна быть выше максимально вероятной для данного числа оборотов частоты колебаний центрифуги на 20—25%.

Решением проблемы гашения вибрации является применение виброгасящего фундамента, который жестко соединен с центрифугой и снабжен фундаментными резиновыми амортизаторами. Эти амортизаторы воспринимают возникающие в конструкции динамические силы.

Амортизатор (рис. 36, б) состоит из собственно резинового амортизатора 1, заключенного между стальным листом 2 и амортизационной плитой 3, которая через стальной лист 4 передает нагрузку на фундамент.

Центрифугу устанавливают на виброгасящий фундамент вместе с приводным электродвигателем 7.

Чтобы предохранить от перегрузки вращающиеся части центрифуги, особенно планетарно-передаточный механизм, предусмотрен предохранительный штифт, ограничивающий момент вращения.

Предохранительный штифт передаточного механизма заблокирован с электропитанием так, что в случае его поломки приводной электродвигатель центрифуги и питательный насос выключаются.

Безопасность работы центрифуги обеспечивается также надежным ограждением клиноременной передачи. Во время работы запрещается снимать крышки с лазов корпуса.

Другим примером нового оборудования, имеющего вибрационную нагрузку, является вибрационная сортировка Иенсена—Линдгрена (рис. 37, а), предназначенная для сортирования целлюлозы и древесной массы.

Сортировка имеет барабан 1 с шлицами, изготовленный из нержавеющей стали, который погружен в ванну 2 (для массы), облицованную резиной в местах, соприкосновения с массой.

Барабан приводится в действие вибрационным устройством, состоящим из двух эксцентриковых валов на роликовых подшипниках 3.

Сортировку устанавливают на восьми амортизирующих пружинах 3 (рис. 37, б), которые снижают динамическую нагрузку на фундамент с  $\pm 3000$ —6000 до  $\pm 175$ —200 кг. Под вибрирующим воздействием барабана со шлицами ванна находится в вибрационном движении. Амплитуда колебаний ванны зависит от размеров сита и ширины шлиц в сите. Разрез пружины показан на рис. 37, б.

При ширине шлиц 0,40 мм и менее вибрация настолько сильна, что для ее уменьшения ванну снабжают дополнительной плитой,

увеличивающей разницу в весе ванны и барабана. Дополнительная плита представляет собой залитую бетоном сварную металлическую конструкцию (рис. 37, в).

Таким способом достигается снижение вибрации ванны, а следовательно, и передачи вибрации на фундамент до частоты 20,8 кол/сек, при амплитуде 0,18 мм, что удовлетворяет требованиям «Временных санитарных правил и норм по ограничению вибрации рабочего места».

Рабочие, подвергающиеся воздействию вибраций, должны проходить медицинский осмотр не реже одного раза в год с обязательным участием терапевта, невропатолога, эндокринолога, гинеколога и др.

Не допускаются к работе, связанной с воздействием общих вибраций:

- 1) лица, не достигшие 18-летнего возраста;
- 2) женщины в период беременности;
- 3) лица, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями, активной формой туберкулеза, язвенной болезнью, вегетативно-эндокринными расстройствами, выраженными функциональными нарушениями нервной системы, психическими заболеваниями, болезнями среднего и внутреннего уха.

Лица, работающие с пневматическим инструментом, должны получать в виде профилактического средства витамин В<sub>1</sub>.

### Защита от радиоактивных излучений

Защитные мероприятия зависят от интенсивности характера излучения, от периода полураспада изотопа и его химических свойств. При наружном облучении  $\alpha$ -лучи поглощаются кожей и тканями обычной одежды. Мягкие  $\beta$ -лучи поглощаются стеклом лабораторной посуды, в то время как для задержки жестких  $\beta$ -частиц используются алюминиевые или плексигласовые экраны толщиной до 7 мм. Наиболее глубоко проникают  $\gamma$ -лучи. Поэтому защита от  $\gamma$ -излучений должна осуществляться с помощью стационарных и переносных экранов из свинца или свинцового стекла.

При внутреннем облучении наибольшую опасность представляют  $\alpha$ -лучи.

При активности  $\gamma$ -излучателей не более 0,1 мг-экв и  $\beta$ -излучателей — не более 0,1 мкюри работу с ними можно вести в общих помещениях, но с обязательной защитой от облучения всех работающих. При более высокой активности работа с радиоактивными веществами должна производиться только в специально оборудованных помещениях («горячих» лабораториях). Основная задача состоит в том, чтобы свести к минимуму возможность контакта с радиоактивными веществами путем устройства вентилируемых боксов, вытяжных шкафов, контейнеров и манипуляторов. При этом добиваются максимального разделения «чистых» в радиологическом смысле работ от «грязных».

К помещениям, в которых ведут работы с радиоактивными веществами, предъявляют особые технические требования и санитарные нормы. Полы, стены и потолки в лабораториях должны иметь гладкую поверхность. Поэтому полы лабораторий покрывают линолеумом, а стены — масляной краской.

Все операции с радиоактивными веществами производят обычно в вытяжных шкафах особой конструкции (рис. 38), причем скорость

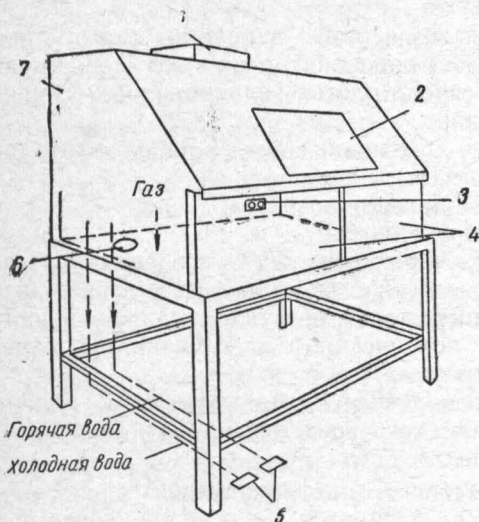


Рис. 38. Вытяжной шкаф для работы с радиоактивными изотопами:

1 — индивидуальная вытяжная система; 2 — окошко со свинцовым стеклом; 3 — электрические вводы; 4 — скользящие свинцовые дверцы; 5 — педали; 6 — желоб; 7 — свинцовая стенка

В случае работы с другими изотопами в расчет вводят поправочный коэффициент, указанный в таблице, расположенной справа от номограммы. Номограмму составляют с учетом ежедневного 6-часового облучения. Если продолжительность облучения меняется, вносят поправки в соответствии с таблицей, расположенной слева от номограммы.

Допустимое время работы с  $\gamma$ -излучающими препаратами без защиты экранами и при заданном расстоянии от источника излучения определяют по формулам или по номограмме (рис. 40).

Поскольку мощность излучения уменьшается пропорционально квадрату расстояния, то путем удаления источника от рабочего места можно свести дозу радиации до безвредного минимума. Для этой цели обычно используют электромагнитные и другие манипуляторы, автоматы, которые своими движениями напоминают человеческие руки и могут выполнять самые тонкие и сложные производственные операции (рис. 41).

отсоса воздуха через вытяжные проемы должна быть не менее 1 м/сек.

Помещения оборудуют также приточной вентиляцией.

Выше было сказано о том, что при работе с  $\gamma$ -излучающими препаратами применяют защитные свинцовые экраны. Это требование должно выполняться при активности излучений, превышающей 0,05 мз-экв радия. Толщину экранов рассчитывают по номограмме (рис. 39).

Когда источником излучения является  $\text{Co}^{60}$ , толщину свинца определяют по номограмме в зависимости от расстояния до источника излучения и его энергии.

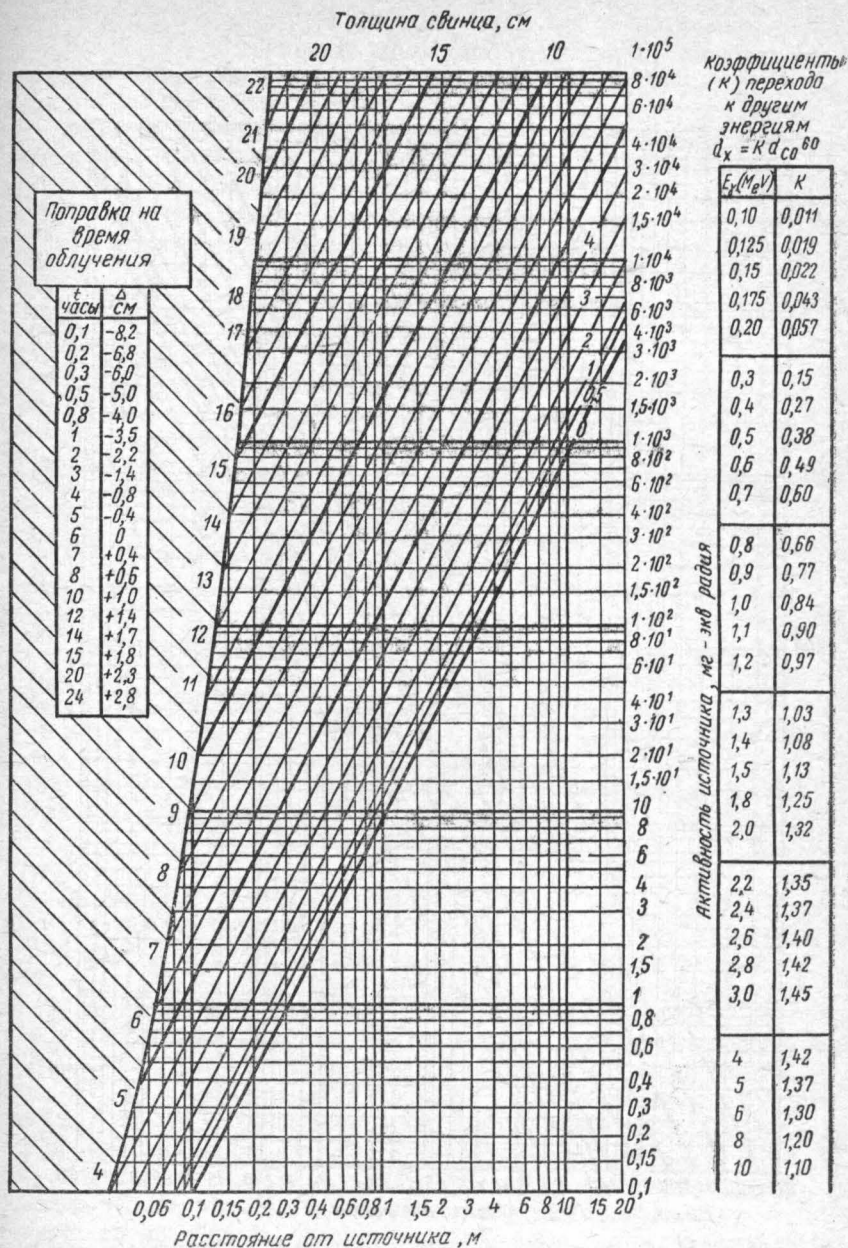


Рис. 39. Номограмма 1. Защита свинцом от  $\gamma$ -излучений радиоактивного  $Co^{60}$  и переходные коэффициенты при защите свинцом от гамма-излучения любого радиоактивного изотопа (предельно допустимая доза облучения 0,05 рентген за рабочий день)



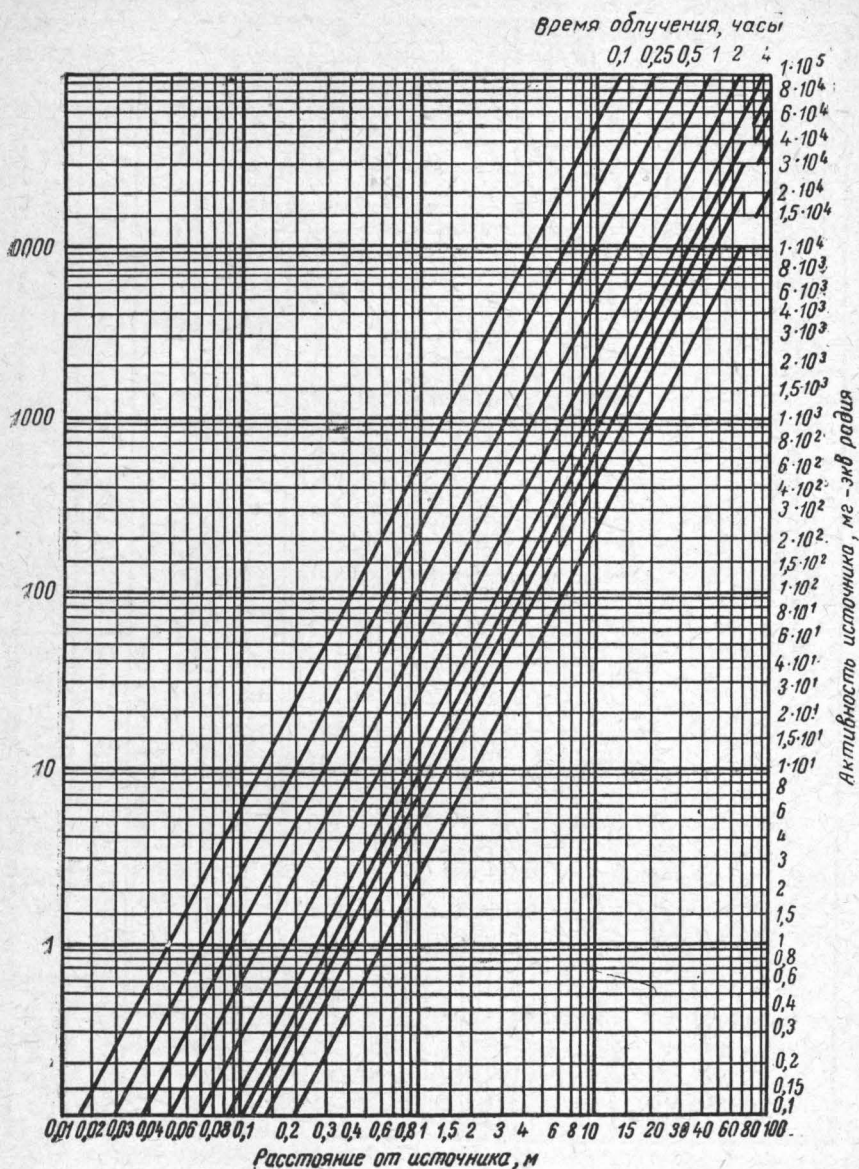


Рис. 40. Номограмма 2. Допустимое время работы без защиты с  $\gamma$ -излучающими радиоактивными препаратами разной величины при заданном расстоянии (предельно допустимая доза облучения 0,05 рентген за рабочий день)

Поскольку обычные резиновые перчатки не защищают от  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений, все операции с этими радиоактивными препаратами производят с применением инструментов (щипцов, захватов, держателей с удлиненными ручками и т. п.), позволяющих держаться на определенном расстоянии от излучающего объекта. Однако при интенсивном облучении  $\gamma$  и  $\beta$ -лучами или при обращении с изотопами, излучающими  $\gamma$ - и  $\beta$ -лучи большой энергии, следует пользоваться специальными приспособлениями (манипуляторами) в виде фигурных металлических щипцов и держателей разной конструкции (рис. 42, *a—u*).

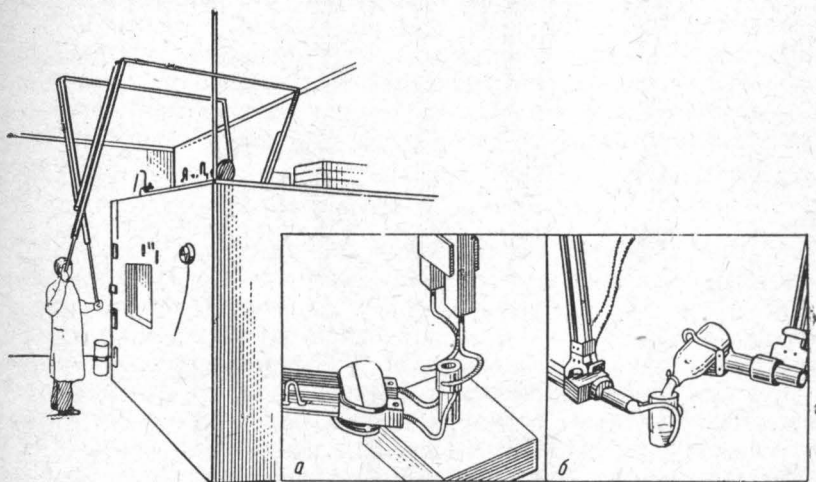


Рис. 41. Действие манипуляторов (механических рук):  
*a* — разъединение деталей; *б* — переливание жидкостей

При попадании радиоактивного вещества на кожу пораженное место промывают несколько раз водой с мылом. Если по показаниям счетчика активность вещества не исчезает, кожу промывают слабым раствором одного из следующих препаратов, борной или уксусной кислоты; перманганата калия; сернистого натрия.

После работы с радиоактивными веществами проводят дозиметрический контроль за степенью заражения ими одежды, обуви, инструментов и т. п. Одновременно осуществляют дезактивацию радиоактивных веществ путем прополаскивания в воде и затем в 6%-ном растворе лимонной кислоты перечисленных предметов. Необходимо также тщательно промыть теплой водой с мылом все тело и удостовериться, что на нем нет радиационных поражений.

Места, загрязненные радиоактивными веществами известного состава, обрабатывают жидкостями, способными их растворять. В тех случаях, когда состав радиоактивных веществ неизвестен, загрязненные места обрабатывают кислотами, сильными окислителями или растворителями, в зависимости от рода материалов, из

которых выполнен дезактивируемый предмет. Так, стекло, фарфор и металлы промывают обычно кислотами или кислым фтористым аммонием. Пластмассы и линолеум промывают разбавленными

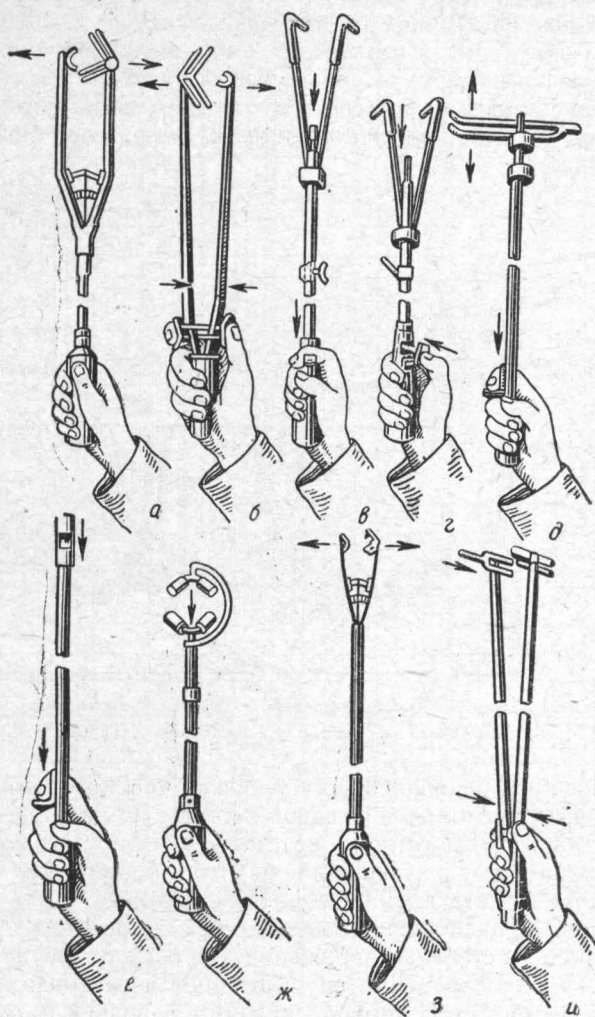


Рис. 42. Манипуляторы для работы с радиоактивными веществами

кислотами или растворителями (бензином, ацетоном, дихлорэтаном), а окрашенные деревянные поверхности — только растворителями.

На предприятиях и в учреждениях, где проводят работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излуче-

ний, независимо от их количества должна быть организована служба радиационной безопасности. Последняя проводит дозиметрический и радиометрический контроль, позволяющий своевременно выявить и устранить источники излучений радиоактивных веществ и загрязнений ими воздуха, оборудования и помещения.

Данные дозиметрического контроля регистрируют в журнале. На основании этих данных подсчитывают дозу облучения обслуживающего персонала.

На всех лиц, работающих с радиоактивными веществами, записывают индивидуальные карточки, в которых регистрируют дозы внешнего облучения, характеристику воздушной среды и загрязненности поверхностей на рабочих местах.

При работе с радиоактивными веществами необходимо строго выполнять «Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений», утвержденные в 1960 г. Главной госсанинспекцией СССР и Государственным комитетом Совета Министров СССР по использованию атомной энергии.

### Требования к освещению

Все виды работ в производственных помещениях подразделяются на VII разрядов в зависимости от требуемой точности и размеров объекта различения. Кроме того, первые IV разряда разделяются на четыре подразряда в зависимости от фона и контраста объекта различения с фоном. Для каждого разряда и подразряда установлены нормы наименьшей искуственной освещенности. На основе этих общесоюзных норм кафедрой техники безопасности ЦБП разработаны нормы наименьшей освещенности рабочих мест во всех производствах целлюлозно-бумажной промышленности.

Коэффициент запаса учитывает снижение освещенности в процессе эксплуатации цеха или сооружения (загрязнение светильников, старение ламп и т. д.)

Для известково-обжигательных и известерегенерационных цехов, отделений дробления колчедана, склада сульфата и других помещений с большим выделением пыли коэффициент запаса составляет 1,6; для ряда цехов (древесно-, тростниково-, соломоподготовительного, кислотного, варочного, содорегенерационного), складов серы и других помещений с выделением сравнительно меньших количеств пыли — 1,5 а для всех других цехов — 1,3.

Сроки чистки светильников устанавливают в зависимости от характеристики помещений по их запыленности, но не реже 4; 3 и 2 раз в месяц, а для наружных установок — не реже 3 раз в год.

В помещениях управления и автоматики, в лабораторных помещениях для весовых анализов, титрования, а также для работ, связанных с точным определением или различением цветовых оттенков (сортировка бумаги), рекомендуется применение люминесцентного освещения.

При проектировании электрического освещения наряду с лам-



пами накаливания следует предусматривать применение светильников с газоразрядными электролампами.

Рекомендуется применять:

- 1) освещение люминесцентными лампами;
- 2) освещение ртутными лампами высокого давления (ДРЛ) в цехах высотой более 6 м (в залах бумаго- и картоноделательных машин, отделочных отделов и т. п.).

В производственных помещениях, где выполняются точные работы (I, II и III разрядов), следует, как правило, применять комбинированное (общее и местное) освещение.

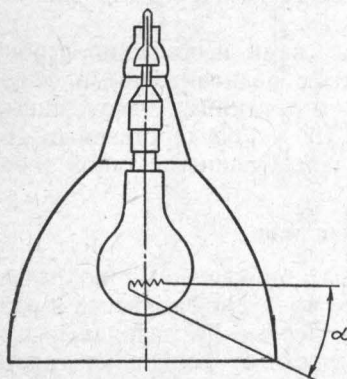


Рис. 43. Защитный угол светильника.

В связи с непрерывностью производственных процессов и опасностями, с которыми связаны внезапные перемены в управлении ими, а также для эвакуации людей необходимо предусматривать аварийное освещение во всех основных цехах и отделениях производств целлюлозно-бумажной промышленности.

Аварийное освещение для эвакуации людей из вспомогательных и подсобных цехов (из механических мастерских, антикоррозийных и других цехов и отделений), необходимо устраивать в тех случаях, когда в них работает более 50 человек. Требуемое для продолжения работ аварийное

освещение должно обеспечивать на рабочих поверхностях освещенность не менее 10% действующих норм для искусственного освещения.

Необходимое для эвакуации людей аварийное освещение должно обеспечивать освещенность на полу не менее 0,3 лк и в местах основных проходов и спусков на установках — не менее 0,2 лк.

Аварийное освещение осуществляется от независимого источника питания, под которым понимается питание от двух фидеров, подключенных к разным подстанциям.

Для нормальной работы глаза при прямом и рассеянном освещении применяют арматуру с определенным защитным углом (рис. 43). Если этот угол ( $\alpha$ ) меньше  $27^\circ$ , нить лампы может оказывать слепящее действие на глаза.

В целях ограничения создаваемого светильниками слепящего действия нормами установлена минимальная высота светового центра (высота подвеса) светильников над уровнем пола. В зависимости от рода арматуры и мощности ламп высота подвеса колеблется в пределах 2,5—6 м.

Для уменьшения ощущений ослепления и создания наиболее равномерного светорассеяния рабочие помещения и оборудование окрашивают в светлые тона.

В производственных помещениях можно применять различные типы светильников:

1) открытые, в которых лампа не отделена от внешней среды;  
2) защищенные, в которых лампа и патрон отделены от внешней среды оболочкой;

3) влагозащищенные, корпус и патрон которых противостоят воздействию влаги и обеспечивают сохранность изоляции введенных в светильник проводов;

4) пыленепроницаемые, имеющие оболочку уплотненную таким образом, что она не допускает проникновения в полость расположения лампы и патрона тонкой пыли;

5) взрывозащищенные и специального назначения.

Типы светильников изображены на рис. 44.

Во всех отделениях цехов целлюлозно-бумажного производства, где обслуживание аппаратуры и технологического оборудования производится с площадок, следует применять малогабаритные (по высоте) светильники с защитными стеклами из молочного или матового стекла.

В производственных помещениях с активной химической средой, вызывающей коррозию металла, общее освещение следует осуществлять с применением герметических светильников, имеющих антикоррозийные корпуса, уплотняющие приспособления и защитные стекла из молочного (матового) стекла или взрывозащищенные.

Для обслуживания осветительных приборов в каждом цехе должны быть предусмотрены безопасные для работы приспособления стационарного или передвижного характера (площадки, лестницы, галерей и др.). Ручные переносные стремянки и лестницы высотой более 4 м для обслуживания осветительных приборов не допускаются.

При необходимости создания повышенной горизонтальной освещенности

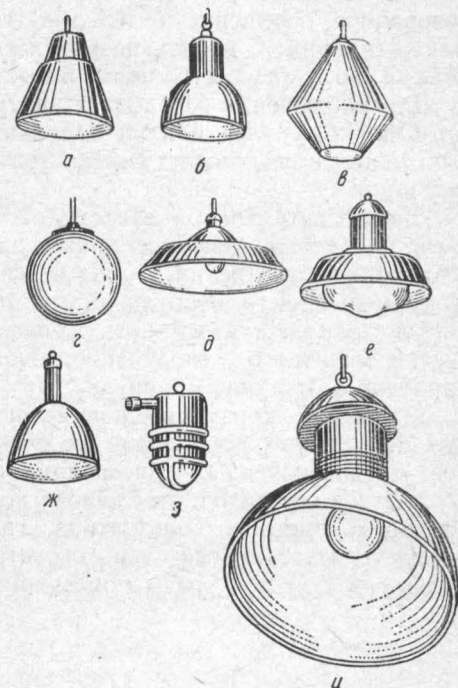


Рис. 44. Типы светильников:

а — «Альфа»; б — «Бета зеркальный»; в — «Люцетта»; г — молочный шар; д — «Универсаль» без затемнителя; е — «Универсаль» с затемнителем; ж — глубокоизлучатель; з — взрывобезопасная арматура; и — «Кососвет»

щенности на отдельных участках территории следует применять локализованную систему освещения светильниками типа «Глубокоизлучатель».

Для создания повышенной освещенности в вертикальной наклонной плоскости (например, у бумаго- и картоноделательных машин) необходимо применять светильники типа «Кососвет».

В дополнение к общему освещению территории создают локализованное освещение отдельных участков промышленной площадки (например, на механизмах лесной биржи; на складах тростника и др.), осуществляемое прожекторами заливающего света.

Для наблюдения за работой внутри закрытых (пылящих) агрегатов на кожухе их или на колпаках бумаго- и картоноделательных машин в нескольких местах устанавливают герметические светильники.

Число светильников зависит от конструкции пылящего агрегата, их устанавливают с таким расчетом, чтобы не допустить возможности затенения. Каждый светильник, установленный на кожухе пылящего оборудования или внутри колпака бумаго- и картоноделательной машины, должен иметь приспособление для чистки защитного стекла и смотрового люка. Эти приспособления приводят в действие вручную.

У контрольно-измерительных приборов (термометров, водомерных стекол) устраивают местное освещение с помощью светильников, предназначенных для манометров и водомерных стекол.

Местное освещение стрелочных контрольно-измерительных приборов (манометров, вольтметров, гальванометров и др.) должно осуществляться осветительными устройствами типа софитов, выбранными с учетом среды помещения.

## Глава 6

### ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

#### Выбор способа производства и схемы технологического процесса

Техника безопасности, промышленная санитария и противопожарная техника органически связаны с технологией производства: с выбором вида производства, с разработкой технологической схемы и аппаратуры, с проектированием и строительством, а также с организацией рабочих мест.

Разработку конструкций ограждения, средств личной защиты, системы вентиляции надлежит рассматривать только как вспомогательные мероприятия по технике безопасности и промышленной санитарии.

При выборе вида производства и разработке технологического процесса рекомендуется по возможности исключать применение ядовитых, взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ и устранять возможность их образования в качестве побочных продуктов.

Выбирая вид производства целлюлозы, следует отметить, что применение эффективных способов регенерации черных щелоков позволяет меньше загрязнять водоемы, что выгодно отличает сульфатный способ от сульфитного.

Зная заранее свойства перерабатываемых соединений, необходимо выбрать соответствующую аппаратуру, оборудование и создать такие условия ведения процесса, при которых исключалась бы опасность и вредность.

Проведение технологических процессов в вакууме является одним из важнейших приемов создания безопасных и безвредных условий труда. При наличии даже небольшого разрежения внутри аппаратуры и коммуникаций почти исключается проникновение газов, паров и пыли в производственные помещения.

Химические аппараты, в которых нет вращающихся частей, более надежны и безопасны. Поэтому необходимо стремиться к замене старого оборудования новым, более производительным и безопасным. Так, в сульфитно-целлюлозном производстве механические колчеданные печи целесообразно заменять более произво-



дительными печами для обжига колчедана в кипящем слое, не требующими тяжелого и опасного ручного труда для замены гребков и ручек.

При выборе аппаратов следует стремиться к максимальной механизации трудоемких, опасных и вредных работ. Материалы, из которых изготавливают аппараты и арматуру, должны быть стойкими против коррозии, эрозии и повышенных температур.

При проектировании и разработке технологических схем следует учитывать, что с точки зрения техники безопасности непрерывные процессы имеют преимущества перед периодическими. В периодических процессах после окончания каждой операции продукт выгружают из аппарата, а на его место загружают новую порцию сырья. Примером этого могут служить варочные котлы периодического действия в целлюлозном производстве. В результате периодических открываний верхних горловин варочных котлов неизбежны выделения газов и паров.

При непрерывных процессах сохраняются постоянные условия проведения каждой его стадии; отсутствуют промежуточные межоперационные работы по загрузке и выгрузке; значительно облегчается механизация и автоматизация процессов производства, а также управление ими; легче герметизировать аппаратуру.

При обработке больших масс сырья непрерывные процессы отличаются устойчивостью, равномерностью и постоянством установленного технологического режима. При этом исключается опасность местных перегревов, завышения концентраций и других нарушений технологического процесса. При одной и той же производительности общий объем аппарата в непрерывном процессе всегда значительно меньше по сравнению с периодическим. Примером, доказывающим преимущества непрерывного технологического процесса может служить непрерывная варка сульфатной целлюлозы. В результате замены периодически работающих котлов варочными аппаратами непрерывного действия с автоматическими дозаторами значительно облегчились и улучшились условия труда.

Операции транспортирования, загрузки и дозирования жидкостей и газов легче автоматизировать, чем те же операции при твердых кусковых материалах. Поэтому в ряде случаев целесообразно твердые вещества, например барабанный каустик, превращать в растворы. На рис. 45 приведена схема для непрерывного растворения твердого едкого натра.

Барабан 1 со вскрытой крышкой (отверстие внизу) при помощи самозахватывающих клещей 2 поднимается и передвигается по монорельсу 3 тельфером 4 и подается в гнезда растворителя 6. После того как загрузка будет закончена, гнезда растворителя закрывают плотными крышками. Подогретую воду центробежным насосом 5 нагнетают через сопла в барабан, размывая при этом твердый едкий натр.

Безопасные и безвредные условия труда следует обеспечивать путем совершенствования технологических процессов. С этой целью

кафедрой техники безопасности ЦБП и кафедрой технологии целлюлозы и бумаги проведено исследование процесса окисления сульфатного черного щелока.<sup>1</sup> Этот процесс в значительной степени способствует разрешению проблемы очищения атмосферы от дурнопахнущих и вредных газов как на самом предприятии, так и вокруг него.

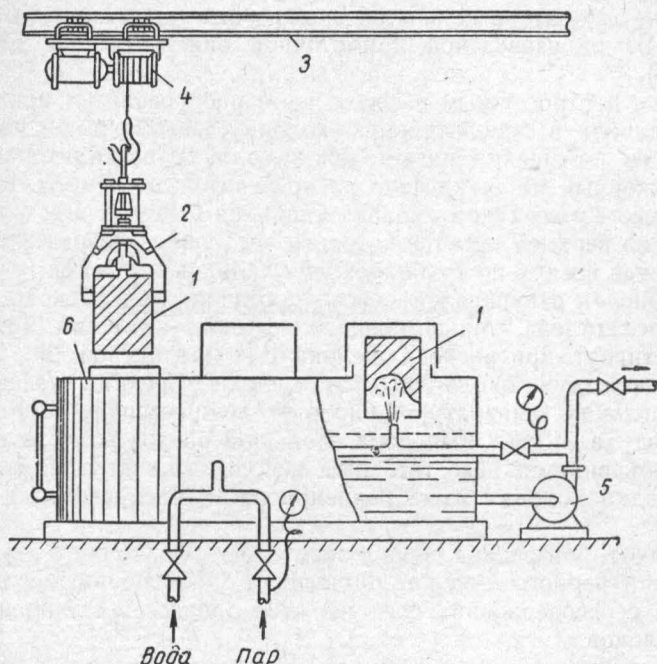
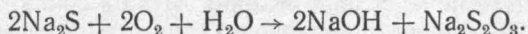


Рис. 45. Схема установки для растворения твердого едкого натра:

1 — барабаны с каустиком; 2 — самозахватывающие клещи; 3 — монорельс; 4 — тельфер; 5 — насос; 6 — корпус растворителя

Сущность процесса окисления щелока, еще далеко не достаточно изученного, схематически можно представить следующим уравнением:



Как видно из этого уравнения, основным процессом следует считать переход сульфидов в тиосульфаты, а возможно, и в полиотионаты.

<sup>1</sup> В. А. Грабовский и В. Ф. Максимов, Окисление сульфатного черного щелока, Труды ЛТИ, вып. IV, М., Гослесбумиздат, 1956, стр. 104—114.

В процессе изучения в лабораторных условиях действия окисления щелока на степень стабилизации серы установлено, что при выпаривании окисленный щелок теряет в пять раз, при высушивании примерно в два раза, а при сжигании на 25% меньше серы, чем неокисленный. Было также замечено, что окисление щелока способствует уменьшению содержания в дымовых газах сероводорода, метилмеркаптана и диметилсульфида и более чем в два раза снижает коррозионное действие щелока на металл выпарного аппарата.

После лабораторных опытов аналогичные испытания были проведены на ползаводской прямоточной окислительной установке (рис. 15).

Щелок центробежным насосом через распределительное устройство подавали в окислительную колонку, заполненную насадкой. Воздух из помещения нагнетался в колонку вентилятором через расположенный на ее крышке распределитель. Проходя через насадку вместе с воздухом, щелок окислялся и стекал в воздухоотделитель, на верхней крышке которого установлен пеногаситель. Отработанный воздух по трубопроводу удалялся в атмосферу, а окисленный щелок откачивался из воздухоотделителя в расходные баки выпарного отдела. Максимальный эффект окисления 93,5—98% был достигнут при расходе щелока с температурой  $90^{\circ} 2 \text{ м}^3/\text{час}$  и расходе воздуха около  $300 \text{ м}^3/\text{м}^3$  щелока.<sup>1</sup> Средняя степень окисления щелока с температурой около  $80^{\circ}$  не превышала 70% при расходе воздуха  $340 \text{ м}^3/\text{м}^3$  щелока. Большой расход воздуха на окисление объясняется недостаточным использованием всей поверхности насадки колонки из-за неравномерного распределения по ней щелока.

Переход сульфидной серы в тиосульфатную, происходящий при окислении черного щелока, приводит к сокращению образования летучих серасодержащих соединений в процессе регенерации черных щелоков.

Дальнейшие опыты указанные кафедры проводили на опытной, а затем на промышленной окислительной установке противоточного типа (рис. 16). При этом расход воздуха был сокращен в несколько раз за счет сильно развитой поверхности черного щелока, превращающегося в пену. Характерно, что количество летучих серасодержащих соединений при сжигании окисленного черного щелока в печах типа Вагнера снизилось. Таким образом, процесс окисления черных щелоков, включенный на их потоке между промывным и выпарным цехами, улучшает условия труда в цехах, снижает степень загрязнения атмосферного воздуха и потери серы в производстве, повышая процент ее регенерации. В настоящее время процесс окисления черных щелоков внедряется на Астраханском целлюлозно-картонном комбинате.

---

<sup>1</sup> В. А. Грабовский и В. Ф. Максимов, Окисление сульфатного черного щелока, Труды ЛТИ, вып. V, М., Гослесбумиздат, 1958, стр. 5—9.

Схема окислительной установки Астраханского целлюлозно-картонного комбината показана на рис. 46. Производительность установки 1650 т слабого черного щелока в сутки с содержанием сухого вещества 11%.

Окислительная колонна 1 (диаметром 1500 мм и высотой 6000 мм) снабжена в нижней части перфорированной решеткой, над которой расположен питательный щелокопровод. Под перфорированную ре-

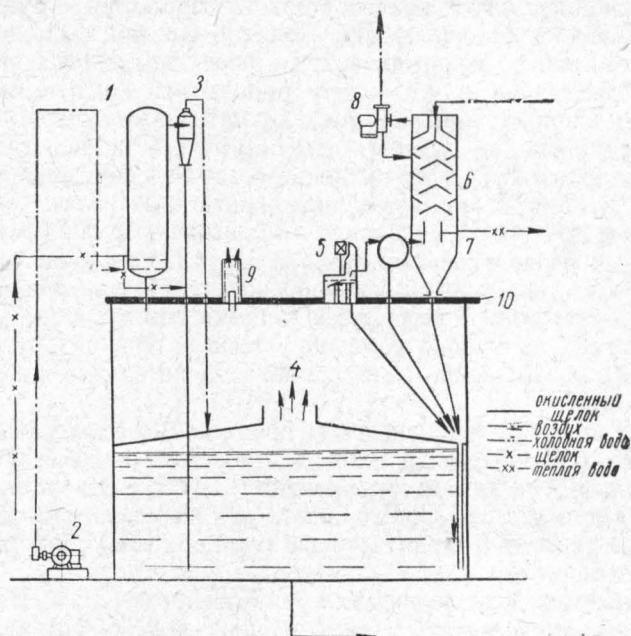


Рис. 46. Схема окислительной установки Астраханского целлюлозно-картонного комбината:

1 — окислительная колонна; 2 — компрессор; 3 — циклон; 4 — сборник окисленного черного щелока; 5 — пеногаситель; 6 — спрысковой конденсатор; 7 — циклонная часть конденсатора; 8 — вентиль; 9 — предохранительный клапан; 10 — опорные балки

шетку компрессора 2 через вентили подается воздух. Образовавшаяся пена поднимается в верхнюю часть окислительной колонны и поступает оттуда по каналу в циклон 3.

В циклоне часть пены превращается снова в щелок, стекающий по трубе в нижнюю часть сборника окисленного черного щелока 4. Последний имеет диаметр 13 000 мм, высоту 10 000 мм и рассчитан на заполнение щелоком в количестве не более 600 м<sup>3</sup>.

Непогасившаяся пена направляется через трубу в верхней части циклона в сборник окисленного щелока. Сборник снабжен конусообразным промежуточным днищем, в середине которого имеется отверстие диаметром 2000 мм. Нижняя часть сборника служит ще-



локовым резервуаром, в то время как верхняя часть занята пеной. Последняя гасится в пеногасителях 5, каждый из которых снабжен щелокопроводом, идущим до дна сборника.

Тепло отработанного воздуха используется в спрысковом конденсаторе 6, в нижнюю часть которого воздух поступает по общему от пеногасителей трубопроводу. Верхняя часть конденсатора снабжена каплеотделителем для улавливания увлеченных воздухом частиц щелока.

Из циклонной части конденсатора 7 проложен трубопровод в сборник щелока. Горячая вода выходит из соковой части конденсатора. Просасывание нагретого воздуха через спрысковой конденсатор и выбрасывание в атмосферу производится вентилятором.

Сборник щелока снабжен предохранительным клапаном 9 на случай прекращения действия вентилятора или пеногасителей. Это может произойти, если движение воздуха в конденсаторе прекратится, а компрессор будет продолжать действовать.

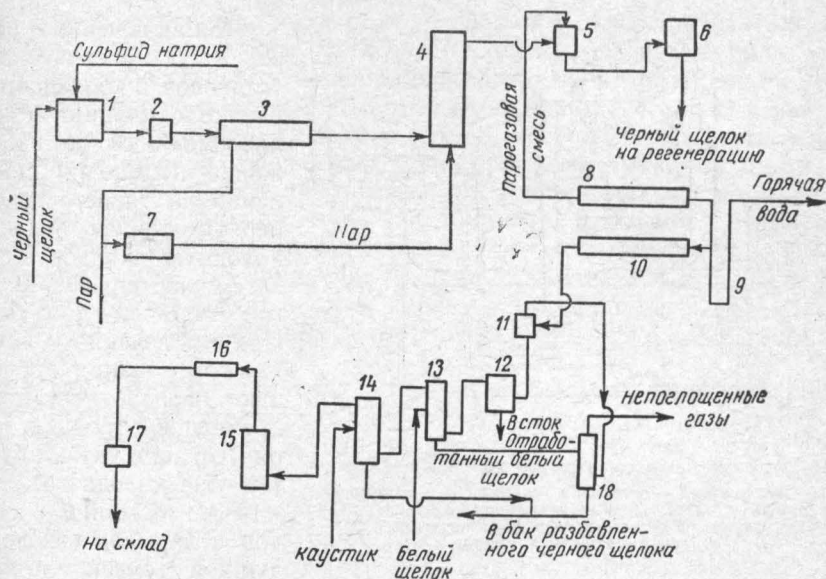
В связи с тем, что оборудование окислительной установки (кроме компрессора) расположено на крышке сборника щелока, она имеет опорные балки, передающие нагрузку на стенки упроченного сборника. В соответствии с правилами техники безопасности компрессор установлен на уровне пола на самостоятельном фундаменте с тем, чтобы вызываемая им вибрация не действовала на рабочее место и сборник.

Другим новым технологическим процессом, уменьшающим промышленные дурнопахнущие выбросы, является процесс окисления диметилсульфида в диметилсульфоксид  $(CH_3)_2SO$ . Это — окисление воздухом в присутствии окислов азота как катализатора. Диметилсульфоксид не имеет неприятного запаха и обладает свойствами хорошего растворителя.

Работами шведских ученых Э. Хэгглунда и Т. Энkvиста установлено, что при нагревании черного щелока под давлением с добавлением некоторого количества сульфида натрия можно выделить основную часть метоксильных групп, входящих в состав черного щелока в виде диметилсульфида. При этом устраняется источник образования метилмеркаптана.

Схема этого технологического процесса, осуществленного на одном из зарубежных предприятий, представлена на рис. 47. Смесь черного щелока и сульфида натрия или элементарной серы подогревают сначала в теплообменнике до  $193^\circ$ , а затем в реакторе острым паром до  $232^\circ$ . Полученную в результате реакции смесь газов охлаждают. При этом конденсируется диметилсульфид-сырец, состоящий из 85% диметилсульфида, 10% метилмеркаптана и 5% высококипящих полисульфидов. Диметилсульфид-сырец пропускают через очистительную аппаратуру (сепараторы, скрубберы и т. д.). Выход очищенного диметилсульфида составляет 2,6% от сухого остатка черного щелока, или 27,2 кг на 1 т целлюлозы. Черный щелок возвращается в производство для дальнейшего выпаривания и сжигания.

В производстве диметилсульфида лигнин деметилируется и, как показали опыты Хельсинского университета, может быть использован для изготовления пластических масс. Имеются предпосылки для создания непрерывного технологического процесса, ко-



1 — бак для разбавления; 2 — насос; 3 — теплообменник; 4 — реактор; 5 — сосуд высокого давления; 6 — сосуд низкого давления; 7 — паровой компрессор; 8 — водяной конденсатор; 9 — гидрозатор; 10 — конденсатор диметилсульфида; 11 — сепаратор газа; 12 — сепаратор воды; 13 — скруббер, орошаемый белым щелоком; 14 — скруббер, орошаемый 50%-ным раствором каустической соды; 15 — испаритель; 16 — конденсатор; 17 — приемник диметилсульфида; 18 — скруббер газа

Для поддержания требуемого технологического режима в современных непрерывных производствах контроль и регулирование процесса автоматизируют. При достижении опасных параметров приборы автоматически выключают соответствующие аппараты и

включают звуковые или световые сигналы. На шкалах простейших приборов (манометров, водомерных стекол) наносят красную черту, указывающую предельно допустимый параметр: максимально допустимое рабочее давление и наивысший уровень в барабане котла.

Статистика показывает, что подавляющее большинство аварий происходит в период пуска или остановки оборудования. Поэтому необходимо строжайшее выполнение правил технической эксплуатации, в которых предусматривается порядок пуска, эксплуатации и остановки оборудования.

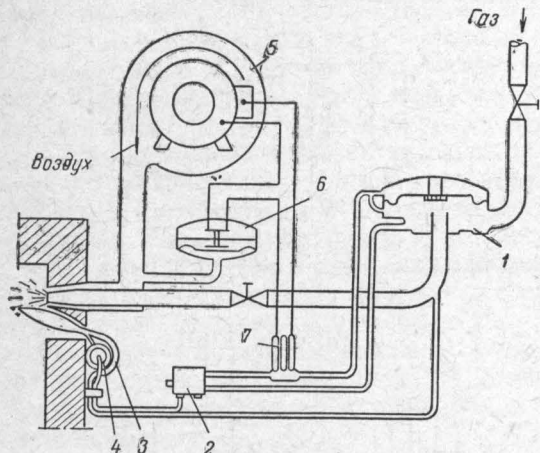


Рис. 48. Схема автоматизации газовой горелки: 1 — автомат; 2 — пусковая кнопка; 3 — вспомогательный запальник; 4 — запальная головка; 5 — воздухоподдувка; 6 — мембранный выключатель; 7 — электромагнитный клапан

При включении в работу технологических установок в конденсаторы, холодильники и теплообменники во избежание повышения давления и перегрева в первую очередь подают холодную жидкость, а затем уже пар или другой горячий продукт. При выключении же этого оборудования поступают наоборот: сначала прекращают подачу горячего продукта, а затем уже холодного.

Во избежание хлопков и взрывов газовой смеси топки

промышленных печей, например известерегенерационных, работающих на жидком топливе, предварительно разогревают до температуры его самовоспламенения. При использовании газообразного топлива газ подают только при наличии источника воспламенения (факела или раскаленной электроспираль). Топки, работающие на газообразном топливе, снабжают автоматическим устройством, выключающим поступление газа в горелку при падении давления в газовой сети. На рис. 48 показана одна из схем автоматизации газовой горелки.

В период пуска оборудования большую опасность представляет нагрев аппаратов и коммуникаций на участках, замкнутых и закрытых с обоих концов запорными приспособлениями. При повышении температуры давление может возрасти и вызвать аварию. Если в системе нет свободного выхода для нагреваемых продуктов, на закрытых запорными приспособлениями участках коммуникаций необходимо устанавливать предохранительные клапаны. Установки с замкнутым циклом должны иметь продувочные линии и воздушники для стравливания избыточного давления.

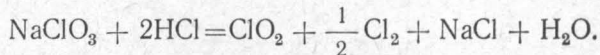
В тех процессах производства, где имеются токсичные вещества, прежде чем приступить к проведению технологического процесса следует включить вентиляционные установки.

За последнее время в целлюлозном производстве появились новые процессы с применением и получением токсичных и взрывоопасных веществ, например хлората натрия и двуокиси хлора. Двуокисью хлора достигается более высокая степень отбелики целлюлозы, чем другими отбеливающими веществами, причем структура ее остается не нарушенной.

Наиболее распространенными способами производства двуокиси хлора являются способы Метисона и Сольвея. Первый использует в качестве восстановителя сернистый ангидрид, а второй такой яд, как метанол. Необходимо отметить, что избыток метанола в реакторе может увеличить опасность взрыва, которая имеет место и по другой причине, а именно вследствие применения хлората натрия.

Для Котласского и Архангельского комбинатов выбрано производство двуокиси хлора по способу Кестинга, как наиболее удачно сочетающемуся с электролитическим получением хлората натрия в виде раствора. В этом случае исключаются весьма опасные операции с сухим хлоратом натрия, характеризующимся взрывоопасностью при соприкосновении с органическими веществами или при ударах.

Способ Кестинга основан на реакции восстановления хлората натрия соляной кислотой (в молярном соотношении — хлорат : соляная кислота — 1,2 : 2) по уравнению



При этом идет побочная реакция



При подборе соответствующих условий можно свести к минимуму побочную реакцию, но нельзя ее прекратить.

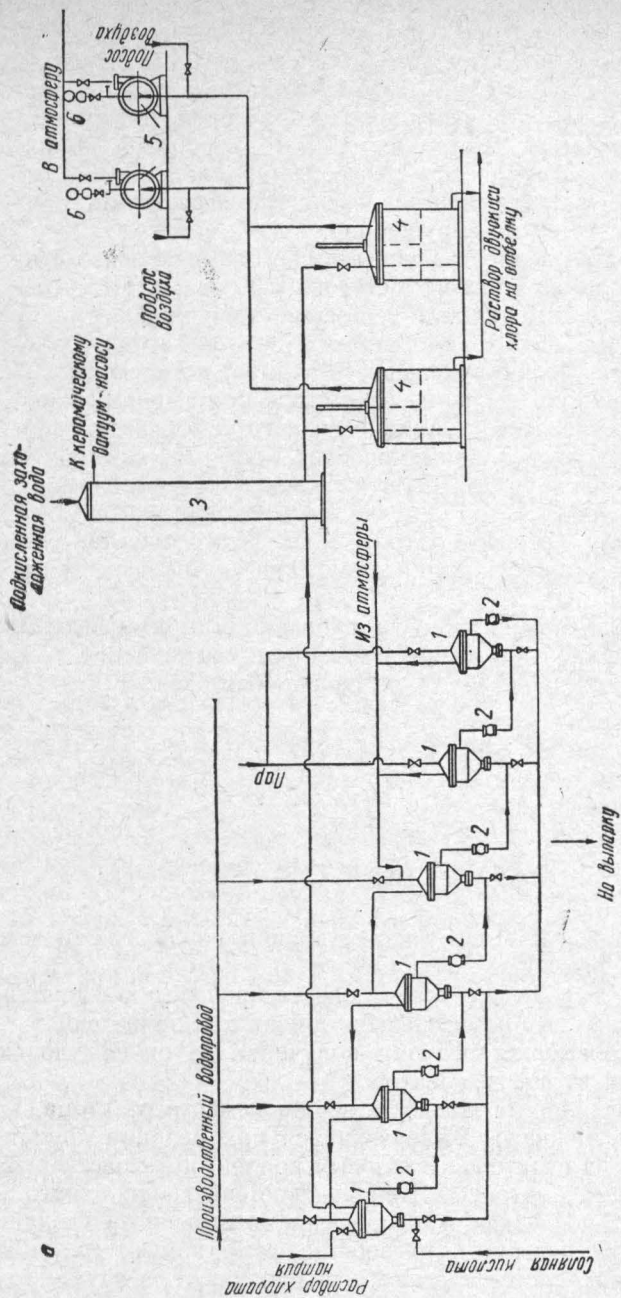
Схема технологического процесса производства двуокиси хлора на Котласском и Архангельском комбинатах приведена на рис. 49, а.

Для проведения реакции получения двуокиси хлора установлен каскад из шести реакторов.

Раствор хлората подают в верхнюю часть реактора, а соляную кислоту в нижнюю. Выделяющаяся при реакции двуокись хлора отводится из реакторов в газовый коллектор, а раствор последовательно через смотровые фонари перетекает из одного реактора в другой. В последнем реакторе реакция практически заканчивается.

Для обеспечения взрывобезопасной концентрации двуокиси хлора через систему реакторов продувают воздух. Содержание двуокиси хлора в воздушной смеси не должно превышать 10% (объемных).





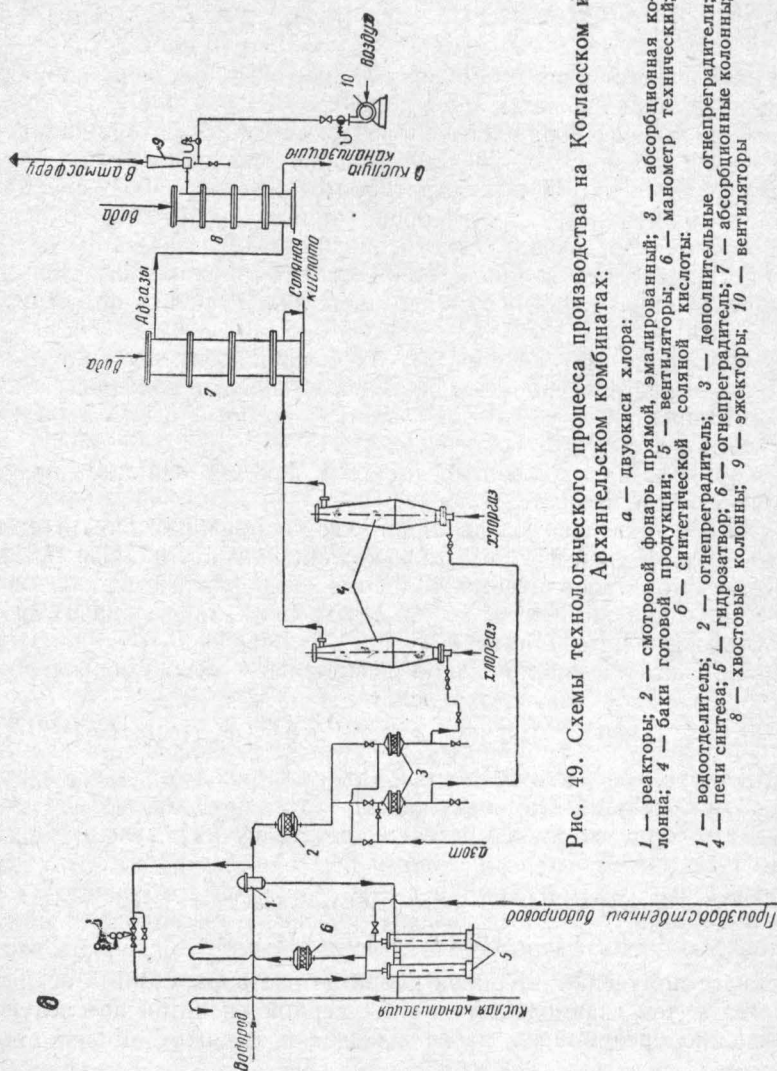


Рис. 49. Схемы технологического процесса производства на Котласском и Архангельском комбинатах:

а — двуокиси хлора:  
 1 — реакторы; 2 — смотровой фонарь прямой, эмалированный; 3 — абсорбционная колонна; 4 — баки готовой продукции; 5 — вентиляторы; 6 — манометр технический;  
 б — синтетической соляной кислоты:  
 1 — водоотделитель; 2 — огнепреградитель; 3 — дополнительные огнепреградители; 4 — печи синтеза; 5 — гидрозатвор; 6 — огнепреградитель; 7 — абсорбционные колонны; 8 — хвостовые колонны; 9 — эжекторы; 10 — вентиляторы

Путем подачи пара в два последних (по ходу раствора) реактора в каждом из них поддерживают определенную температуру, которая распределяется следующим образом:

Порядковый № реактора . . . . .	6	5	4	3	2	1
Температура в °С . . . . .	105	100	80—85	70—73	50	35

Из последнего реактора хлорид-хлоратный раствор направляется на выпарку и затем в цех электролиза.

Смесь двуокиси хлора и хлора с воздухом из коллектора направляется в абсорбционную колонну, которая орошается подкисленной охлажденной водой с температурой от +5 до +10° С.

При этом двуокись хлора абсорбируется водой и в виде водного раствора сливается в баки готовой продукции.

Не поглощенный в колонне хлор вместе с воздухом отсасывается керамическим вакуум-насосом и передается на установку получения гипохлорита.

Во избежание образования взрывоопасной концентрации двуокиси хлора над поверхностью раствора в баки готовой продукции через специальную трубу подают воздух, который выбрасывается затем вентилятором в атмосферу.

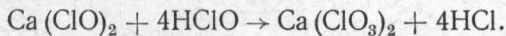
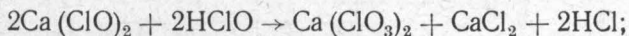
Способ Кестинга довольно сложен как по аппаратурному оформлению, так и по технологии.

В способе производства двуокиси хлора, предложенном и разработанным кафедрой физической и коллоидной химии ЛТИ ЦБП, в качестве сырья используется только известь, хлор и серная кислота, т. е. такие химикаты, которые уже применяются на целлюлозно-бумажных предприятиях.

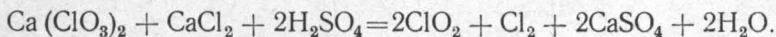
В первой стадии хлорирования известкового молока образуются гипохлорит и хлорноватистая кислота



В растворе, содержащем гипохлорит и хлорноватистую кислоту, развиваются реакции самоокисления, которые в конечном итоге приводят к образованию хлората кальция за счет следующих двух реакций:



Процесс получения двуокиси хлора из раствора хлората осуществляется путем взаимодействия его с серной кислотой по следующей основной реакции:



Выдуваемая из реактора воздухом смесь двуокиси хлора и хлора поступает в абсорбер, орошаемый водой, где и образуется отбельный раствор.

Таким образом, способ ЛТИ ЦБП имеет перед другими способами то преимущество, что здесь отпадает необходимость в приеме,

хранении и транспортировании такого пожаро- и взрывоопасного продукта, как хлорат натрия.

Примером безопасного технологического процесса может служить производство синтетической соляной кислоты, необходимой для процесса кислотки целлюлозы и производства двуокиси хлора. На Котласском и Архангельском целлюлозно-бумажных комбинатах принят метод синтеза хлористого водорода из элементов (водорода и хлора) с адиабатической абсорбцией хлористого водорода водой в колонне Гаспаряна (рис. 49, б).

Так как производство синтетической соляной кислоты относится к категории огне- и взрывоопасных, то на линиях хлора и водорода установлены регуляторы постоянного давления и сигнализаторы падения давления.

Электролитический водород, пройдя водоотделитель 1 и огнепреградитель 2, направляется через дополнительные огнепреградители 3 к печам синтеза 4.

На водородной линии поставлен гидрозатвор 5 для создания постоянного давления водорода с огнепреградителем 6.

К водородным линиям предусмотрена подводка сжатого азота для продувки системы в период пуска и после остановки.

Синтез хлористого водорода из хлора и водорода производится в стальных двухконусных вертикальных печах с воздушным естественным охлаждением, снабженных специальными горелками, выхлопными предохранителями, взрывными мембранами, смотровыми окнами для наблюдения за цветом пламени и запальными штуцерами для зажигания в период пуска печей.

В период розжига и для получения синтетической соляной кислоты хлористый водород направляют на абсорбцию в фаолитовые колонны 7. Вода на абсорбцию подается в верхнюю часть колонны.

Вытекающая из колонны 31%-ная соляная кислота с температурой 75—80°С поступает самотеком в игуристовый холодильник, где охлаждается водой до температуры 35—40°С. Из холодильников соляная кислота направляется непосредственно в емкости с автоматическим замером уровня и сигнализацией максимального уровня, а затем через бачки для засифонивания перекачивается в отбельный цех, цех двуокиси хлора или в железнодорожную цистерну.

Отходящие от колонны абгазы направляются в хвостовые колонны 8, орошаемые водой, для отмывки абгазов от примеси хлористого водорода. Промытые водой абгазы сбрасываются эжекторами 9, работающими от вентиляторов 10, в атмосферу.

### **Механизация тяжелых и вредных работ как средство обеспечения их безопасности**

Как упоминалось, анализ травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности показывает, что треть всех несчастных случаев происходит при выполнении производственных операций вручную. Следовательно, комплексная механизация, устраняющая ручные



операции, является важнейшим средством ликвидации травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности. Механизация облегчает работу и способствует превращению ручного физического труда в творческий, интеллектуальный, приводит к увеличению его производительности и высвобождению значительного числа рабочих.

В целлюлозно-бумажной промышленности слабо механизированы тяжелые и трудоемкие работы на лесных биржах, углеподаче, золоудалении, а также на ремонтных и транспортных операциях.

В новой Программе КПСС сказано: «Комплексная механизация приведет к ликвидации ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключит тяжелый труд при выполнении основных и вспомогательных операций».<sup>1</sup>

Механизацию на лесных биржах, углеподаче и внутризаводском транспорте можно осуществлять за счет использования стандартного оборудования: кабель-кранов, мостовых, козловых и порталных кранов, грейферов, самосвалов и др.

Наряду с комплексной механизацией следует внедрять так называемую малую механизацию, т. е. механизацию отдельных работ. Например, на одном из целлюлозно-бумажных комбинатов использовали автопогрузчики для укладки балансов в штабеля высотой до 5 м, а также для отвозки балансов от штабелей и погрузки их в крытые вагоны. Для большей вместимости и удобства перевозок фабричная рама автопогрузчика была заменена другой, более мощной рамой, вмещающей около 3 скл. м<sup>3</sup> древесины.

С точки зрения техники безопасности заслуживает внимания хранение древесины зимой на воде. Этот способ хранения резко уменьшает опасные операции на лесной бирже, так как выгруженную древесину подают непосредственно в производство без укладки на бирже. К выгрузочным агрегатам в зимнее время древесину подают с помощью пневматических установок и потокообразователей. Оттаивание льда на рейде производится воздухом, при помощи которого глубинные слои воды поднимаются и перемешиваются с поверхностными. Потокообразователь применяют для размывания на рейде во льду майн искусственным поверхностным течением воды. Основные узлы потокообразователя: корпус, трехлопастный винт с валом и подшипниками, туннель винта и электродвигатель с клиноременным приводом.

Операция по разборке куч при хранении балансовой древесины очень опасна. Использование скреперов для осыпки балансов из куч и подача его секционными транспортерами к кабельным конвейерам только частично улучшили условия труда. Дальнейшее улучшение осуществлено путем разборки древесины из куч при помощи грейфера типа Полип и гусеничного экскаватора.

Стрела с грейфером поворачивается к месту разобранных из куч балансов, челюсти грейфера раскрываются, и он броском опу-

---

<sup>1</sup> Материалы XXII съезда КПСС, Госполитиздат, М., 1961, стр. 372.

скается на древесину. Под действием собственного веса концы челюстей углубляются в кучу и захватывают балансы. После этого челюсти закрываются, и грейфер поднимается с зажатыми в его зеве балансами. Затем стрела с грейфером поворачивается в сторону наклонного стола и сбрасывает на него балансы, которые скатываются по настилу на транспортер, перемещающий их на кабельный конвейер для подачи в древесный цех.

Для доставки щепы на целлюлозно-бумажные предприятия железной дороге (Сегежский ЦБК, Соломбальский БДК) используются открытыми полувагонами или крытыми вагонами. Такой подвижной состав имеет ограниченную емкость и поэтому очень неудобен для погрузки и разгрузки щепы. Кроме того, не исключена возможность загорания щепы от искры паровоза. В вагоне часто образуются своды из щепы, и разгрузка ее в этих условиях становится особо опасной. Гипрогидролиз разработал проект реконструкции обычной 20-тонной платформы в вагон для перевозки лесоматериалов в двух вариантах: несаморазгружающегося и саморазгружающегося вагона. Схема разгрузки саморазгружающегося вагона представлена на рис.

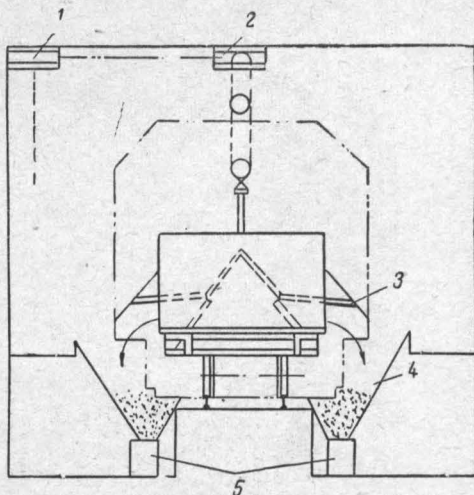


Рис. 50. Схема разгрузки саморазгружающегося вагона:

- 1 — стационарная лебедка; 2 — блок с крюком для подъема центральной оси; 3 — щиты люков; 4 — приемный бункер; 5 — скребковые транспортеры

50. Если за раму поднимают центральную ось, проходящую вдоль секции вагона, то поднимаются и раздвигаются разделительные стенки и пол образует подвижную призму под углом  $45^\circ$ , по которой сползает щепа. При этом щиты люков тягами приподнимаются и щепа свободно высыпается из вагона.

Для разгрузки вагона применяют стационарные лебедки, которыми можно периодически встряхивать пол вагона, благодаря чему щепа разгружается быстрее.

На ряде предприятий целлюлозно-бумажной промышленности внедрение «малой механизации» облегчило труд рабочих при эксплуатации и ремонте быстроходных бумагоделательных машин. К «малой механизации» следует отнести: приспособления для сматывания отработанных сеток с бумагоделательных машин, а также для подъема и опускания верхних гранитных валов; выдвижные устройства для всех узлов сеточной части (валы, отсасывающие

ящики, корыта и т. д.), за исключением нижнего вала гауча; механизированную транспортировку каландровых валов и др. Механизация этих трудоемких процессов позволила значительно сократить

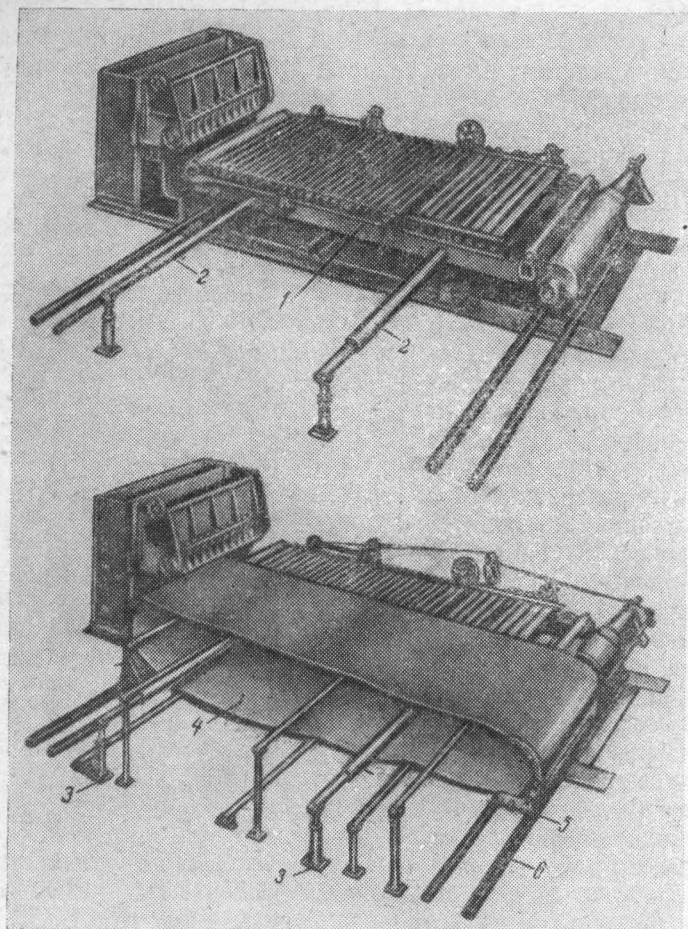


Рис. 51. Надвижное устройство для смены сеток бумагоделательных машин:

1 — продольные балки; 2 — металлические трубы; 3 — домкраты; 4 — сетка; 5 — устройство для растяжки сетки; 6 — рельс для передвижения растяжки сетки

время простоя бумагоделательных машин и повысить коэффициент использования оборудования.

На рис. 51 показано надвижное устройство для смены сетки, широко применяемое на современных бумагоделательных машинах. Сетку надевают на специальное устройство, расположенное с лицевой стороны машины, а затем надвигают на сеточный стол.

Применение подвижного устройства улучшает условия труда, уменьшает более чем вдвое число рабочих, занятых на смене сетки, и сокращает время простоя машины до 1—1,5 часа. Значительно облегчает условия труда также применение выдвижных столов.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ может производиться при помощи автопогрузчиков и электропогрузчиков. Автопогрузчики выделяют отработанные газы и издают шум, чего не наблюдается при работе электропогрузчиков. Кроме того, электропогрузчики проще в обслуживании и поэтому они имеют большее распространение, чем автопогрузчики. Электропогрузчики снаб-

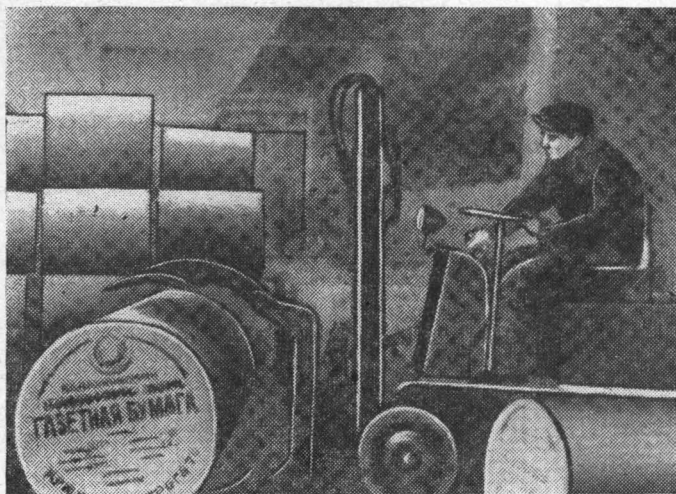


Рис. 52. Электропогрузчик с поворотным гидравлическим захватом

жаются подъемной платформой или специализированными захватывающими приспособлениями, устраняющими ручной труд при погрузочно-разгрузочных работах.

Штабелевка рулонов бумаги на торец на складе готовой продукции производится аккумуляторным электропогрузчиком с боковыми гидравлическими захватами. Погрузка вагонов производится теми же электропогрузчиками, зажимающими рулоны боковыми захватами и транспортирующими их на высоте 300 мм от пола в вагон, а затем устанавливающими рулоны в требуемом месте. Внедрение аккумуляторных электропогрузчиков для механизации складирования и погрузки рулонов позволило улучшить условия труда рабочих и повысить его производительность.

Для механизированного поворота рулонов из вертикального положения в горизонтальное, а также для укладки их в вагоне на торец и в накат используют электропогрузчики с поворотным гидравлическим захватом (рис. 52) серийного производства.



Для укладки сыпучих грузов (колчедан, сера, известняк, известь, сульфат, сода и др.) может служить автопогрузчик конструкции Гипрохима, состоящий из трех ленточных транспортеров, смонтированных на тележке, передвигающейся по рельсовому пути. Погрузчик вдвигается в железнодорожный вагон.

Для транспортировки сыпучих грузов рекомендуется пользоваться также вагоноопрокидывателями и автоопрокидывателями,

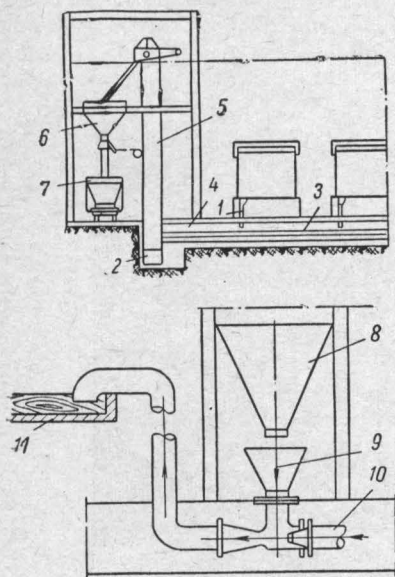


Рис. 53. Способы механизации и герметизации выгрузки огарков из колчеданных печей:

1 — течка; 2 — приемная воронка; 3 — скребки; 4 — желоб; 5 — элеватор; 6 — бункер; 7 — железнодорожная платформа; 8 — бункер; 9 — воронка для подачи огарка; 10 — сопло; 11 — желоб для пыли

механизирующими разгрузку. К такого рода механизмам следует отнести думпкар, представляющий собой саморазгружающуюся железнодорожную платформу. Разгрузка осуществляется наклоном платформы при помощи двух поршней, приводимых в действие сжатым воздухом от компрессора паровоза. При этом скаты платформы остаются неподвижными. Возвращение платформы в горизонтальное положение производится двумя поршнями, расположенными с другой стороны.

Для механизированной погрузки кип целлюлозы в железнодорожные вагоны рекомендуется пользоваться устройством, сходным с описанным выше автопогрузчиком Гипрохима. Из сушильного цеха кипы целлюлозы направляют по наклонному роликовому транспортеру без электродвигателя к транспортеру с электродвигателем, подающему груз в вагон.

Изделия и материалы большого веса можно перемещать на специальных тележках. Механизации погрузочно-разгрузочных работ способствует расположение пола склада на уровне площадки кузова автомашины или пола железнодорожного вагона.

В целлюлозно-бумажной промышленности в первую очередь должны быть механизированы процессы не только трудоемкие, но и связанные с опасностями отравлений, ожогов, пожаров и т. п. К таким процессам относится, например, выгрузка из колчеданных печей огарков, так как они выделяют сернистый ангидрид и пыль. Кроме того, температура огарков составляет около 300°, поэтому процесс их удаления должен быть не только механизирован, но и герметизирован. На рис. 53 показаны два способа выгрузки огарков. Первый способ состоит в том, что огарки из колче-

данных печей по течкам 1 попадают в желоб 4 и скребками 3 передвигаются к отверстию, расположенному над приемной воронкой 2 элеватора 5. Элеватор подает огарки в бункер 6, расположенный над железнодорожной платформой 7. Огарки имеют высокую абразивность и приводят к быстрой изнашиваемости трущихся частей. Поэтому описанный способ не получил широкого распространения в целлюлозно-бумажной промышленности.

Второй способ, называемый гидравлическим, заключается в следующем: огарки из колчеданной печи попадают сначала в бункер, а затем в воронку, соединенную с соплом. Подаваемая в сопло под давлением 46 *атм* вода захватывает огарки, и пульпа (смесь огарков с водой) поступает в деревянный желоб, а оттуда к месту сброса.

Гидравлический способ удаления огарков может быть осуществлен в несколько ином аппаратном оформлении. Огарки из воронки поступают в фасонный смывной аппарат, состоящий из огаркосмывной камеры, спускной трубы и гидравлического затвора. В огаркосмывную камеру вставлено смывное сопло, а в гидравлический затвор — побудительное сопло. Воду подают из расчета концентрации пульпы (смеси огарков и воды) 1 : 5. Пульпу перекачивают багерным насосом в отстойник по трубопроводу, устанавливаемому с уклоном примерно 0,03, на расстояние 100—800 м (в зависимости от местных условий). После отделения воды огарки могут быть использованы в металлургической промышленности или для других целей, например для планировки местности с последующей засыпкой земляным слоем. Не трудно понять, что второй способ имеет ряд преимуществ перед первым.

Помимо описанных, применяют скреперный и пневматический способы, а также удаляют и транспортируют огарки при помощи вибрационных электромагнитных транспортеров, холодильно-транспортной и шнековой труб. Пневматический способ весьма гигиеничен и надежен, особенно для огарков, получаемых при сжигании флотационного серного колчедана.

Вибрационный электромагнитный транспортер представляет собой наклонную трубу или желоб на пружинах или рессорах, которые вибрируют за счет изменяющегося магнитного поля соленоида или электромагнита, действующего на якорь.

Холодильно-транспортная труба Балахнинского ЦБК перемещает горячие огарки с помощью спирали, укрепленной в самой трубе. При вращении трубы огарок из загрузочных коробок подхватывается ковшами и ссыпается внутрь трубы. Нижняя часть загрузочной коробки имеет водяную рубашку для предварительного охлаждения огарков. Последующее охлаждение огарка осуществляется с помощью установленных над трубой sprays. Труба подает огарки в загрузочную коробку ковшевого элеватора, направляющего их в бункер, откуда огарки поступают на специальную платформу.

Холодильно-транспортная труба компактна, допускает выгрузку огарков из нескольких печей, проста в изготовлении и обслужива-

нии. Применение этой трубы снизило содержание сернистого ангидрида в воздухе печного отдела до 0,007—0,01 мг/л, а пыли до 2—2,5 мг/м<sup>3</sup>, т. е. в пределах допускаемых концентраций. Таким образом, внедрение холодильно-транспортной трубы значительно улучшило санитарно-гигиенические условия производства и облегчило труд в печном отделе.

На втором Калининградском ЦБК удаление огарков производится с помощью шнека и системы ленточных транспортеров, передающей огарки в бункер, а из последнего в вагонетки. Гашение огарков производится в гасительной камере, расположенной над шнеком.

После ввода в действие указанной установки устранена загрязненность воздуха газом и пылью в печном отделении. Кроме того, рабочие избавлены от тяжелого труда по вывозу вагонеток с горячими огарками, выделяющими сернистый ангидрид.

Применение любого из описанных способов дает возможность механизировать и герметизировать трудоемкий и вредный процесс разгрузки огарков, осуществляемый на большинстве заводов при помощи вагонеток или тачек.

Механизация подъема, переливания и транспортировки кислот, щелочей и других опасных жидкостей является также одним из основных способов предотвращения несчастных случаев. Опорожнение цистерн и резервуаров с опасными жидкостями производится через нижние краны или сверху — сифонами, паровыми инжекторами и насосами.

Вакуум в сифонах создается или небольшими поршневыми насосами, или сжатым воздухом. При сифонировании истечение жидкости может быть прекращено мгновенно и безопасно посредством соединения сифона с атмосферой.

Паровые инжекторы применяют для опоражнивания цистерн с жидким каустиком. Наиболее безопасным способом является перекачивание жидкости насосами. Для перекачки кислот пользуются кислотоупорными насосами, а для перекачки щелочей — центробежными насосами. При этом обращается особое внимание на плотность и герметичность системы и наличие стойкого прокладочного материала.

В целлюлозно-бумажном производстве нередко приходится пользоваться кислотами, хранящимися в стеклянных бутылках. На рис. 54 показаны тележки для перевозки бутылей с кислотой.

Механизация основных потоков целлюлозно-бумажного производства должна решаться в следующих направлениях:

- 1) механизация размолвки сплавной древесины и подачи ее к выгрузочным агрегатам;

- 2) механизация складирования древесины, разборки штабелей и балансовых куч с применением скреперных лебедок, грейферов и специальных механизмов;

- 3) механизация подачи балансов в производство и загрузки их в шахты дефибреров;

4) механизация зарядки роллов, гидроразбивателей и внутри-заводской транспортировки дефибрерных камней;

5) механизация процессов при смене одежды бумагоделательных машин;

6) механизация транспортировки готовой продукции и др.

Необходимо также внедрять «малую механизацию»: листоклады на пресспатах; кипоукладчики целлюлозы; растворение кусков твердого каустика вместо их разбивания; безопасную подачу отходов древесины в рубительные машины; бесштанговую раскатку и намотку рулонов бумаги на продольнорезательном станке; многочисленные приспособления при вспомогательных работах.

### Безопасная организация работ

Анализ травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности (глава 3) показывает, что 43% несчастных случаев происходит вследствие неправильной организации труда, влекущей за собой нарушение правил техники безопасности.

Правильная организация труда уменьшает затрату энергии работающими, устраняет действия, способные повлечь за собой возникновение несчастных случаев. Надлежащая организация труда включает медико-физиологический контроль за персоналом, рациональную расстановку рабочих и организацию рабочих мест, правильный режим труда и отдыха.

С точки зрения техники безопасности медико-физиологический контроль имеет большое значение. Предварительный медицинский осмотр при поступлении на работу устанавливает соответствие работника данным условиям труда в той или иной профессии. Периодический медицинский осмотр, проводимый регулярно для рабочих ряда профессий, имеет целью проверку состояния здоровья, раннее распознавание возникающих профессиональных заболеваний и предохранение от них рабочих.

Регламентация режима труда и отдыха, установленного на ос-

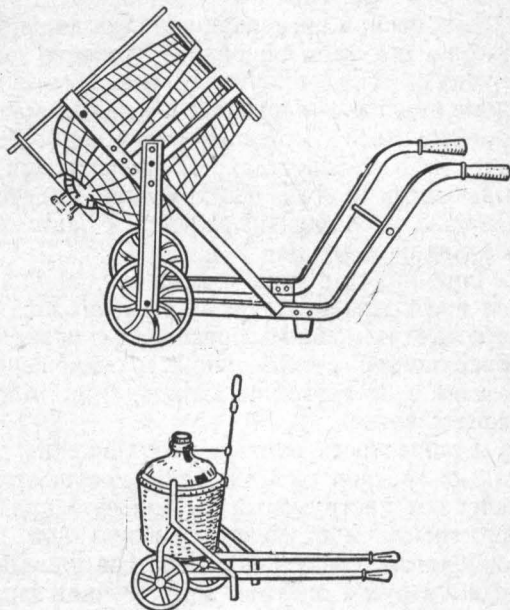


Рис. 54. Приспособления (тележки) для перевозки кислот



новании медицинских требований, а также правильное чередование их очень важны с точки зрения техники безопасности и промышленной санитарии. Медицинские процедуры (например, водяной душ) и лечебная производственная физкультура постепенно находят распространение и в целлюлозно-бумажной промышленности, так как они способствуют поддержанию нормальной деятельности человеческого организма.

В ряде случаев имеет значение и правильный режим питья.

Безопасная организация труда должна быть предусмотрена при выполнении всех операций, особенно тех, которые выполняются вручную. Так, например, удаление мокрого брака с сеточной части бумаго- и картоноделательных машин и пресспатов должно производиться с помощью струи воды. Этот же процесс на прессовой части осуществляется ленточными транспортерами, выбрасывающими мокрый брак на лицевую сторону машин, а на новых машинах с помощью шнеков с автоматизированным обильным смачиванием водой.

При анализе травматизма (гл. 3) указывалось на повышенную опасность при эксплуатации бумагоделательных машин. Во время работы этих машин запрещается очистка руками от массы и бумаги поверхностей сетководущих и сукноведущих валиков, прессовых валов и сушильных цилиндров. Для этой цели широко применяется сжатый воздух.

Безопасность ручных работ должна достигаться путем вынесения из опасной зоны операций, осуществляемых, например, с применением инструмента увеличенной длины. В тех случаях, когда применение инструмента увеличенной длины не представляется возможным, следует пользоваться приемами, не допускающими попадания рук в опасную зону. Ручная заправка бумажного полотна, применяемая лишь на узких, тихоходных машинах, недопустима при эксплуатации быстроходных машин. На быстроходных бумаго- и картоноделательных машинах заправка полотна должна быть автоматической по всему ходу. На машинах с отсасывающими валами передача полотна с сеточной части в прессовую часть облегчена.

На обычном (неотсасывающем) гауче узкая полоска бумаги, отсекаемая заправочной отсеккой на сетке перед гаучем, с лицевой стороны машины вручную перебрасывается на сукно первого пресса. При отсасывающем же гауче заправочная полоска перебрасывается на прессовое сукно струей сжатого воздуха, который под давлением 4—6 *ати* подается из трубки, расположенной внутри камеры отсасывающего вала с лицевой стороны.

Передача полотна с сеточной на прессовую часть на современных бумагоделательных машинах автоматизирована с помощью так называемого пересасывающего устройства. Обрезиненным пересасывающим валом (рис. 55, а)<sup>1</sup> бумажное полотно снимается

<sup>1</sup> И. Я. Эй д л и н, Бумагоделательные и отделочные машины, М.—Л., Гослесбумиздат, 1958.

с прямого участка сетки и передается на пересасывающее сукно, которое направляет его на нижнее прессовое сукно первого отсасывающего (передаточного) пресса.

Широкое применение нашла вакуумная передача бумажного полотна на сдвоенные прессы с треугольным расположением валов

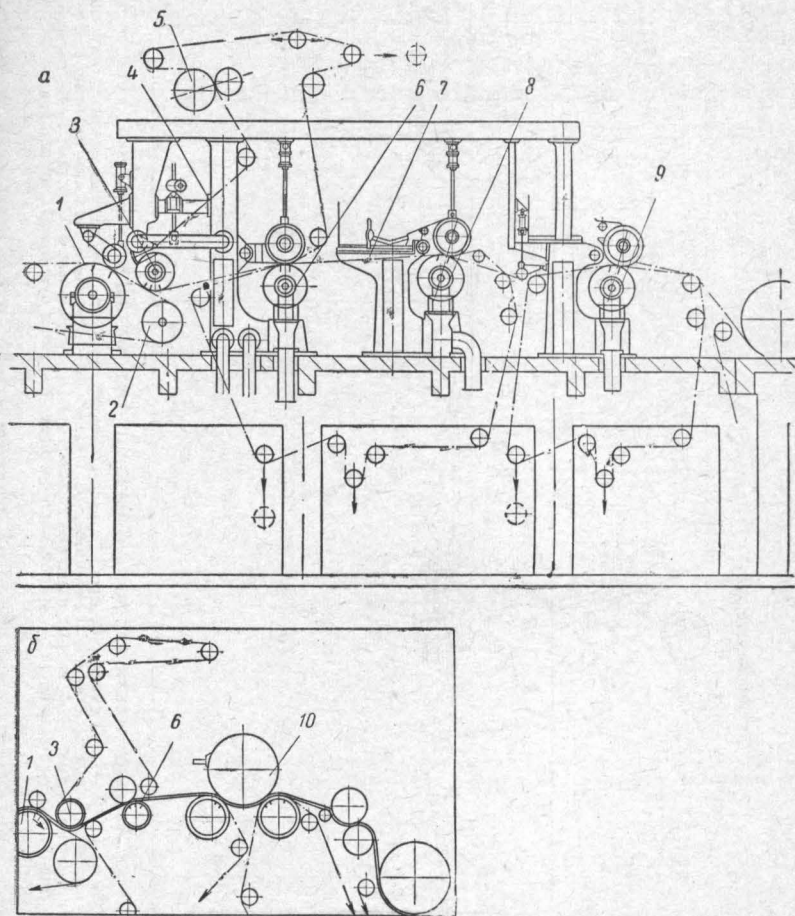


Рис. 55. Автоматическая передача полотна с сеточной на прессовую часть:  
*a* — передача на обычную прессовую часть; *б* — передача на сдвоенный пресс: 1 — отсасывающий гаук; 2 — сетководящий вал; 3 — пересасывающий вал; 4 — пересасывающее сукно; 5 — вакуумная сукномойка для очистки пересасывающего сукна; 6 — первый отсасывающий (передаточный) пресс; 7 — прессовое сукно; 8 — второй отсасывающий пресс; 9 — третий отсасывающий пресс; 10 — пирамидальный пресс

(рис. 55, б). При использовании пересасывающих устройств обрывность полотна резко сократилась и условия труда стали значительно более благоприятными.

Облегчение условий труда при заправке бумаги с прессовой в сушильную часть, а также при заправке ее между цилиндрами

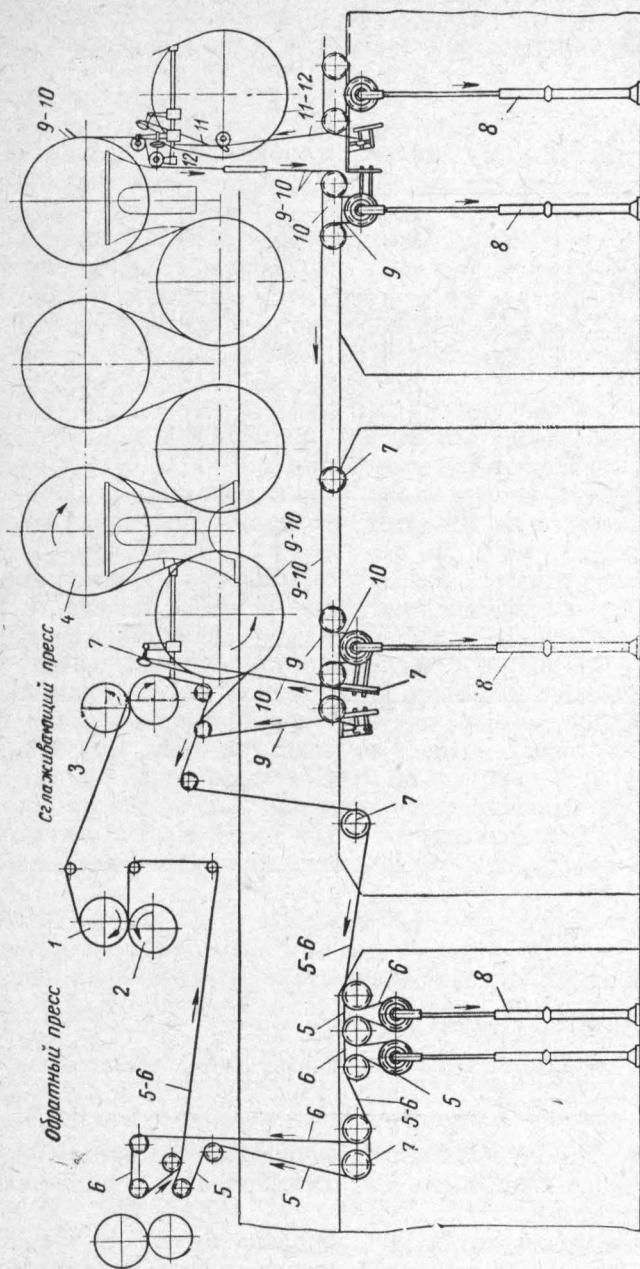


Рис. 56. Автоматическая заправка бумажного полотна канатиками:

1 — второй пресс; 2 — обратный пресс; 3 — сглаживающий пресс; 4 — сушильный цилиндр; 5 — первый канатик прессовой части; 6 — второй канатик прессовой части; 7 — поддерживающие алюминиевые шквы; 8 — грузовая натяжка канатиков; 9 — первый канатик первой группы сушильных цилиндров; 10 — второй канатик первой группы сушильных цилиндров; 11 — первый канатик второй группы сушильных цилиндров; 12 — второй канатик второй группы сушильных цилиндров

осуществляется с помощью канатиков Шихена или воздушной заправки. С лицевой стороны сушильных цилиндров, на расстоянии примерно 100 мм от края бумажного полотна, имеется выточка, где проходят два бесконечных хлопчатобумажных канатика диаметром 6—12 мм. В последние годы применяют капроновые и нейлоновые канатики, которые охватывают последовательно все сушильные цилиндры (рис. 56). Узкая заправочная полоска бумажного полотна шириной 50—100 мм забрасывается с лицевой стороны сжатым воздухом (давлением 5 атм) между канатиками и проводится ими по сушильным цилиндрам.

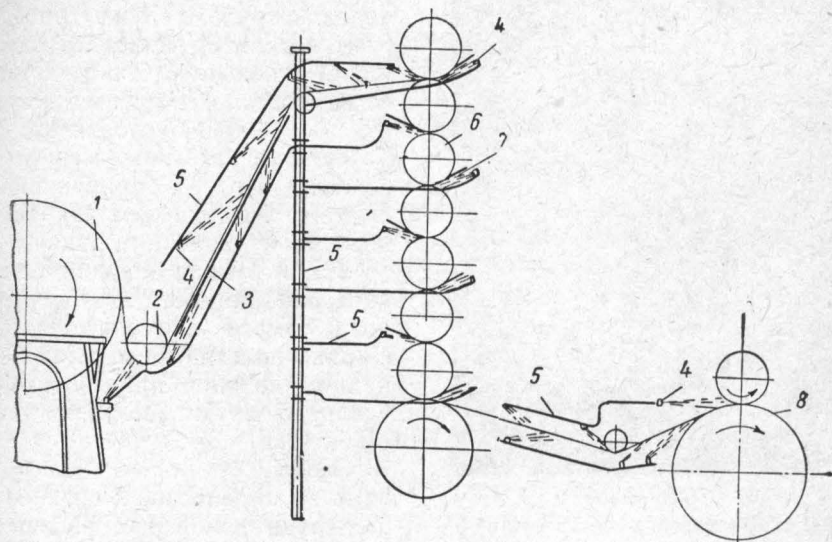


Рис. 57. Воздушная заправка бумаги на каландр и накат:

1 — холодильный цилиндр; 2 — бумаговедущий валик; 3 — направляющие листы; 4 — воздушные сопла; 5 — воздухопровод; 6 — вал каландра; 7 — шабер вала каландра; 8 — накат

На каждой приводной группе имеются свои канатики, поэтому предусмотрена автоматическая передача заправочной полоски из одной пары канатиков в другую. Пройдя сушильные цилиндры, канатики поддерживаются и направляются легкими алюминиевыми шкивами. Для натяжения каждый канатик имеет грузовую натяжку. На современных машинах предусмотрена заправка канатиками со второго и даже с первого пресса.

Заправка бумажного полотна с сушильной части в каландр осуществляется пневматически между двумя верхними валами. Для этого после сушильной части (до каландра) с лицевой стороны установлены направляющие стальные листы шириной 400—500 мм (рис. 57). Полоска бумаги шириной 100—200 мм, обрезанная специальным ножом, установленным на сушильной части до холодиль-



ных цилиндров, подается при помощи воздушных сопел между направляющими листами и заправляется между двумя верхними валами. С помощью сопел производится заправка бумаги между всеми валами каландра и на накат. Для воздушной заправки бумаги используются компрессоры давлением 6—7 *ати*, устанавливаемые в первом этаже машины.

Сжатым воздухом пользуются и для удаления бумажного брака, выбрасывая его струей воздуха из шланга на первый этаж к гидро-

разбивателям или бракомольным роллам. Это также облегчает условия труда и служит профилактическим средством от загораний и пожаров. Таким образом, безопасность ручных операций и облегчение условий труда на бумагоделательных машинах обеспечивается применением сжатого воздуха для заправки полотна и удаления брака.

Такая ручная операция, как проверка плотности намотки рулона бумаги или картона по ширине полотна на работающем накате, должна производиться вдали от захватывающих участков (рис. 58).

Особое внимание следует уделять безопасной организации труда ремонтных рабочих, так как им приходится работать в разнообразных условиях.

Рис. 58. Проверка плотности намотки рулона бумаги (картона)

Они нередко находятся в непосредственной близости к движущимся частям соседних с ремонтируемым объектом механизмов, имеют дело с неисправным оборудованием, часто работают в емкостях и колодцах, где их не могут видеть окружающие. Поэтому при каждой новой работе ремонтный рабочий должен быть соответствующим образом снаряжен и проинструктирован о необходимых мерах безопасности.

Оборудование, предназначенное для ремонта, останавливают и надежно отключают от электрической сети; снимают предохранители, запирают на замок выключенный рубильник, снимают со шкивов приводные ремни и разъединяют муфты сцепления. Осматривать оборудование можно только после полной его остановки и отключения. Для предотвращения несчастных случаев вывешивают предупредительные знаки с надписью: «Не включать! Работают люди!».

Оборудование, остановленное на ремонт, разъединяют с соседними агрегатами. Ремонтируемые варочные котлы, например, отъе-

диняют при помощи заглушек, устанавливаемых на паро-, кислото-, щелокопроводах.

Заглушки, представляя собой металлические пластины, зажатые между фланцами, препятствуют проникновению паров, газов и жидкостей в ремонтируемый аппарат через неплотности запорных приспособлений или в результате случайного открытия их. Заглушки обычно имеют больший диаметр, чем фланец или выделяющийся выступ («язык»), чтобы их можно было видеть.

Перед ремонтом кислотных баков и других сосудов, заполняемых едкими кислотами и щелочами и другими опасными и вредными продуктами, остатки этих веществ удаляют, а сосуды промывают и охлаждают (температура не выше  $+40^{\circ}$ ). Работающих внутри топков котлов, печей, дымоходов обдувают свежим, увлажненным воздухом, подаваемым по гибкому шлангу из специальной передвижной воздушной душирующей установки с увлажнением подаваемого воздуха. Когда нельзя допускать охлаждения оборудования, то в виде особого исключения разрешается проводить кратковременные (сроком 2—3 минуты) работы при более высоких температурах ( $50-60^{\circ}$ ). При этом рабочих снабжают теплой одеждой и скафандром, защищающим лицо от тепловых излучений. Такие работы проводят под непосредственным руководством и наблюдением администрации.

Большого внимания требуют работы, проводимые на высоте. Площадки, расположенные высоко от земли, ограждают перилами со сплошной зашивкой на 180—200 мм от пола, чтобы с них не мог упасть какой-либо инструмент. Такие площадки должны быть снабжены лестницей с перилами.

Для мелкого ремонта, смазки на высоте и обслуживания трансмиссий пользуются прочными переносными лестницами, имеющими внизу упоры (металлические штыри для деревянного и асфальтового пола и резиновые башмаки для бетонного пола), а вверх крючки с предохранительной сеткой или другие закрепляющие устройства (рис. 59 и 60).

Для осмотра и ремонта обмуровки варочных котлов и других емкостей пользуются веревочными лестницами (с обязательным применением спасательного пояса), которые необходимо периодически осматривать и испытывать, потому что пеньковые канаты не только изнашиваются, но и подвергаются смачиванию разрушающей их варочной кислотой.

Перед спуском людей в варочные котлы кислотные баки, цистерны и другие емкости, а также в колодцы, котлованы и в тоннели лестницы должны надежно закрепляться. Спускаться по веревочной лестнице рабочий должен в предохранительном поясе с лямками и привязанной к его петле прочной веревкой. Эту веревку держит наверху второй рабочий — дублер, наблюдающий за ходом работы, и отпускающий ее по мере надобности (рис. 61). В случае необходимости работающий может быть извлечен из аппарата при помощи этой же веревки.

Для предупреждения несчастных случаев при осмотрах валов и шкивов трансмиссий необходимо применять безопасные способы перевода ремня с рабочего на холостой шкив. Обычно на трансмиссиях устанавливают переводные вилки и другие механизмы. Они

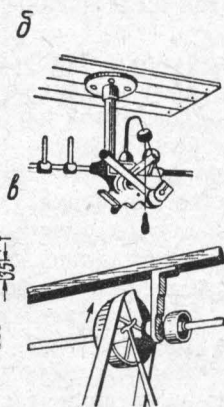
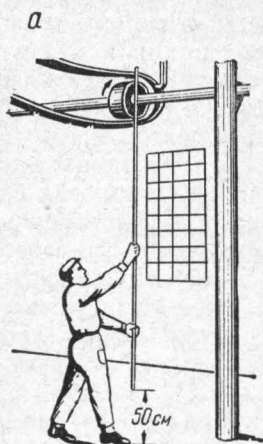
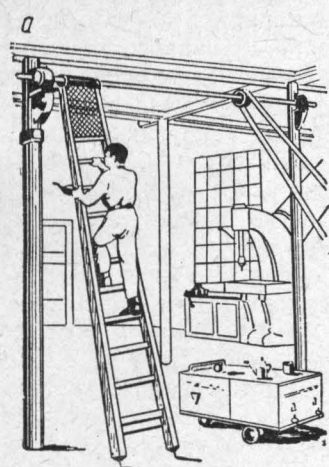


Рис. 59. Уход за трансмиссией:

*а* — смазка с использованием безопасной лестницы; *б* — конструкция башмаков безопасной лестницы

Рис. 60. Обслуживание трансмиссии:

*а* — ручная наводка; *б* — механизм перевода с холостого на рабочий шкив; *в* — механическая наводка

должны быть устроены так, чтобы случайный переход ремня с холостого шкива на рабочий был невозможен.

На рис. 60, *б* показан однотяговый механизм для перевода ремня. При протягивании канатика этого механизма перемещается переводная вилка. Для надевания и сбрасывания легких ремней шириной до 75 мм применяют переносную ручную наводку (штангу),

снабженную стальными пальцами (рис. 60, а). Ручку этой наводки делают из прочного дерева, без сучков. Она должна быть такой длины, чтобы нижний конец наводки поднимался над полом на высоту, не превышающую 50 см. Это необходимо для предотвращения травмирования груди или живота в случаях задевания наводки за вращающиеся шкивы.

Для более тяжелых ремней шириной свыше 75 мм применяют так называемую механическую наводку, имеющую планку со ско- сом (рис. 60, в). В настоящее время трансмиссии заменяют более безопасным индивидуальным приводом.

На высоте разрешается работать только одной рукой, а другой нужно держаться. На рис. 62 показано правильное за- болчивание фланцев с закрепле- нием одной из гаек специаль- ным приспособлением, что дает возможность работать одной ру- кой, а другой держаться за лестницу.

При работе на высоте ре- монтник должен иметь сумку для инструментов. Иногда ин- струмент привязывают к поясу шпагатом или веревкой.

Для временных работ на вы- соте не следует применять на- скоро сделанные помосты из случайного материала. Лучше пользоваться подставками, по- зволяющими устанавливать по- мосты с перилами на разной высоте (например, разборными металлическими помостами).

Ремонтника, работающего на высоте, в емкости, или колодце, снабжают предохранительным поясом с веревкой, подвязанной так, чтобы не допустить его падения на расстояние, превышающее 2 м. Пояса и веревки должны быть испытаны на разрыв и храниться в сухом складе.

Испытание спасательного пояса производится раз в полгода, в течение 5 минут испытательной нагрузкой 300 кг. Учитывая на- личие корродирующих газов (хлора, сернистого ангидрида), спа- сательный пояс тщательно осматривают.

При ремонтных работах часто требуется подъем различных агре- гатов и деталей. При этом должно уделяться большое внимание на- дежному креплению поднимаемого груза. В качестве примера на рис. 63 показана зачалка вала бумагоделательной машины тросом,

*СПУСКАЯСЬ В КОТЕЛ, НАДЕВАЙ ПРОТИВООГАЗ  
И СПАСАТЕЛЬНЫЙ ПОЯС*

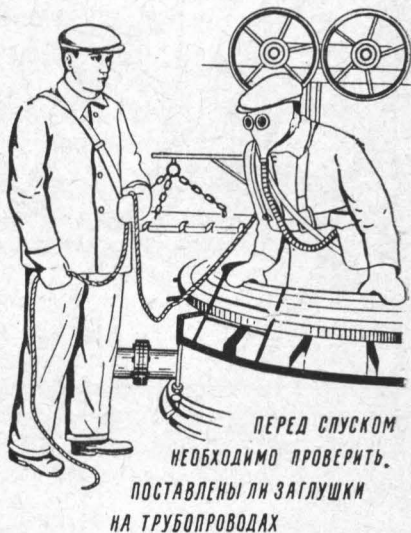


Рис. 61. Спуск в варочный котел для его ремонта



перемещение которого вдоль шейки вала ограничено заклиненным съемным хомутиком. Еще более удобны для зачалки стропа желобчатые канавки на цапфе вала. На широких и быстроходных бумаго- и картоноделательных машинах ремонтные работы проводятся с применением мостовых кранов.

Электро- газосварочные и другие ремонтные работы в огне- взрывоопасных цехах проводят только после удаления горючих веществ и по разрешению главного инженера предприятия.

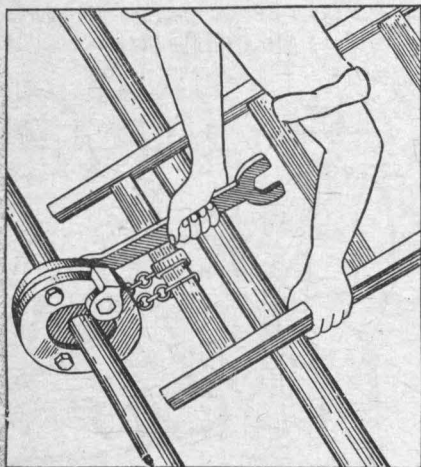


Рис. 62. Заболчивание фланцев на высоте

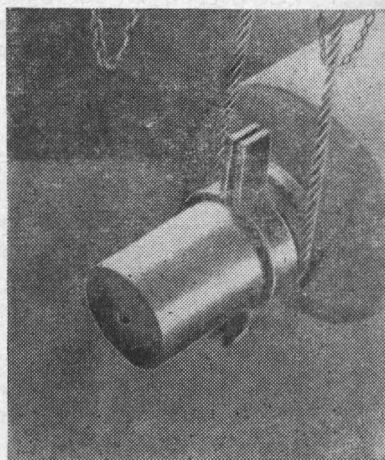


Рис. 63. Безопасная зачалка вала тросом

На инженерно-технических работников (начальников цехов, начальников участков, прорабов, мастеров) возлагается: проведение всех мероприятий, предусмотренных правилами безопасности; инструктирование о правилах поведения и условиях работы на ремонте; безопасная организация труда и точное соблюдение порядка и способа проведения работ. Руководитель ремонта должен не допускать к работе лиц, не прошедших инструктирования по технике безопасности и немедленно отстранять от работы лиц, нарушающих инструкцию по безопасности, накладывая на них соответствующие взыскания.

Для безопасной работы необходимо строгое выполнение всех правил техники безопасности, четкость и аккуратность в работе, соблюдение трудовой дисциплины.

Все сложные и опасные работы должны выполняться под руководством и наблюдением административно-технического персонала.

Безопасная организация труда приобретает особо важное значение при групповых и бригадных операциях. Все такие работы должны быть организованы с учетом всех мельчайших особенностей

данной операции с точки зрения техники безопасности. Кроме того, эти работы должны выполняться под усиленным надзором административно-технического персонала, а в ряде случаев и под непосредственным руководством начальника или руководителя работ. Если за рабочим нет технического наблюдения, то в затруднительном положении он может принять неправильное решение, способствующее тяжелым несчастным случаям.

Для безопасности работы очень важна правильная организация рабочего места. При этом существенную роль играет компоновка оборудования, обеспечивающая габариты рабочего места (проходы для рабочих, проезды для транспорта, места для ремонта).

Безопасная организация работ должна быть также предусмотрена при проводимых на целлюлозно-бумажных предприятиях реконструкциях.

### **Автоматизация производственных процессов как средство обеспечения их безопасности**

Для обеспечения безопасных условий труда в целлюлозно-бумажной промышленности необходимо в первую очередь всемерное повышение технического уровня производства, применение новых технических средств, новых методов и процессов. Автоматизация производственных процессов — одно из основных направлений развития новой техники, облегчающих условия труда при одновременном повышении его производительности.

Для автоматизации используются различные приборы и устройства. Средствами автоматизации можно осуществить: автоматическое регулирование, дистанционное управление, автоматическую защиту и блокировку, автоматический контроль и технологическую сигнализацию.

В зависимости от степени автоматизации операций, участков и процессов различают полную, комплексную и частичную автоматизацию производства.

Для вспомогательных технологических процессов (насосных и компрессорных станций, станций обработки свежей и сточной воды, цеха приготовления и подачи химикатов и др.), как правило, должна предусматриваться полная автоматизация при централизованном (в необходимых случаях телемеханическом) управлении и контроле.

Комплексная автоматизация должна осуществляться для следующих объектов:

1. Производство сульфитной целлюлозы: кислотный цех; варочный цех; цех регенерации тепла и сернистого ангидрида; промывной цех (при промывке целлюлозы на вакуум-фильтрах); очистной цех небеленой целлюлозы; отбелный цех; очистной цех беленой целлюлозы; сушильный цех, включая установку вентиляции и регенерации тепла; цех приготовления белильных растворов.

2. Производство сульфатной целлюлозы: варочный цех, включая регенерацию тепла; промывной цех; очистной цех небеленой

целлюлозы; цех горячего размола и сортирования целлюлозы высокого выхода; отбелный цех; очистной цех беленой целлюлозы; сушильный цех, включая установку вентиляции и регенерации тепла; выпарной цех; содорегенерационный цех; цех каустизации; цех регенерации известкового шлама; цех приготовления белильных растворов.

3. Производство древесной массы: дефибрерный цех, очистной цех.

4. Производство бумаги и картона: цех подготовки бумажной и картонной массы (размол в мельницах); зал бумагоделательных (картоноделательных) машин, включая установку вентиляции и регенерации тепла; цех приготовления химикатов; цех приготовления покровной массы для мелования бумаги или картона.

На всех действующих производствах при автоматизации отдельных цехов и отделений, кроме комплексной автоматизации, допускается частичная автоматизация отдельных агрегатов, цехов и отделений, а также дистанционное управление.

Автоматизация решает задачу механизации управления производственными процессами и, следовательно, является высшей ступенью механизации, так как ее средствами заменяется физический труд. Поэтому вопросам автоматизации производства уделяется большое внимание в Программе КПСС. В соответствии с решениями правительства проводятся большие работы по комплексной автоматизации основных технологических процессов на передовых целлюлозно-бумажных комбинатах.

Степень автоматизации должна быть доведена до такого уровня, при котором каждый из основных технологических процессов будет обслуживаться одним человеком в смену, а остальной персонал станет заниматься периодическим осмотром и ремонтом оборудования. Необходимым условием комплексной автоматизации является механизация вспомогательных операций, погрузочно-разгрузочных и других работ.

Устройства автоматического регулирования предназначены для поддержания (или изменения по определенным законам) заданного значения параметров, обуславливающих протекание технологического процесса без участия человека, что очень важно с точки зрения техники безопасности. Регулирование в тех случаях, когда регулируемая величина является функцией времени, называется программным. Примером программного регулирования является регулирование периодического процесса варки целлюлозы, осуществленное на Светогорском ЦБК по схеме автоматизации варочного котла с непрямым обогревом (см. рис. 64). Это освобождает варщиков от многих ручных операций, связанных с подачей пара и сдвухами.

Программный регулятор температуры  $I$  управляет вентилем на паропроводе так, чтобы выдержать заданный температурный график, определяемый профилем программного диска регулятора.

Импульс по температуре циркулирующего щелока на выходе из подогревателя поступает в регулятор температуры 1, который подает управляющий сигнал на исполнительный механизм 1, б так, чтобы увеличить или уменьшить расход пара в подогреватель для поддержания заданной температуры варки.

Для измерения количества щелока, перекачиваемого в варочный котел, предусмотрен расходомер. Обязательными элементами

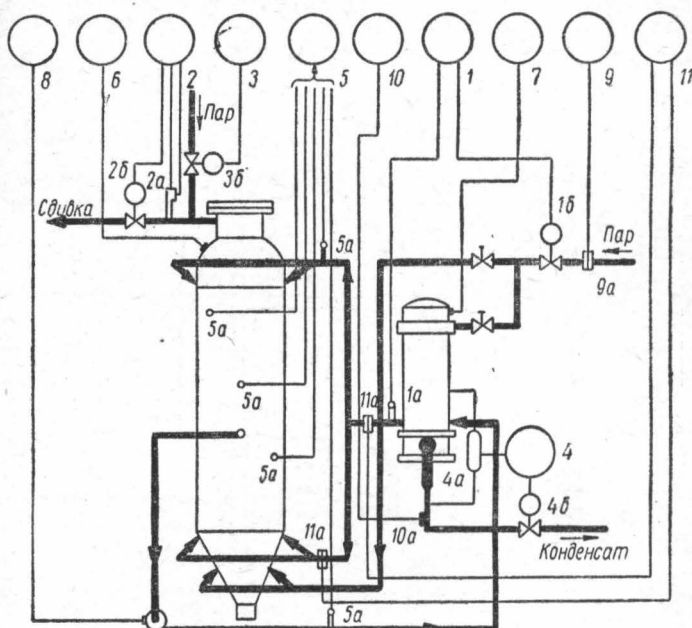


Рис. 64. Схема автоматизации варочного процесса для котла с непрямым обогревом:

а — измерительный элемент; б — исполнительный механизм; 1 — программный регулятор температуры; 2 — регулятор интенсивности терпентинных сдувок; 3 — регулятор периодической продувки паром; 4 — регулятор уровня конденсата; 5 — многоточечный термометр; 6 — самописец давления в котле; 7 — измеритель давления пара в подогревателе; 8 — указатель нагрузки электродвигателя циркуляционного насоса; 9 — самопишущий расходомер пара с интегратором; 10 — кондуктометрический измеритель чистоты конденсата; 11 — расходомер щелока

рассматриваемой схемы автоматизации варочного котла являются приборы 1, 2, 5, 6 и 7 (рис. 64), предусматривающие автоматический контроль температуры в различных зонах варочного пространства и давления в варочном котле и подогревателе.

Внедрение непрерывной варки целлюлозы делает процесс ее производства полностью непрерывным, что открывает широкую возможность для осуществления автоматического регулирования.

В зависимости от особенностей производственного процесса автоматически может регулироваться одна или несколько взаимо-



связанных величин. При этом регулирование выполняется по схеме связанного регулирования, когда воздействие на один из регулирующих органов осуществляется в зависимости от изменения нескольких величин.

Устройства дистанционного управления предназначаются для воздействия на регулирующие и запорные органы и на отдельные механизмы (насосы, вентиляторы, дымососы и т. п.).

В целлюлозно-бумажной промышленности применение устройств дистанционного управления связано с необходимостью облегчить условия труда, особенно при обслуживании арматуры трубопро-

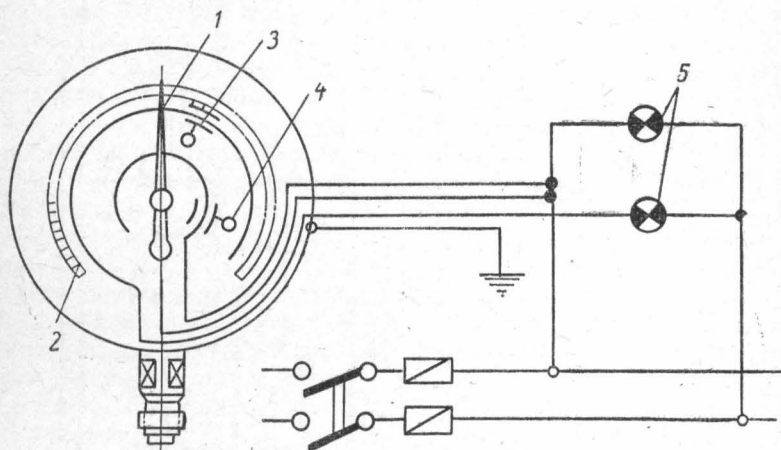


Рис. 65. Реле контроля давления ЭКМ:

1 — контакт стрелки; 2 — шкала; 3 — подвижной контакт минимального давления; 4 — подвижной контакт максимального давления; 5 — сигнальные лампы

водов большого диаметра и в тех производствах, где во избежание аварий необходимо одновременно быстро открыть и закрыть несколько запорных устройств, расположенных в различных местах.

Рассмотрим схему электропривода задвижки с муфтой предельного момента одностороннего действия, приведенную на рис. 66, которую можно считать универсальной для дистанционного управления задвижками.

Пуск электропривода в сторону открывания осуществляется кнопкой КО. При этом включается катушка пускателя открытия ПО, и задвижка начинает открываться. При достижении задвижкой верхнего положения срабатывает конечный выключатель открытия задвижки КВО, и электропривод задвижки отключается. Одновременно замкнувшийся нормально открытый контакт конечного выключателя КВО включает лампу, сигнализирующую об открытии задвижки ЛО.

Аналогично работает электропривод и при закрывании задвижки после включения кнопки закрытия КЗ. В случае чрезмерного пре-

*А* — автомат; *П* — предохранитель; *Д* — приводной электродвигатель; *ПО* — катушка пускателя открывания задвижки; *ПЗ* — катушка пускателя закрывания задвижки; *РТ* — тепловая защита; *КО* — кнопка открывания задвижки; *КЗ* — кнопка закрывания задвижки; *КС* — кнопка остановки задвижки; *КВЗ* — конечный выключатель закрывания задвижки; *КВО* — конечный выключатель открывания задвижки; *ВМЗ* — выключатель муфты предельного момента при закрывании задвижки; *ДВ* — дополнительный конечный выключатель; *ЛО* — сигнальная лампа открытия задвижки; *ЛЗ* — сигнальная лампа закрытия задвижки; *ЛМ* — сигнальная лампа муфты предельного момента; *ДС* — добавочное сопротивление

Главным в дистанционном управлении является то, что при его осуществлении рабочие места удаляют из опасных зон, что исключает возможность несчастных случаев, а также централизует контроль и управление.

1) механические, для передачи движения на неболь-

шие расстояния при помощи удлиненных рукояток, рычагов, тросов и цепей;

2) гидравлические, для передачи движения на значительные расстояния при помощи давления воды (масла);

3) электрические (имеющие ряд преимуществ перед другими устройствами);

4) пневматические, осуществляемые при помощи специальных панелей дистанционного управления, на которых смонтированы воздушный редуктор, манометр и кран-переключатель;

5) комбинированные системы установок дистанционного управления (электрохимические, электропневматические и электрогидравлические).

Подача пара и щелоков в варочные котлы или подогреватели для варки сульфатной целлюлозы производится при помощи длинных штоков, выведенных с средней на верхнюю площадку варочного отдела. Открытие вымывного устройства у диффузоров также производится сверху благодаря выводу штурвального тросика.

Открытие шиберов для выдувки сульфитной целлюлозы из варочного котла в сечу или для пуска массы из отбельных башен в бассейны выполняется зачастую путем пуска воды (масла) на цилиндр гидрозатора со среднего или верхнего этажей.

Электрические устройства дистанционного управления имеют следующие достоинства: не зависят от расстояния; отличаются быстротой включения и отключения при помощи обычных кнопок и рубильников.

Управление пневматическими устройствами осуществляется путем открытия крана-переключателя на воздушной линии от компрессора.

При централизованном управлении и контроле производственного процесса можно устанавливать основное оборудование на открытых площадках, а средства дистанционного управления и приборы автоматического регулирования и контроля — в небольших закрытых помещениях. Это облегчает монтажные работы, оздоравливает условия труда обслуживающего персонала и снижает стоимость строительства.

Не только при непрерывности производственного процесса, но и при его прерывности следует организовать для отдельных наиболее опасных операций посты дистанционного управления по типу вышеуказанных.

Устройства автоматической защиты предназначены или для прекращения производственного процесса при нарушении режима или для принятия других мер по устранению опасности.

Автоматические блокировочные устройства являются одним из видов защиты и делятся на две группы: запретно-разрешающие и аварийные. Первые служат для предотвращения неправильных включений и отключений механизмов и аппаратов; вторые — для автоматического последовательного отключения механизмов или

участков объекта. Блокировочные устройства применяют также в сосудах, работающих под давлением, чтобы обеспечить снижение давления перед открытием крышек аппаратов.

Блокировки на опасных участках необходимы не только при ручных операциях, но и при наличии автоматического управления.

Автоматический контроль применяют как для непрерывного наблюдения за технологическими процессами (оперативный контроль), так и для проведения последующего анализа работы (учетный контроль). Для этого пользуются контрольно-измерительными приборами регистрирующего и регулирующего типа. Контроль за ходом технологического процесса в ряде цехов целлюлозно-бумажной промышленности в основном заключается в измерении температуры, давления, плотности, количества и уровня жидких и сыпучих тел и в проверке их химического состава. Управление ходом технологического процесса часто сводится к управлению приводами машин, задвижками и вентилями на трубопроводах.

Для автоматического контроля используются главным образом автоматические регуляторы, измерительные элементы которых соединяются с показывающими и записывающими устройствами.

Примером может служить реле контроля давления ЭКМ, широко применяемое в целлюлозно-бумажной промышленности. Это реле, представляющее собой электроконтактный манометр, изображено на рис. 65.

Сигнализация или автоматическое регулирование в заданных пределах давления осуществляется с помощью двух электрических контактов, связанных с передвижными указателями и устанавливаемых на два заданных предельных значения давления. При достижении одного из установленных предельных значений давления подвижной контакт соприкасается с соответствующим контактом указателя, и электрическая цепь замыкается. При дальнейшем движении стрелки в том же направлении сработавший контакт остается замкнутым. В диапазоне между максимальным и минимальными контактами электрическая цепь разомкнута.

По технологическому потоку целлюлозно-бумажного производства приборами автоматического контроля могут служить:

- 1) искатели для обнаружения металлических предметов в балансе, применяемые в качестве противоаварийной защиты от поломки ножей рубительной машины и устанавливаемые на любом участке пути транспортирования балансов;

- 2) прибор для определения степени запыленности газа после сжигания колледана и прибор для определения прозрачности газа (примесь в виде серного ангидрида приводит к образованию тумана, уменьшающего прозрачность газа);

- 3) регулятор, воздействующий на работу вентилятора и постоянно разрежения в газоходе;

- 4) приборы автоматического контроля уровня массы в отбельных башнях;



5) регулирующие ротаметры для дозировки отбеливающих реагентов;

6) многоточечный прибор контроля количества волокна в сточных водах после промывки целлюлозы в вакуум-фильтрах;

7) регулятор интенсивности терпентинных сдувок при варке сульфатной целлюлозы;

8) указатель нагрузки электродвигателя циркуляционного насоса при варочном котле, снабженном подогревателем;

9) измеритель чистоты конденсата трубчатого подогревателя (предупреждающий о невозможности использования его в качестве питательной воды), измеритель и регулятор плотности щелока, сигнализирующие уровнемеры;

10) регуляторы веса  $1 \text{ м}^3$  бумажного полотна, приборы контроля разности скоростей движения отдельных секций, сигнализатор обрыва бумажного полотна, прибор контроля натяжения бумажного полотна, прибор автоматического контроля скорости и др.

Система технологической сигнализации состоит из трех видов сигнализации: контрольной, предупредительной и аварийной.

Контрольная сигнализация служит для автоматического извещения о работе и остановке отдельных механизмов, а также о положении запорных органов на коммуникациях.

Предупредительная сигнализация предназначена для автоматического извещения о возникновении опасных изменений в режиме, которые при дальнейшем их развитии могут привести к аварии, а также о появлении в атмосфере производственных помещений токсичных или взрывоопасных концентраций паров и газов.

Аварийная сигнализация служит для извещения об аварийном отключении оборудования. Устройства этой сигнализации обычно связаны непосредственно с системой защиты и блокировки.

Автоматизация в целлюлозно-бумажной промышленности за рубежом также непрерывно развивается. На шведском сульфатно-целлюлозном заводе Монтерос большинство производственных процессов автоматизировано. Так, в частности, подвозка древесины из недоступных мест в сборные пункты, учет ее кубатуры и сортирование сплавного баланса по каналам в зависимости от его качества осуществляются при помощи телевидения и автоматизированных систем.

При автоматизации производства функции рабочего сводятся к настройке оборудования и контролю за процессами. При этом рабочий может находиться на безопасном расстоянии от агрегатов. В условиях социалистического общества автоматизация производства способствует ликвидации существенного различия между умственным и физическим трудом, обеспечивает коренное улучшение, безопасность и безвредность условий работы, а также повышение ее производительности.

## Глава 7

### ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБОРУДОВАНИЯ

#### Оценка конструкции оборудования с точки зрения техники безопасности

Требования техники безопасности должны быть обязательно учтены при конструировании оборудования (аппаратов, машин, станков, а также трубопроводов для перемещения паров, газов и химических жидкостей). Каждый аппарат должен быть прочным, удобным и безопасным в обслуживании.

Непременным условием длительной и бесперебойной работы оборудования является его механическая надежность, которую характеризуют прочность, жесткость, устойчивость, долговечность, герметичность. Наиболее существенным требованием техники безопасности к оборудованию является его механическая прочность, под которой принято понимать способность материала, детали или конструкции сопротивляться разрушению под действием внешней нагрузки.

Под выносливостью металла подразумевают его свойство выдерживать, не разрушаясь, большое число повторных знакопеременных нагрузок.

Характеристикой механической прочности оборудования служит коэффициент запаса прочности ( $K_z$ ), который представляет собой отношение предельной (разрушающей) нагрузки или напряжения к допустимой (расчетной) нагрузке или напряжению:

$$K_z = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{[\sigma]},$$

где:

$\sigma_{\text{пред}}$  — предельное напряжение в  $\text{кг/см}^2$ ;  
 $\sigma$  — допускаемое напряжение в  $\text{кг/см}^2$ .

Коэффициенты запаса прочности устанавливают на основании опыта и экспериментальных данных с учетом условий работы, влияющих на прочность ответственной конструкции. Для сосудов, работающих под давлением,  $K_z = 3-3,5$ , а для автоклавов (реакторов)  $K_z = 5-6$ .

Безопасность работающих во многих случаях зависит от правильно выбранных коэффициентов запаса прочности. Особенно важен правильный расчет и проектирование оборудования, подвергаемого динамическим нагрузкам. Все детали и элементы механизма должны быть рассчитаны на максимальные усилия, возникающие в них в процессе работы, так чтобы в деталях не оставалось остаточных деформаций. Для этого при расчете деталей на прочность принимают соответствующие запасы прочности.

При расчете и конструировании оборудования необходимо всегда учитывать постоянные и временные нагрузки, а иногда и случайные нагрузки в зависимости от степени ответственности детали. Для учета случайных нагрузок вводят предохранительные устройства в виде слабых звеньев.

В ряде случаев нормы техники безопасности требуют увеличения коэффициента запаса прочности. Например, запас прочности в зависимости от режима работы составляет для канатов основных грузоподъемных устройств (кранов) 5—6 (легкий режим — 5, средний — 5,5, тяжелый и весьма тяжелый — 6); для тельфера — 5; для стропов при подъеме грузов и подвешивании их крюками, скобами, петлями, серьгами без обвязывания 6, с обвязыванием 12.

Техника безопасности требует должного запаса прочности от тех аппаратов, машин и установок, авария которых может вызвать несчастные случаи (паровые и варочные котлы, диффузоры, автоклавы, монтежу, центрифуги, выпарные и перегонные аппараты, сушильные цилиндры, подъемно-транспортные механизмы, абразивные круги и др.). Повышенные требования предъявляют не только к материалам, из которых изготовляют оборудование, но и к расчету отдельных его элементов, к общей прочности аппарата, машины и станка.

Техника безопасности требует повышенной точности исследования прочности материалов (например, применения рентгеноскопии для исследования сварных швов в аппаратах и машинах) с учетом нагрузок, хотя и не свойственных нормальной работе данного аппарата (машины, приспособления), но возможных на практике.

Для химических аппаратов и машин коэффициенты безопасности  $n$  могут быть выражены в виде произведения ряда частных коэффициентов:

$$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot \dots \cdot n_n,$$

где:

- $n_1$  — зависит от качества металла;
- $n_2$  — » » точности расчета;
- $n_3$  — » » характера сосуда (варочный котел или иной сосуд);
- $n_4$  — » » характера коррозии (внешняя или межкристаллитная);
- $n_5$  — » » давления;
- $n_6$  — » » температурных условий;

$n_7$  — » » степени опасности веществ, находящихся под давлением;

$n_8$  — » » условий службы аппарата и др.

Эти частные коэффициенты следует проверять на основе практических данных.

При расчете конструкций вместо общего коэффициента безопасности рекомендуется вводить составляющие его три независимых коэффициента: коэффициент перегрузки, учитывающий возможность превышения нагрузки над нормативной; коэффициент качества, учитывающий качество материалов по отношению к нормальному; коэффициент условий работы, учитывающий различные отклонения работы от нормальных.

В целях снижения веса и уменьшения расхода материала конструкцию делают не только прочной, но и равнопрочной, что особенно важно для изделий массового производства. Однако принцип равнопрочности сознательно нарушают, делая одну из легко заменяемых и дешевых деталей менее прочной, чтобы в случае перенапряжений сломалась эта менее прочная деталь, предохранив этим конструкцию от разрушения или поломки. Иными словами, для предотвращения разрушающего действия и распространения аварий устанавливают ослабленные части (звенья) в конструкциях оборудования.

Слабые звенья, устраняющие опасность при ее возникновении, устанавливают в электрических сетях в виде плавких предохранителей, разрывающих цепь тока при опасном повышении напряжения, а в машинах в виде предохранителей (предохранительных штифтов, шпилек, шпонок), работающих на срезывание при перегрузке машин и аппаратов.

Примером может служить предохранитель для штамповочных прессов, работающий на срез (рис. 67, а). Шестерня 1 соединяется с муфтой 2 предохранительными шпильками 3. Когда происходит перегрузка, шпильки срезаются и шестерня вращается вхолостую. Для пуска пресса необходимо заменить срезанные шпильки. Можно привести и другие примеры применения в технике слабых звеньев, предупреждающих аварии и несчастные случаи.

Для предохранения механизмов привода и ходовой части конвейера от поломок на приводной звездочке устанавливают предохранительный штифт (палец), который при повышении (на 25%) тягового усилия срезается и останавливает конвейер. При срезе штифта обычно прерывается цепь тока и раздается сигнал. Схема такого устройства представлена на рис. 67, б. На втулке закрепляется планка 1, а на звездочке — концевой выключатель 2. При срезе штифта планка, вращаясь вместе с втулкой, заденет рычаг концевого выключателя и цепь тока прервется.

Примером слабого звена может служить также взрывная мембрана, предохраняющая аппараты и трубопроводы от взрыва.

Для аппаратов и их деталей, подверженных сжимающим нагрузкам, критической может оказаться не прочность, а жесткость.



В этих случаях разрушение происходит из-за потери первоначальной формы (потери устойчивости).

Прочность тесно связана с такими важными требованиями, как долговечность и безопасность конструкции. Напряжения в деталях оборудования обязательно должны быть ниже допускаемых.

Долговечность, т. е. срок службы, наряду с прочностью и жесткостью является весьма существенным критерием для оценки качества оборудования. В целлюлозно-бумажной промышленности оборудование является уникальным, дорогостоящим и, как правило,

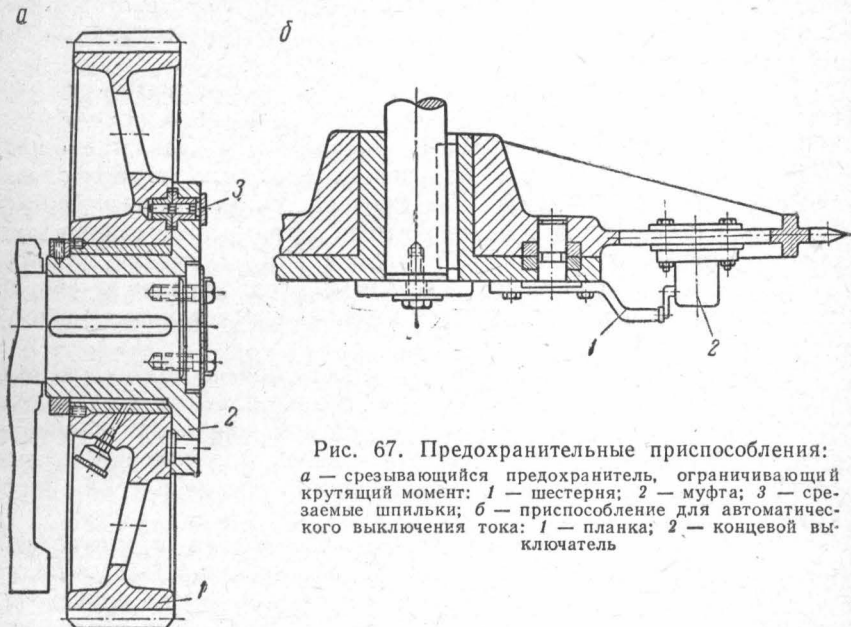


Рис. 67. Предохранительные приспособления:

*a* — срезывающийся предохранитель, ограничивающий крутящий момент: 1 — шестерня; 2 — муфта; 3 — срезаемые шпильки; *б* — приспособление для автоматического выключения тока: 1 — планка; 2 — концевой выключатель

эксплуатируется в течение нескольких десятилетий. Примером могут служить варочные котлы, бумагоделательные и картоноделательные машины, а также пресспаты. Различают расчетную и действительную долговечность. Расчетная долговечность оборудования — величина условная. Действительная долговечность оборудования определяется для большинства машин усталостью металла и эрозийным износом, а для химической аппаратуры — коррозией.

**К о р р о з и я** вызывает снижение механической прочности изделия и может служить одной из причин аварий, взрывов, поломок и разрушений оборудования и коммуникаций. Коррозия рассматривается как химический (электрохимический) процесс, вызываемый действием среды на металлическую поверхность, и как физико-механический процесс, характерным видом которого является так называемая ударная коррозия, имеющая место при эксплуатации оборудования ЦБП.

Большое внимание должно уделяться выбору такого материала для химической аппаратуры, который обладает высокой коррозионной стойкостью, т. е. способностью сопротивляться разрушающему воздействию агрессивной среды.

В целлюлозно-бумажной промышленности коррозия создает следующие основные опасности: уменьшает толщину стенок труб, а также аппаратов, что ведет к их разрыву; образует неплотности (свищи), являющиеся источником значительного загрязнения воздуха производственных помещений. В зависимости от характера разрушения материалов коррозия бывает следующих видов:

1) сплошная коррозия, при которой происходит равномерное разрушение поверхности аппарата или трубопровода;

2) местная (локальная) коррозия (точечная, или перфорирующая, неравномерная, полосчатая, язвенная, коррозия пятнами);

3) межкристаллитная коррозия (по границам кристаллов).

Межкристаллитная коррозия представляет наибольшую опасность для оборудования ЦБП в зонах сварных швов, выполненных электродуговым или газовым пламенем. Особенно опасна для варочных котлов. Для оборудования ЦБП наиболее характерными видами коррозии являются: атмосферная, почвенная, газовая, контактная, коррозия под действием блуждающих токов, подземная, электрохимическая.

Процесс окисления металла Ме кислородом, в результате которого образуются окислы, можно выразить уравнением  $Me + O \rightleftharpoons MeO$ . Дальнейшее окисление зависит от плотности образовавшегося окисла; наиболее плотными являются окислы хрома, вольфрама и кобальта.

Особенно быстро протекает коррозия в химическом оборудовании (в аппаратах, трубопроводах) под действием агрессивных сред. При повышении температуры и давления коррозия возрастает. Наиболее агрессивными химическими средами являются кислоты, способные создавать на поверхности металла окисные (пассивирующие) пленки. Если пленки не повреждены, они предохраняют металл от дальнейшего разъедания при обычной температуре. Сталь и чугун пассивируются слабо, так как возникшая окисная пленка реагирует с влажной средой и образует ржавчину.

При концентрациях ниже 55% серная кислота вызывает сильную коррозию стали и чугуна. При большой концентрации серная кислота обладает способностью поглощать влагу и, следовательно, препятствует гидратации окисной пленки. Поэтому при концентрации кислоты выше 80% эти металлы становятся устойчивыми против ее действия. Слабая серная кислота, не окисляя железо, входящее в состав черных металлов, вступает с ними в химическую реакцию. Поэтому разрушение этих металлов протекает особенно быстро.

Черные металлы устойчивы против щелочей вследствие образования на их поверхности гидратированных окислов железа, которые нерастворимы в щелоках. Однако при высоких концентрациях

щелочей происходит выщелачивание с поверхности металла сульфидов, силикатов и окислов, что способствует возникновению хрупкости металла. В частности, при значительной щелочности питательной воды в паровых котлах, а также при выпарке каустической соды в аппаратах может возникнуть межкристаллитная коррозия, называемая каустической хрупкостью. Последняя проявляется в виде трещин на элементах сочленений котлов и аппаратов.

Усиление агрессивного действия щелоков сульфатцеллюлозного производства обуславливается наличием в них не только едкого натра, но и сернистого натрия. Следует отметить агрессивное действие на оборудование ЦБП  $\text{SO}_2$ , глинозема, ядохимикатов, вводимых в массные потоки для борьбы с биологической слизью.

Опасность коррозии определяется главным образом быстротой ее распространения. Сернистый и серный ангидриды, а также хлор при растворении в воде образуют соответствующие кислоты, и коррозия ускоряется. Сероводород сильно ускоряет коррозию железа.

При определении скорости коррозии основным показателем является коррозионная проницаемость или глубина разрушения металла при равномерной коррозии.

Расчет коррозионной проницаемости производят по формуле

$$П = \frac{K \cdot 8,76}{\gamma},$$

где:

$П$  — проницаемость в мм/год;

$K$  — потери веса металла при равномерной коррозии в г/м<sup>2</sup>·час;

$\gamma$  — удельный вес металла в г/см<sup>3</sup>;

8,76 — коэффициент пересчета  $\left( \frac{24 \cdot 365}{1000} \right)$ .

Для обеспечения необходимой коррозионной стойкости и герметизации оборудования (трубопроводов) существенное значение имеет правильный подбор материалов, соответствующих режимам технологических процессов. Это особенно важно для аппаратов и трубопроводов, работающих под давлением в агрессивных, а также ядовитых средах. Применение неустойчивых против коррозии материалов приводит к быстрому их разрушению. Это является одной из основных причин выделения газов в помещения, образования течей, создания антисанитарных условий работы в цехах, а нередко и несчастных случаев (ожогов, травм, острых отравлений и т. п.).

При выборе материалов и стойких против коррозии покрытий предпочтение следует отдавать химически устойчивым металлическим конструкционным материалам, в частности высоколегированным сталям. Эти материалы отличаются сочетанием высокой механической прочности и антикоррозийных свойств. Исключение составляют аппараты, работающие при высоких температурах, где общепринятыми являются футеровки жароупорным кирпичом или

бетоном. Однако из-за высокой стоимости и дефицитности высоколегированных антикоррозийных материалов нередко приходится применять в качестве конструкционного материала простые, углеродистые некоррозиоустойчивые сплавы, защищая их от воздействия агрессивных сред покрытиями и футеровками. В качестве примеров можно привести аппараты и трубопроводы, работающие в условиях высоких температур (1200° и выше), которые выполняются из углеродистой стали с обмуровкой огнеупорными материалами (серные и колчеданные печи и газоходы к ним, вращающиеся известерегенерационные печи и пыльные камеры к ним).

При температурах порядка 100—300° и агрессивной среде (в условиях кислотных цехов) применяют футеровки кислотоупорным кирпичом на кислотоупорных замазках с изолирующим подслоем. Обращается особое внимание на герметичность корпуса аппаратов.

Коммуникации для скрубберной жидкости при температуре до 100° выполняются:

- 1) для напорных трубопроводов из высоколегированной кислотоупорной хромоникелемолибденотитановой стали марки Х17Н13М2Т;

- 2) для самотечных трубопроводов — из той же стали или фаолита.

В системе кислотных башен при температуре до 40—50° газопроводы для охлажденного сернистого газа выполняют из винипласта. Однако ввиду хрупкости винипласта для этой цели целесообразнее применять полиэтилен или текстолитизированный фаолит.

Для трубопроводов варочной кислоты и гидролизата щелоков для сдувочных линий варочных цехов сульфитно-целлюлозных заводов и производств сульфатной целлюлозы с предгидролизом применяют кислотоупорную сталь Х17Н13М2Т. В указанных производствах эту же сталь применяют и в качестве плакирующего слоя для биметаллических варочных котлов, выдувных и вымывных резервуаров, для емкостей башенной и варочной кислот и т. п.

Для варки сульфитной целлюлозы варочные котлы изготавливают также из углеродистой стали с обмуровкой кислотоупорными или термокислотоупорными плитками на кислотостойких замазках (андезитовых — при кальциевом и фурановых — при растворимых основаниях).

В отбельных цехах применяют:

- 1) металлические отбельные башни из углеродистой стали с защитой гуммированием (покрытие резиной), за исключением биметаллических башен облагораживания с плакирующим слоем из стали Х17Н13М2Т и башен отбелики двуокисью хлора, защищенных керамическими плитками на специальных замазках;

- 2) железобетонные башни с химзащитой штучными керамическими материалами;

- 3) трубопроводы и арматуру, в зависимости от агрессивности среды, выполненную из углеродистой стали с внутренним покрытием из резины (защита гуммированием), из нержавеющей сталей



марок X17H13M2T, X18H9T и OX17T (преимущественно в условиях водной и атмосферной коррозии).

Для особо агрессивных сред (например, для растворов двуокиси хлора) применяют аппаратуру с внутренним покрытием из листового титана. Все аппараты и трубопроводы, подвергаемые воздействию хлора, кислот и щелочей, должны быть изготовлены с широким применением нержавеющей стали для предупреждения коррозии внутренних поверхностей.

При производстве обычной сульфатной целлюлозы нержавеющей сталь марки X18H9T применяют для следующих трубопроводов: сдувочных линий; грязного конденсата выпарных цехов; дурнопахнущих серасодержащих газов и т. п.

Для защиты трубопроводов белого и зеленого щелоков применяют нержавеющие стали марки OX13 или OX17T. Для оборудования цехов каустизации (осветлителей, промывателей, каустизаторов, гасителей извести и др.) применяют защиту внутренних поверхностей из углеродистой стали монолитным бетоном. Если требуется повышенное качество окончатального продукта (например, растворимых целлюлоз без примесей солей железа), большая чистота поверхностей волокнистых материалов, соприкасающихся с водными суспензиями и циркулирующими в производстве водами (производство древесной массы, бумаг с примесью беленой целлюлозы и т. п.), уменьшение слизееобразования и защита против действия кислой среды, внутренние поверхности аппаратов, трубопроводов и фасонных частей покрывают следующими материалами:

1) нержавеющей сталью X18H9T, OX21H5T, OX117T, OX13 и других марок в зависимости от технологических процессов;

2) резиной (гуммированием);

3) кислотоупорными или глазурованными плитками на замазках соответствующего состава или на цементе в зависимости от среды.

При указанных выше случаях применяют трубопроводы, изготовленные из нержавеющей стали марок X18H9T, OX21H5T, OX17T, OX13 и т. п.

Для защиты этого оборудования против воздействия химикатов отбельных цехов и цехов разводки глинозема в зависимости от агрессивности применяют также полиэтилен, винипласт, кремнистый чугун, хлористый чугун и др.

Для защиты вентиляционных воздухопроводов во влажном режиме применяют оцинкованную сталь, алюминий, винипласт, в агрессивных средах — винипласт. Вентиляционные колпаки, работающие в агрессивных средах (над промывными вакуум-фильтрами, над сучколовителями до промывки целлюлозы) в настоящее время выполняют из стеклопласта, а в условиях водной коррозии — из алюминия.

В ряде случаев применяют противокоррозионное покрытие — асбовинил, полученное путем тщательного перемешивания лака этиноль (отход производства синтетического каучука) и асбестита. Асбовинилом можно покрывать любые емкости, предназначенные

для хранения кислоты, отстойники кислотных башен и даже стальные крылатки для эксгаустеров. Асбосвинилом промазывают асбест, применяемый для прокладок.

Кислотоупорный бетон, содержащий в своем составе 0,7—1 вес. часть жидкого стекла, 1 вес. часть пылевидного наполнителя, 1 вес. часть песка и 2 вес. части щебня, идет на изготовление кислотохранилищ, резервуаров, башен, газоходов.

В последнее время большое распространение получили биметаллические варочные котлы, стенки которых состоят из двух слоев: наружный — из черного металла, внутренний — из кислотостойкого металла.

Для защиты от коррозии металлические и бетонные конструкции, полы, стены и потолки зданий покрывают цементно-битумными растворами, кислотостойкими лаками (перхлорвиниловым, бакелитовым и др.) в несколько слоев, а также сланцевыми олифами и красками на их основе. Малоаметные трещины в кислотоупорной обмуровке варочных котлов и другие повреждения могут привести к аварии оборудования, поэтому за состоянием антикоррозионных покрытий должен быть установлен систематический контроль.

Пороки и дефекты материалов и деталей оборудования могут привести к авариям механизмов, аппаратов и коммуникаций.

Различают пороки: механические, физические, химические (коррозионные) и термические (трещины, раковины, инородные включения, структурные искажения, явления ползучести — крип, ликвационной рыхлости и др.).

Различают дефекты: заводские, возникшие при изготовлении детали (усадочные раковины, ликвация, флокены), и эксплуатационные, появившиеся в процессе эксплуатации (наклеп, коррозионные раковины, водородная коррозия, ползучесть — крип, хрупкость вследствие перегрева стальных деталей и последующего их охлаждения).

Указанные пороки следует тщательно выявлять с помощью методов дефектоскопии, ультразвуковых и электромагнитных методов, просвечивания рентгеновскими и  $\gamma$ -лучами, люминесцентных и цветных методов.

Применение ультразвуковых дефектоскопов основано на способности ультразвуковых колебаний отражаться от границы двух сред, образуемых неоднородностью материала (дефектами). Применяют два вида ультразвуковых дефектоскопов: импульсный и теневой. Схема ультразвукового импульсного дефектоскопа с приемом отраженного сигнала изображена на рис. 68.

От генератора 1 высокочастотные колебания передаются на излучающую пьезоэлектрическую пластинку 2 и далее на испытываемый материал 3. Колебания, отраженные от дефектной поверхности от противоположной грани изделия, попадают на приемную пластинку 4. Образованное на гранях пластинки, приемника переменное напряжение под воздействием отраженных импульсов усили-

вается в усилителе 5 и передается на пластинки осциллографической трубки 6.

Первоначально на экране возникает импульс 7, затем импульс 8, идущий от противоположной грани исследуемого материала. Между двумя сигналами можно видеть импульс, отраженный от дефектной поверхности. Глубину расположения дефекта и его размер определяют по расстоянию между импульсами.

В рентгеновских дефектоскопах используется энергия излучения в пределах 40—200 кэв для просвечивания деталей толщиной

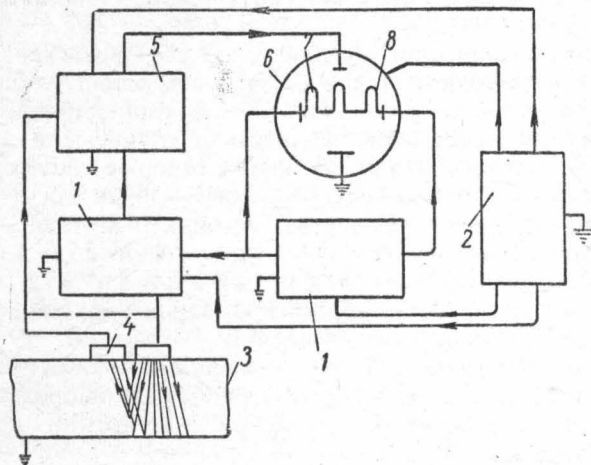


Рис. 68. Схема устройства ультразвукового импульсного дефектоскопа (с приемом отраженного сигнала):

1 — генераторы высокочастотных колебаний; 2 — пьезоэлектрическая пластинка; 3 — испытываемый материал; 4 — приемная пластинка; 5 — усилитель; 6 — осциллографическая трубка; 7 — начальный импульс; 8 — начальный импульс, идущий от противоположной грани

до 100 мм. Детали толщиной до 300 мм просвечиваются  $\gamma$ -излучением. Для гаммадефектоскопии применяют следующие изотопы: кобальт ( $\text{Co}^{60}$ ), европий ( $\text{Eu}^{152}$ ) и др.

Сварные соединения сосудов, работающих под давлением, просвечивают рентгеновскими или  $\gamma$ -лучами. На рис. 69 представлена схема установки для просвечивания сварного шва.

С помощью радиоактивного препарата 1, который испускает  $\gamma$ -лучи, просвечивают сварные швы 3. В кассету 4 вставлена фотопленка для получения изображения.

Поверхностные дефекты выявляют при помощи так называемых люминесцентных и цветных методов. Эти методы основаны на использовании способности некоторых жидкостей (например, трансформаторного или машинного масла) флуоресцировать под действием ультрафиолетовых лучей.

Люминесцентным методом обнаруживают поверхностные трещины размерами не менее 0,01 мм и глубиной до 0,002 мм.

Цветной метод заключается в нанесении на поверхность исследуемого изделия подкрашивающего вещества. После просушки на окрашенную поверхность наносят адсорбент — водный раствор каолина, окрашивающийся в углублениях, образованных трещинами. При этом выявляются размеры трещин и их границы.

Герметичность оборудования и коммуникаций имеет очень большое значение для безопасной работы. Большинство аппаратов должно быть герметичным. При недостаточной герметичности в аппаратуре, работающей при перепаде давлений, появляются утечки, что недопустимо не только по условиям санитарной безопасности, но и вследствие снижения производительности оборудования. Герметичность — важнейшее условие для сосудов, работающих под давлением, и агрегатов, обрабатывающих токсичные, едкие, огне- или взрывоопасные вещества.

Наиболее вероятными местами утечки являются соединения отдельных деталей аппаратов и коммуникаций. Поэтому для опасных веществ целесообразнее изготовлять не клепаные, а цельнотянутые или сварные аппараты (варочные котлы, баки, мерники, сосуды и т. п.), так как неплотности заклепочных швов часто служат источником загрязнения воздуха и причиной ожогов. На многих сульфатцеллюлозных предприятиях заклепки старых варочных котлов пришлось обваривать с помощью электросварки.

Утечка газов из аппаратов количественно характеризуется изменением давления в единицу времени. Степенью герметичности называют отношение конечного давления к начальному давлению, отнесенному к единице времени, выраженное в процентах. Потери герметичности при испытаниях аппаратуры определяются по формуле

$$n = \frac{P_1 - P_2}{P_1 \cdot \tau} 100,$$

где:

$P_1$  — начальное давление в *ати*;

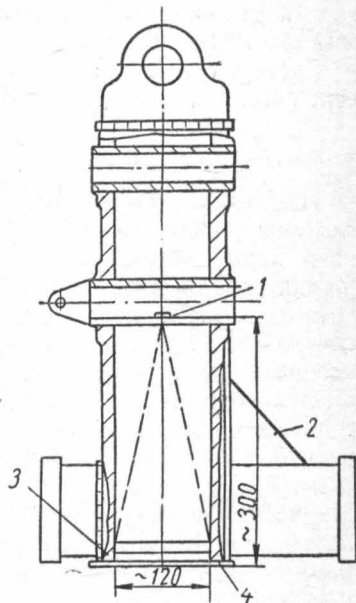


Рис. 69. Схема установки для просвечивания сложного сварного узла:

1 — радиоактивный препарат; 2 — деталь; 3 — сварной шов; 4 — кассета с пленкой



$P_2$  — конечное давление в *атм*;

$\tau$  — продолжительность испытания в часах.

Испытание оборудования и трубопроводов на герметичность проводят в течение 8—24 часов после гидравлического испытания на прочность. Обычно испытывают одновременно всю систему аппаратов с примыкающими к ним трубопроводами, насосами и контрольно-измерительными приборами. Испытание ведут воздухом или инертным газом при давлении, равном рабочему или превышающем его не более чем на 5%.

Система считается выдержавшей испытание, если падение давления за 1 час не превышает следующих значений:

Емкость в л . . . . .	1000	1000—3000	более 3000
Падение давления в % . . . . .	1	0,5	0,25

Испытание оборудования на герметичность проводится после каждого ремонта и внутреннего осмотра оборудования.

В неразъемных соединениях герметичность достигается путем сварки, пайки и развальцовки, а также с применением цемента, замазок и клеев. Герметичность разъемных соединений обычно осуществляется при помощи прокладочного материала (между прилегающими друг к другу поверхностями), уплотненного путем затяжки болтов. Назначение прокладки заключается в том, чтобы уплотнить зазор между привалочными поверхностями. Беспровалочные разъемные соединения с хорошо шлифованными, небольшими по площади поверхностями применяют при плоских, конических и сферических уплотнениях седел и клапанов вентилей, шаров клапанов и т. п. Для уплотнения используют легко деформируемые прокладочные материалы, обладающие достаточной упругостью: резину, асбест, паранит, картон, фибру, хлорвинил, алюминий и др. Для повышения механической прочности мягкие прокладки армируют медной сеткой или алюминиевой, медной, железной (стальной) обкладкой. С точки зрения безопасности большое значение придается хорошему фланцевому уплотнению крышек варочных котлов, диффузоров и других аппаратов. Чтобы мягкие прокладки не разрывались, не выдавливались из гладкого фланцевого соединения, на поверхности фланцев вытачивают риски, выступы или канавки и гребень, прочно удерживающие прокладки.

Плоские фланцы применяют только при низких давлениях, а для ядовитых и огневзрывоопасных продуктов делают фланцы аммиачного типа с выточками (рис. 70). Смазываемость прокладки уменьшают путем смазывания маслом, посыпкой графитом, тальком или проваркой в олифе.

Герметичность зависит от степени сжатия прокладки. Прокладки должны быть сжаты с такой силой, чтобы прокладочный материал, деформируясь, заполнил бы все неровности привалочных поверхностей, обусловленные микрогеометрией поверхности. Расчет уплотнения сводится к определению силы, которую нужно приложить, чтобы материал прокладки привести в пластичное состояние,

заполнить им неровности и противодействовать внутреннему давлению. Расчет фланцевого соединения обычно производят по формуле

$$Q = K \cdot p \frac{\pi D_{\text{ср}}^2}{4},$$

где:

$Q$  — общая нагрузка на болты фланцевого соединения в кг;

$K$  — коэффициент затягивания болтов, равный 2,5;

$p$  — внутреннее давление в аппарате в кг/см<sup>2</sup>;

$D_{\text{ср}}$  — средний диаметр прокладки в см.

При небольшой разности давлений внутри аппарата и снаружи герметичность достигается с помощью гидравлических затворов. Этот принцип используется, например, для перекрытия газоходов

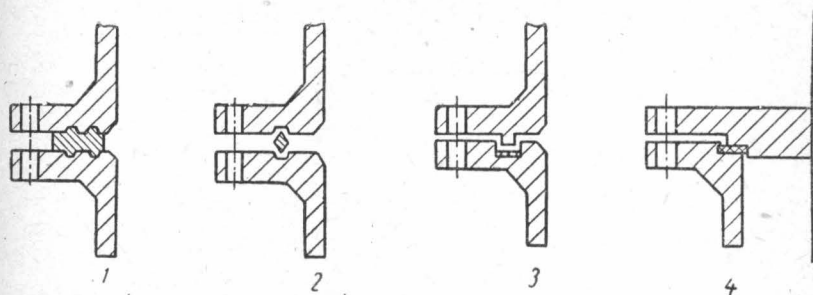


Рис. 70. Виды фланцевых соединений с канавками и выточками для прокладок: 1, 2 — плоские фланцы с канавками; 3, 4 — фланцы «аммиачного» типа с выточками

от эксгаустеров к кислотным башням сульфитно-целлюлозного производства и в электролизных ваннах.

Уплотнения движущихся деталей (валов, штоков) бывают лабиринтные, с постоянным малым зазором, сальниковые, манжетные и в виде колец. На рис. 71 изображены лабиринтное, манжетное и сальниковое уплотнения с противодавлением.

В лабиринтных уплотнениях потери напора достигаются многократным чередованием последовательно расположенных зазоров и расширительных камер. Такие уплотнения (рис. 71, а) применяют при больших скоростях вращения валов и высоких температурах уплотняемой среды. Сюда относятся поршневые кольца, уплотняющие поршни в цилиндрах насосов и двигателях внутреннего сгорания. Лабиринтные уплотнения применяют в газодувках, турбинах, печах и т. п.

Прижатие набивок, манжет, колец к уплотняемой поверхности происходит благодаря упругости самого материала давлению, создаваемому натяжными приспособлениями. Не менее важен правильный выбор и хорошее качество набивочных материалов для сальников. Набивочными материалами служат шнуры из пеньки, асбеста, бумаги, резины, хлорвинила, полиэтилена. Волокнистые

набивки пропитывают смазочными маслами, жирами, парафином и графитом. Чтобы повысить упругость и плотность прилегания, в набивку вводят свинцовую и медную проволоки или пластинки, а также шнуры из резины, полихлорвинила, нейлона. При температурах выше  $60^\circ$  применяют графитированные асбестовые набивки.

При высоких давлениях, небольших скоростях движения (около  $1 \text{ м/сек}$ ) и температурах до  $70^\circ$  используют уплотнения в виде ман-

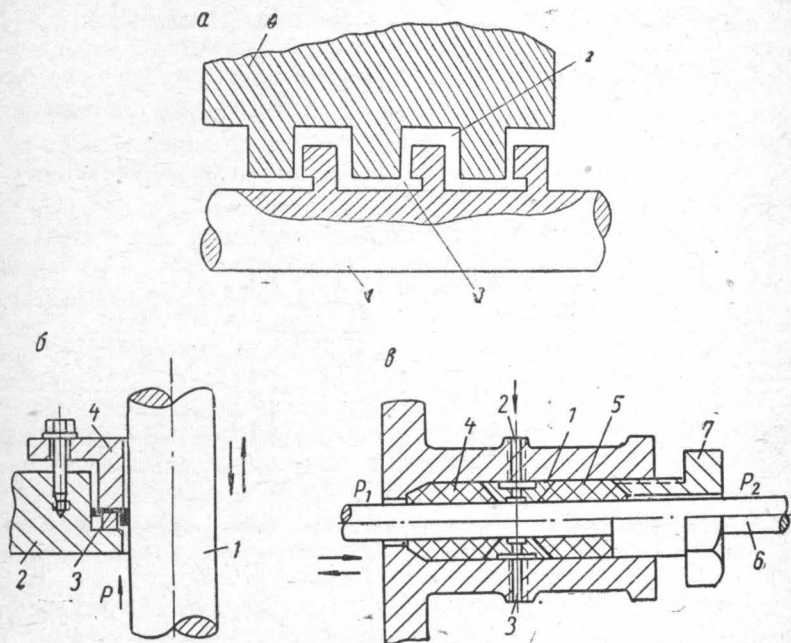


Рис. 71. Различные виды уплотнений:

*а* — схема лабиринтного уплотнения: 1 — вал с гребенкой; 2 — камера расширения; 3 — зазор; 4 — неподвижная гребенка; *б* — манжетное уплотнение: 1 — подвижной шток; 2 — корпус; 3 — уплотняющая манжета; 4 — прижимная шайба; *в* — сальниковое уплотнение с противодавлением: 1 — металлическое кольцо; 2 — отверстие для подачи уплотняющей жидкости; 3 — отверстие для слива уплотняющей жидкости; 4 — сальниковая набивка, уплотняющая рабочую среду; 5 — сальниковая набивка для уплотняющей жидкости; 6 — рабочий шток; 7 — прижимная гайка

жет и воротников. На рис. 71, *б* представлена конструкция манжетного уплотнения, применяемая для самоуплотнения плунжеров в гидравлических прессах, насосах и других аппаратах.

В местах уплотнения движущихся частей устраивают специальные камеры противодействия, в которые вводят под давлением, равным рабочему, инертный газ или жидкость. Используя в качестве такой жидкости смазочное масло, достигают противодействия и одновременно производят смазку трущихся поверхностей (рис. 71, *в*).

В целях создания герметичности движущиеся части в аппаратах и приборах (мембранные насосы, манометры) изолируют от рабочей

среды с помощью разделительных диафрагм (резины) или жидкости (масла, керосина). Не нарушая герметичности аппаратов, можно производить замер уровня жидкости и ее плотности бесконтактным методом. На рис. 72 показана принципиальная схема радиоактивного бесконтактного уровнемера.<sup>1</sup>

Испускаемые стабильным источником (Co<sup>60</sup>)  $\gamma$ -лучи просвечивают аппарат и поток их регистрируется счетной трубкой. Интенсивность лучей резко меняется в зависимости от плотности и толщины слоя находящихся на их пути веществ.

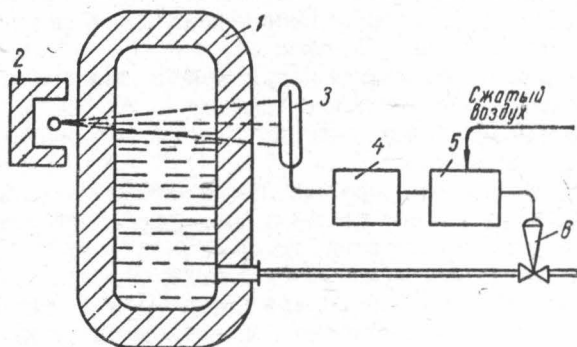


Рис. 72. Схема радиоактивного бесконтактного уровнемера с автоматическим управлением:

1 — герметично закрытый сосуд; 2 — контейнер с источником излучения; 3 — приемник-трубка Гейгера; 4 — электронный блок-усилитель; 5 — преобразователь электрических импульсов в пневматические; 6 — пневматический регулирующий клапан

Аппаратура высокого давления обычно лучше уплотнена, чем аппаратура, работающая при малом перепаде давлений или вовсе без давления. Это объясняется тем, что при конструировании аппаратов высокого давления предусматривают устройства для уплотнения, а при конструировании аппаратуры, работающей без давления, ее герметизации не уделяют должного внимания.

Непременным условием безопасной работы оборудования наравне с требованием механической надежности является его конструктивное совершенство: простота устройства; малые габариты и вес; технологичность конструкции; высокий коэффициент полезного действия; небольшая потребность в дорогих или дефицитных материалах при изготовлении.

При конструировании химической аппаратуры необходимо предусматривать герметичность установки, которая обеспечивается доведением до минимума числа фланцевых соединений. Трубопро-

<sup>1</sup> Н. В. Соловьев, П. И. Ермилов, Н. А. Стрельчук, Основы техники безопасности и противопожарной техники в химической промышленности, М., Госхимиздат, 1960, стр. 140.



воды для вредных газов и жидкостей должны быть цельнотянутыми и иметь лишь необходимое для монтажа и демонтажа число фланцев. Трубы, как правило, надо соединять путем сварки.

Химические аппараты следует рассчитывать на неполное использование их внутреннего объема. При спокойном состоянии жидкостей коэффициент использования объема не должен превышать 0,9, а при беспокойном (в открытых ссехах) он должен быть еще меньше. При конструировании химической аппаратуры необходимо предусматривать указатели уровня и переливные трубы.

При проектировании должна быть также предусмотрена возможность присоединения к оборудованию контрольно-измерительных приборов и регулирующих устройств.

При проектировании оборудования нужно стремиться к тому, чтобы ограждения оказывались органически связанными со всей конструкцией. Целесообразно, например, конструирование моторов с встроенными редукторами.

При конструировании оборудования должна быть использована возможность максимального удаления или перенесения в недоступную зону выступающих деталей, которые могут привести к травматизму. В этом случае также не требуются ограждения.

При конструировании машин-двигателей можно легко предусмотреть укрытие всех движущихся частей одним ограждением с выведением из-под него приспособлений для пуска, остановки, регулирования скорости и смазки двигателей.

Безопасность станков должна рассматриваться с точки зрения вынесения рабочих операций из опасной зоны. Примером может служить револьверная подача для прессов при использовании диска с гнездами, осуществляемая так, что укладка заготовок и выемка изделий производятся вне опасной зоны. При этом диск автоматически поворачивается, подавая заготовку в рабочую зону — под пресс.

Расчету подлежат не только механизмы, но и их части: трансмиссионные валы, шкивы, муфты, подшипники, кронштейны и др. На практике встречаются случаи разрыва чугунных шкивов, поэтому при конструировании необходимо делать проверочные расчеты каждого готового шкива перед его установкой или рассчитывать все шкивы (например, при увеличении числа оборотов трансмиссии одномоторных приводов бумагоделательных машин, пресспатов и т. п.).

При существующей тенденции к резкому увеличению скоростей бумаго- и картоноделательных машин материалы, идущие на их изготовление, должны иметь повышенную износоустойчивость и коррозионную стойкость. Повышение механической прочности должно осуществляться не за счет увеличения поперечных сечений деталей, а путем замены, например, чугуна сталью или пластмассами, одних сталей другими сталями с более высокими механическими свойствами. Так, замена чугунного литья стальными сварными конструкциями в сеточной части позволяет уменьшить ее вес и стоимость,

Кроме того, сварные конструкции очень легко облицовывать нержавеющей сталью.

При проектировании необходимо предусмотреть все дополнительные устройства, обеспечивающие безопасность оборудования. Оборудование должно быть защищено от любой случайности тем надежнее, чем ниже квалификация обслуживающего персонала и чем серьезнее могут оказаться последствия неправильного обслуживания.

Каждая конструкция должна отвечать требованиям государственных стандартов, инспекций (например, инспекций Госгортехнадзора) и ведомственных нормалей. Это относится не только к оборудованию, но и к зданиям и строительным конструкциям предприятий. Машины и аппараты сдают в эксплуатацию после приемки их представителями специальных инспекций. Через определенные промежутки времени, устанавливаемые для каждого типа оборудования, оно должно проходить повторную проверку в присутствии представителей инспекции.

Безопасность оборудования при обслуживании (аппаратов) связана с его общими эксплуатационными достоинствами: удобством, простотой и дешевизной эксплуатации, сборки, разборки и ремонта; легкостью замены изношенных частей; возможностью контроля и проведения испытаний; бесперебойностью в работе; бесшумностью; отсутствием вибраций во время работы; малочисленностью обслуживающего персонала; отсутствием возможности нечаянной поломки и удобством перевозки.

Усложнение оборудования будет оправдано, если оно гарантирует безопасность во время нормальной работы и при аварийных нарушениях режима. Для создания безопасных условий труда машина, аппарат, станок должны быть компактными, удобными для осмотра, смазки, разборки и наладки. Внешняя конфигурация оборудования должна обеспечивать свободный доступ к его отдельным частям.

Система управления оборудования должна быть простой. С этой целью применяют магнитные пускатели, обеспечивающие легкое, удобное и безотказное управление. Кнопки пуска и останова должны быть легко доступны с основного рабочего места, при нормальном положении тела рабочего, а при больших габаритах агрегата (бумаго-, картоноделательная машина, пресспат) и с других мест, где возможно его пребывание. Кнопки «стоп» должны быть хорошо заметны, для чего их делают большего размера, чем остальные кнопки, и маркируют. Кроме того, эти кнопки дублируют в тех местах, где часто находится рабочий.

Случайные соприкосновения с органами управления могут привести к несчастным случаям. Поэтому педали должны быть ограждены, а пусковые кнопки, рубильники и реостаты скрыты и установлены так, чтобы исключалась возможность пуска при случайных соприкосновениях. В этом отношении надежным средством является устройство электрозамка (рис. 73) к магнитному пускателю.

В цепи катушки магнитного пускателя за кнопкой «стоп» ставят дополнительные контакты на эбонитовой панели, которую крепят на внутренней стенке пускателя. В стенке кожуха и панели имеется прорезь для ключа. При поворачивании ключа на 90° контакты электрозамка замыкаются и электродвигатель включается пусковой кнопкой в ход. Прекращение питания ответственных агрегатов и установок может вызвать несчастные случаи. Поэтому при проектировании необходимо предусматривать резервные источники питания. Например, паровой котел должен быть оборудован не менее чем двумя раздельными источниками питания водой, а также освещением безопасности, помимо обычного.

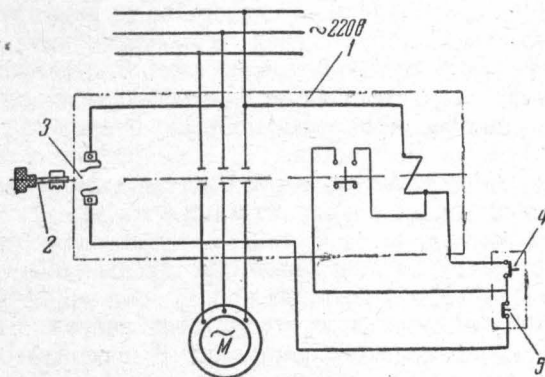


Рис. 73. Электрозамок к магнитному пускателю:  
1 — магнитный пускатель; 2 — ключ электрозамка; 3 — контакты электрозамка; 4 — пуск; 5 — стоп

Создание безопасных условий работы приводных валов, шкивов и передач часто осуществляют путем расположения их на уровне не ниже 2 м от пола. Все шкивы до пуска машин обязательно балансируют и прочно закрепляют на валу.

Безопасность обслуживания движущегося оборудования в значительной мере зависит от конструкции тормозного устройства, так как после выключения двигателя или соединительной муфты движущиеся части под действием сил инерции продолжают свое движение, что может вызвать несчастные случаи. Конструкция тормозных устройств должна быть надежной и по возможности простой. Управление тормозами целесообразно связывать с пусковым механизмом двигателя, машины или станка. В этом случае одновременно с выключением двигателя автоматически включается тормозное устройство.

### Планово-предупредительный и текущий ремонт оборудования как средство предупреждения несчастных случаев

В период эксплуатации безопасные конструкции оборудования изнашиваются и часто становятся опасными для обслуживающего персонала. Для предотвращения этого необходимо поддерживать

оборудование в исправном состоянии, что достигается систематическим проведением основного вида ремонтных работ — планово-предупредительного ремонта, обеспечивающего нормальную безопасную эксплуатацию оборудования.

Планово-предупредительный ремонт, выполняемый во время плановых простоев оборудования, имеет целью своевременным осмотром и заменой изношенных деталей и узлов предупредить возможность их поломки, обеспечить бесперебойную работу оборудования и не допустить его износа сверх определенного предела.

Техника безопасности предъявляет особые требования к планово-предупредительному ремонту наиболее ответственных объектов оборудования: варочным котлам, газоходам, кислото- и щелокопроводам, сушильным цилиндрам и грузоподъемным машинам. Планово-предупредительный ремонт проводят по определенному графику, не допускающему работу оборудования при износе свыше нормального. С точки зрения безопасности очень важно строго выдерживать этот график.

В периоды между планово-предупредительным ремонтом ведут ежедневный технический надзор за работой действующего оборудования. Неполадки в оборудовании устраняют мелким и средним ремонтами, имеющими в некоторых случаях более важное значение для обеспечения безопасности, чем планово-предупредительный ремонт.

Особенно важен своевременный ремонт станков, которые в процессе работы обычно требуют наладки и регулировки, а также аппаратов и коммуникаций, работающих с разъедающими материалами корродирующими средами (варочные котлы, газоходы, кислотопроводы и др.).

При осмотрах и ремонтах сульфитцеллюлозных варочных котлов (так называемых обработках), производимых после каждой варки, необходимо заменять прокладки у среднего штуцера, на сдувочных, кислотных и других линиях. Текущие ремонты варочных котлов следует проводить и для замены изношенных частей арматуры.

Своевременная замена изношенных частей является одним из условий, обеспечивающих здоровую и безопасную обстановку труда в целлюлозно-бумажном производстве. Для быстрого и качественного проведения ремонта необходима своевременная заготовка запасных частей и деталей.

С точки зрения техники безопасности большое значение имеет также капитально-восстановительный ремонт, при котором производится восстановление или замена изношенных аппаратов (машин) и крупных их узлов, перекладка печей, замена трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Капитальный ремонт проводят в разные сроки. Так, каждые 5—10 лет бумагоделательную машину останавливают на 15—30 дней для проведения капитального ремонта, который обычно совмещают с модернизацией машины, т. е. приближением ее к современному состоянию.



Во время капитального ремонта устанавливают новые приспособления и устройства для механизации и автоматизации трудоемких и опасных работ. После проведения капитального ремонта цеха, установки и особо важные агрегаты (машины) принимает специально назначаемая комиссия предприятия.

Широкое внедрение в производство планово-предупредительного и текущего ремонтов для борьбы с авариями оборудования разрешает вопрос о его безопасности.

Надзор за правильной эксплуатацией оборудования и ежедневный регулярный осмотр всех механизмов для своевременного проведения ремонта возлагается на механика цеха. На главных механиков предприятий возлагается организация службы ремонта, своевременное проведение его и контроль за правильной эксплуатацией оборудования.

### **Технический надзор для предупреждения несчастных случаев при эксплуатации агрегатов, работающих под давлением**

Помимо общего надзора за безопасностью оборудования, проводимого административно-техническим персоналом, специальные органы осуществляют так называемый технический надзор (см. гл. 2). Формами технического надзора являются испытания и освидетельствования, а также контроль за оборудованием во время его эксплуатации.

На целлюлозно-бумажных предприятиях надзор за агрегатами, работающими под давлением свыше 0,7 *ати* (паровыми котлами, включая котлы-утилизаторы, пароперегревателями, водяными экономайзерами, варочными котлами, диффузорами, подогревателями и теплообменными устройствами, автоклавами, воздухоборниками и другими сосудами), а также их техническое освидетельствование осуществляет Госгортехнадзор. Надзор за паровыми котлами и сосудами, работающими под давлением до 0,7 *ати*, а также их техническое освидетельствование осуществляет техническая администрация целлюлозно-бумажных предприятий.

Все сосуды, работающие под давлением, в зависимости от его величины, условно разделяются на пять групп: низкого давления—до 6  $\text{кг/см}^2$ , среднего — до 50  $\text{кг/см}^2$ , повышенного — до 100  $\text{кг/см}^2$ , высокого — до 1000  $\text{кг/см}^2$  и сверхвысокого — более 1000  $\text{кг/см}^2$ .

Основными причинами аварий сосудов, работающих под давлением, являются: неправильное изготовление этих сосудов; нарушение технологического режима и правил эксплуатации; неисправность арматуры и приборов; коррозионное разрушение. Аварии сосудов большей частью происходят в результате срыва болтов и крышек люков.

**Требования к арматуре сосудов.** Сосуды, работающие под давлением, должны быть снабжены запорными устройствами для отключения от трубопроводов, подводящих в сосуд, а также отводящих

из него пар, газ или жидкость. Кроме того, каждый сосуд должен иметь приспособление для удаления находящейся в нем среды, устройство для продувки и удаления конденсата, а также манометр, снабженный приспособлением для установки контрольного манометра.

При помощи трехходового крана ( $\varnothing$  фланца 38 мм, толщиной 6 мм) манометр должен отключаться от сосуда и соединяться с атмосферой. В зависимости от условий работы и свойства среды манометры должны иметь сифонные трубки, масляные буферы и другие устройства с гидравлическим затвором, предохраняющими манометры от непосредственного воздействия среды.

На сосудах с ядовитой или взрывоопасной средой вместо трехходового крана разрешается установка отдельного штуцера с запорным органом для присоединения второго манометра. На сосудах прерывного действия при наличии возможности проверить манометр со снятием его с сосуда установка трехходового крана или заменяющего его устройства не обязательна.

Манометры должны быть проверены и запломбированы местными органами Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР. Проверку и пломбирование проводят не реже одного раза в год, а также после ремонта. Кроме того, обслуживающий персонал должен проводить проверку рабочих манометров контрольным, а за отсутствием последнего (как исключение) проверенным рабочим манометром не реже одного раза в 6 месяцев с занесением данных проверки в журнал.

Манометры не допускаются к применению в следующих случаях:

- 1) отсутствует пломба;
- 2) просрочен срок проверки манометра;
- 3) стрелка манометра при его выключении не возвращается к упорному штифту или (при отсутствии штифта) отклоняется от нулевого показания шкалы на величину, превышающую половину допустимой погрешности для данного прибора;
- 4) разбито стекло или повреждены другие части манометра.

Манометр должен иметь шкалу, чтобы при рабочем давлении стрелка его находилась в средней трети шкалы. На циферблате манометра должна быть нанесена красная черта через деление шкалы, соответствующее разрешенному рабочему давлению. Взамен красной черты разрешается укреплять снаружи манометра металлическую пластинку, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Для сосудов с давлением до 22 *ати* следует выбирать манометры или мановакуумметры класса точности не ниже 2,5, а для котлов с давлением выше 22 *ати* — манометры класса точности не ниже 1,5.

При установке манометра циферблат должен находиться в вертикальной плоскости или с наклоном вперед до 30°. Номинальный диаметр корпусов манометров, устанавливаемых от уровня площадки наблюдения за манометром, должен быть: на высоте до 2 м не ме-

нее 100 мм; на высоте от 2—5 м — не менее 200 мм и на высоте более 5 м — не менее 250 мм.

Каждый манометр должен быть хорошо освещен, защищен от влияния лучистой теплоты и от замерзания. На линии, ведущей к манометру, запрещается производить подключение для отбора среды.

Сосуд должен быть снабжен предохранительным клапаном с кожухом или колпаком, исключающим возможность произвольного увеличения нагрузки клапана (при последовательном соединении нескольких сосудов разрешается устанавливать один клапан на всю группу сосудов). Число предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть выбраны так, чтобы в сосуде не могло образоваться давление, превышающее рабочее: для сосудов с давлением до 3 *ати* включительно — более чем на 0,5 *ати*, с давлением 3—60 *ати* — на 15%, с давлением свыше 60 *ати* — на 10%. Под рабочим давлением сосуда следует понимать максимальное разрешенное давление.

Допускается отклонение давления в сосуде не более чем на 25% рабочего для предохранительных клапанов, при условии, что это превышение давления предусмотрено проектом и отражено в паспорте сосуда.

Пропускная способность клапанов должна быть подтверждена расчетом. Для газов и паров пропускную способность клапанов определяют по формуле

$$G = 220 F \cdot p \sqrt{\frac{M}{T}} \text{ кг/час,}$$

где:

$G$  — пропускная способность в кг/час;

$F$  — рабочее сечение клапана в  $\text{см}^2$ , определяемое: для полноподъемных клапанов при  $h \geq 1/4 d$  по формуле  $F = 0,785 d^2$ ; для неполноподъемных клапанов при  $h \leq 1/2 d$  по формуле  $F = 2,22 d \cdot h$ ;

$d$  — внутренний диаметр седла в см;

$h$  — высота подъема клапана в см;

$p$  — абсолютное давление в кг/см<sup>2</sup>;

$T$  — абсолютная температура паров или газов в °К;

$M$  — молекулярный вес проходящих через клапан паров или газов.

Предохранительные клапаны устанавливают непосредственно на сосудах, а иногда и на трубопроводе или специальном отрезке. Между сосудом и клапаном не должно быть запорного органа. Каждый предохранительный клапан в целях проверки его исправности продувкой должен быть снабжен приспособлением для принудительного открытия во время работы сосуда.

Разрешается установка перед клапаном предохранительной пластины (при ядовитой среде). Разрыв пластины происходит при пре-

вышении давления на 25% от разрешенного рабочего. Пластина должна иметь заводское клеймо с указанием разрывающего ее давления или специальный шифр; допускается нанесение требуемых данных краской.

Паровые котлы в зависимости от величины давления условно разделяются на котлы: низкого давления — до 20 *ати*, среднего давления — до 60 *ати*, высокого давления — от 60 до 140 *ати*, сверхвысокого давления — выше 140 *ати*.

Повреждения паровых котлов, иногда приводящие к авариям и взрывам, связаны с возникновением трещин и последующим разрывом стенок, а также с образованием выпучин (отдулин), свищей, прогибов кипяtilьных и экранных труб и т. п.<sup>1</sup>

Взрывы паровых котлов часто сопровождаются не только частичным или полным выходом из строя котельных агрегатов, но и поражением обслуживающего персонала. В США за последние 40 лет произошел 14 281 взрыв паровых котлов, при этом 10 638 человек было убито, 17 085 ранено.

По данным Госгортехнадзора, обычно аварии паровых котлов происходили по следующим причинам: упуск воды из барабана котла; неудовлетворительный водный режим; износ элементов котельного агрегата; нарушение циркуляции; взрыв топочных газов; коррозия (особенно в котлах-утилизаторах и теплообменниках).

Наибольшее число аварий паровых котлов, экономайзеров и теплообменной аппаратуры было вызвано недостатком в них воды. Аварии происходят обычно на таких предприятиях, где имеются неисправности питательных линий и водоуказательных приборов. При недостатке воды происходит размягчение стенок топочной части котла вследствие нагрева металла выше критических температур.

Неудовлетворительный водный режим опасен для котла по следующим причинам:

1) накипь, образующаяся на стенках, имеет низкий коэффициент теплопроводности, способствует перегреву стенок и размягчению металла;

2) умягченная вода при значительной щелочности вызывает межкристаллитную коррозию, известную под названием каустической хрупкости (гл. 7);

3) в питательной воде часто содержатся кислород и углекислый газ, вызывающие электрохимическую коррозию с образованием на поверхности барабанов и труб окислов железа; при повышении температуры и давления в котле коррозия увеличивается.

Для устранения каустической хрупкости необходимо изменить режим питания котла либо химической обработкой воды, либо вве-

---

<sup>1</sup> Н. В. Соловьев, П. И. Ермилов, Н. А. Стрельчук, Основы техники безопасности и противопожарной техники в химической промышленности, М., Госхимиздат, 1960, стр. 205—206.



дением в воду пассиваторов (танина, нитрита натрия), образующих защитные пленки на поверхности металла.

Электрохимическую коррозию можно уменьшить путем удаления солей, кислорода и углекислого газа из питательной воды.

Коррозия, наблюдаемая в трубках пароперегревателей при нагреве металла выше  $450^{\circ}\text{C}$ , объясняется разложением воды на водород и кислород, в результате чего возникает межкристаллитная хрупкость (влияние водорода) и образуются окислы металла.

При нарушении «Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов» всегда возможны аварии. Правилами Госгортехнадзора предусмотрены все главнейшие профилактические меры по предупреждению аварий. В соответствии с этими правилами требуется обязательное устройство регуляторов температуры пара для предупреждения перегрева труб при нагреве выше  $400^{\circ}\text{C}$ . Паровые котлы паропроизводительностью больше  $2\text{ м}^3/\text{час}$  снабжают автоматическими регуляторами питания и сигнализаторами предельных уровней воды.

Сигнализатор уровня, основанный на электропроводности воды, работает примерно следующим образом. Электроды датчика включены в цепь катушки реле и вследствие электропроводности воды поддерживают эту цепь замкнутой (в данном случае горит зеленая лампа, свидетельствующая о нормальном уровне воды в котле). При снижении уровня воды в котле до отметки, расположенной ниже электродов датчика, цепь питания катушки реле разрывается. Зеленая лампа автоматически отключается, а включается красная лампа и сирена, что свидетельствует о снижении уровня воды в котле ниже допускаемого низшего уровня.

Электромагнитный сигнализатор уровня работает по следующему принципу. Электрический ток напряжением 6 в проходит через последовательно соединенные первичные обмотки датчика и компенсационной катушки, наводя в их вторичных обмотках некоторую э. д. с. При среднем уровне воды в котле поплавков будет находиться выше датчика и наводимая в его вторичной обмотке э. д. с. будет полностью компенсироваться э. д. с. компенсационной катушки.

При понижении уровня воды в котле до отметки допускаемого уровня поплавков войдет в зону расположения датчика. Величина ЭДС, наводимой на второй его обмотке, изменится. Вследствие этого равенство э. д. с. вторичных обмоток компенсационной катушки и датчика нарушится, а их разность, поданная через селеновый выпрямитель на гальванометр, вызывает замыкание его ртутного контакта, который включит сигнальную лампу и звонок.

Каждый паровой котел должен иметь следующую арматуру: предохранительные клапаны; запорные клапаны, или вентили; обратные клапаны на питательной линии; парозапорный вентиль, задвижку; спускной кран; взрывные клапаны на газоходах.

Каждый паровой котел производительностью более  $100\text{ кг}/\text{час}$  снабжают не менее чем двумя не зависящими друг от друга предо-

ранительными клапанами, сообщающимися с его паровым пространством.

На пароперегревателях предохранительный клапан (один или более) устанавливают со стороны перегретого пара. Если в пароперегревателе имеется несколько включенных секций, клапаны устанавливают на каждой секции или на общем сборном коллекторе. Предохранительные клапаны на пароперегревателе должны открываться при давлении, превышающем давление на выходе из пароперегревателя: у котлов с рабочим давлением до 13 *ати* — на 0,2 *ати*, выше 13 *ати* — на 2.

Предохранительные клапаны паровых котлов должны быть оборудованы приспособлением, предохраняющим персонал котельной от ожогов при срабатывании клапанов и проверке их действия, а также сигнальным устройством (сиреной или свистком), если выход пара из клапана не слышен с рабочего места машиниста (кочегара).

Для постоянного контроля уровня воды в котле устанавливают не менее двух водоуказательных приборов. В тех случаях, когда уровень воды в котле выше 6 м от площадки, с которой за ним ведут наблюдение, а также при плохой видимости водоуказательных приборов должны быть установлены два надежно действующих сниженных указателя уровня. Присоединение сниженных указателей уровня воды к барабану котла должно быть независимым от верхних водоуказательных приборов.

Водоуказательные приборы с цилиндрическими стеклами должны иметь оградительные приспособления, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала при разрыве стекла. Однако оградительные приспособления не должны затруднять наблюдение за уровнем воды.

На паровых котлах производительностью более 20 *т/час* устанавливают автоматические регуляторы питания, предназначенные для поддержания в них постоянного уровня воды. Воду в паровые котлы подают по двум питательным линиям.

Все элементы паровых котлов, не являющиеся поверхностью нагрева, но находящиеся в зоне действия высоких температур, надежно теплоизолируют. Температура наружной поверхности изоляции должна быть в пределах 35—45°.

Здания котельных при поверхности нагрева более 450 *м³* устраивают I и II степеней огнестойкости, а при меньшей поверхности нагрева — III степени огнестойкости. Котельные не должны иметь чердачных помещений. Пол перед фронтом котла должен быть не ниже уровня территории. Помещение котельной должно иметь не менее двух выходов наружу.

Коммуникации котельных также должны отвечать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», утвержденных Госгортехнадзором.

На паровые котлы должны быть заведены шнуровые книги, подлежащие регистрации. Без предварительной регистрации агрегата инспекция по котлонадзору не дает разрешения на его пуск

в работу. Шнуровая книга включает описание (паспорт) установки и ее краткий расчет, а также чертежи установки и помещения (план и разрезы), в котором она расположена.

На каждый сосуд, работающий под давлением, имеется паспорт с регистрационным номером. Паспорт содержит сведения о качестве изготовления сосуда, его чертежи с указанием основных размеров, расчет на прочность с приложением эскизов (стенок сосуда, горловин, крышек трубных решеток и фланцев), планы и разрезы установки, схему включения сосуда, а также сведения о его местонахождении и установленной арматуре, о замене и ремонте основных элементов сосуда, записи результатов освидетельствования с указанием лица, ответственного за безопасное действие сосуда.

Техническое освидетельствование имеет целью проверить, соблюдены ли правила эксплуатации, техническое состояние котла и других сосудов под давлением, исправность действия приборов и предохранительных приспособлений, установить мероприятия, обеспечивающие надежность работы и безопасность обслуживания установки.

Установлены следующие виды и сроки технических освидетельствований котлов и сосудов под давлением:

1) наружный осмотр во время работы агрегата — не реже одного раза в год;

2) внутренний осмотр — не реже одного раза в 3 года;

3) гидравлическое испытание с обязательным внутренним осмотром — не реже одного раза в 6 лет.

Испытание установки производят после каждого капитального ремонта и реконструкции, а также если агрегат перед пуском бездействовал больше года.

При наружном осмотре проверяют условия, в которых работает агрегат, и подготовку персонала, обслуживающего котел.

При внутреннем осмотре сосудов особое внимание обращают на состояние: поверхности (трещины, коррозия стенок, выпучины, раковины); сварных и заклепочных швов, футеровки.

При внутреннем осмотре сульфитцеллюлозных варочных котлов особое внимание обращается на их обмуровку. При внутреннем же осмотре сульфатцеллюлозных варочных котлов, диффузоров и вакуумвыпарных аппаратов особое внимание обращается на коррозию стенок.

Хотя в сушильных цилиндрах агрессивная среда отсутствует, состояние конденсатоудаляющих устройств необходимо систематически контролировать, так как известны случаи, что ковши для удаления конденсата срывались с болтов и значительно повреждали стенки цилиндров. Такой надзор особенно важен для сушильных цилиндров, не имеющих смотровых люков в крышках. При переходе на использование пара повышенных параметров надзор за безопасностью сушильных цилиндров должен быть усилен.

Гидравлическое испытание агрегатов под давлением производится при более высоком, чем рабочее, давлении воды, так как она

почти абсолютно несжимаема и передает давление равномерно на все части агрегата.

Во время гидравлических испытаний литых сосудов на заводе-изготовителе пробное давление в 1,5 раза больше рабочего, если сосуд работает при температуре ниже  $400^{\circ}\text{C}$ , и в 2 раза больше рабочего, при температуре выше  $400^{\circ}\text{C}$ .

При периодическом освидетельствовании сварных, литых и кованных сосудов гидравлическое испытание проводят пробным давлением в них согласно данным табл. 12.

Таблица 12

Давление в сосудах при гидравлических испытаниях

Наименование сосуда	Рабочее давление $P$ , в <i>ати</i>	Пробное давление при периодических испытаниях
Все сосуды, кроме литых	Ниже 5	$1,5 P$ , но не менее 2 <i>ати</i>
То же	5 и выше	$1,25 P$ , но не менее $P + 3$ <i>ати</i>
Литые сосуды	Независимо от давления	$1,25 P$ , но не менее 2 <i>ати</i>
Эмалированные сосуды	То же	Давление, указанное в паспорте, но не менее чем рабочее

Иногда разрешается заменять гидравлическое испытание пневматическим. Но этот вид испытания допускается только при условии положительных результатов тщательного внутреннего осмотра, проверки прочности сосуда расчетом и соблюдении мер предосторожности (манометры устанавливают в соседнем помещении, а людей удаляют в безопасные места).

При появлении слезок, потении или пропуске газа в сварных швах и стенках сосудов считается не выдержавшим испытание. Результаты освидетельствований записывают в паспорта сосудов с указанием сроков следующих освидетельствований. В табл. 13 приведены величины давления, при которых проводят гидравлические испытания паровых котлов.

Сосуд или котел должен находиться под пробным давлением не более 5 мин, а затем давление спускают до рабочего и агрегат подвергают осмотру.

Котел (пароперегреватель, экономайзер) признается выдержавшим гидравлическое испытание, если в нем не оказалось признаков разрыва; не замечается течи и остаточных деформаций после испытаний. Выход воды в виде мелкой пыли или капель через заклепочные швы или неплотности арматуры течью не считается, если это не мешает сохранению требуемого пробного давления.

Досрочные (внеочередные) гидравлические испытания агрегатов под давлением проводят после их ремонта и реконструкции,



## Давление в паровых котлах при гидравлических испытаниях

Испытуемый объект	Рабочее давление $P$ в <i>ати</i>	Давление при гидравлических испытаниях (пробное давление)
Паровой котел	До 5	1,5 $P^*$ , но не менее 2 <i>ати</i>
»	Свыше 5	1,25 $P$ , но не менее $P + 3$ <i>ати</i>
Пароперегреватель	Независимо от давления	1,5 $P$
Отключаемый экономайзер	То же	1,25 $P + 5$ <i>ати</i>
Водогрейный котел	»	1,25 $P$ , но не менее $P + 3$ <i>ати</i>

\* $P$  — рабочее давление в *ати*.

если перед пуском в работу они находились в бездействии более года, а при складской консервации свыше 3 лет.

Перед постановкой на рабочие места все вентили, задвижки, предохранительные и обратные клапаны проверяют путем гидравлической опрессовки независимо от того, новые они или уже были в ремонте. Гидравлическому давлению должны подвергаться и все штуцеры, патрубки и другие детали, предназначенные для работы под давлением.

Одновременно с гидравлическим испытанием, при котором в стенках сосуда создаются повышенные напряжения, необходимо измерять и остаточные деформации при помощи механических или электрических тензометров. Остаточная деформация не должна превышать 0,04% для сосудов, работающих под давлением до 300 *атм*, и 0,07% при давлении более 300 *атм*.

Техническое освидетельствование сосудов и паровых котлов проводят инженеры-контролеры (инспекторы) Госгортехнадзора в присутствии лица, ответственного за безопасность действия сосуда. Сосуды, работающие с опасными для здоровья газами и жидкостями, должны подвергаться испытанию на герметичность (гл. 7) под давлением, равным рабочему давлению сосуда.

Инженеры-инспекторы ведут также надзор за материалом агрегатов, работающих под давлением, с применением ультразвуковой и магнитной дефектоскопии для сварных соединений и механических испытаний вырезок образцов из стенок. По результатам испытания решается вопрос о возможности дальнейшей эксплуатации агрегата.

Результаты освидетельствования агрегатов под давлением как очередных, так и внеочередных инженер-контролер Госгортехнадзора записывает в шнуровую книгу или паспорт.

О каждой аварии в агрегате под давлением и несчастном случае, связанном с его обслуживанием, администрация предприятия обязана уведомлять инспекцию Госгортехнадзора и техническую инспекцию Совета профсоюза.

### Безопасность баллонов, бочек и цистерн для сжатых газов

В целлюлозно-бумажном производстве широкое распространение получило использование баллонов и цистерн, находящихся часто под большим давлением. При несоблюдении известных правил может произойти взрыв сосудов, влекущий за собой человеческие жертвы и пожары. Опасность газов очевидна не только с точки зрения техники безопасности и промышленной санитарии, но и в разрезе противопожарной техники.

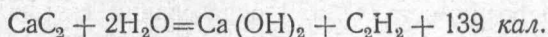
По степени пожарной опасности применяемые в целлюлозно-бумажном производстве газы следует подразделить на горючие (ацетилен, водород, окись углерода, генераторный газ) и негорючие газы- окислители (сжатый кислород, хлор).

Причинами взрывов баллонов являются удары (падение), особенно в условиях повышенного нагрева солнечными лучами или низких температур (минус 30—40°), а также переполнение баллонов сжиженными газами и неправильное использование баллонов.

В процессе эксплуатации баллонов причиной аварии может быть отсутствие четкой окраски и маркировки баллонов.

При длительном хранении возможны взрывы баллонов с агрессивными сжиженными газами вследствие разъедания коррозией внутренних стенок баллона под действием даже небольших количеств влаги.

Ацетилен получают, воздействуя водой на карбид кальция. Эта реакция экзотермична и сопровождается выделением большого количества тепла по уравнению



В целлюлозно-бумажной промышленности ацетилен применяют для газовой сварки.

Разложение ацетилена со взрывом (без смеси с воздухом или кислородом) может быть вызвано, например, повышением давления выше 2 ат в результате полимеризации ацетилена, сопровождающейся выделением тепла. Для предупреждения полимеризации при получении ацетилена в генераторах пользуются избытком воды.

Ацетилен соединяется с хлором при комнатной температуре и нормальном давлении с выделением большого количества тепла. Если при этом добавить незначительное количество воздуха, то последует сильный взрыв.

Гипохлорит натрия ( $\text{NaOCl}$ ) при действии на ацетилен также вызывает взрыв. Ацетилен легко электризуется, особенно при выходе из ацетиленового баллона через слегка открытый вентиль с образованием заряда до 6000 в.

Ацетилен имеет самый большой (из всех газов) промежуток взрыва. Нижний предел взрыва для воздушно-ацетиленовой смеси — около 2,3, верхний — 81, а для кислородно-ацетиленовой смеси — до 93%. Скорость распространения взрывной волны для смеси ацетилена с кислородом составляет 2900—3000 м/сек.

Температура самовоспламенения смесей ацетилена с воздухом и кислородом — 353—480° С.

Взрывчатый самораспад ацетилена вызывает чрезвычайно сильные разрушения строительных конструкций при пожаре или взрыве. Взрыву ацетилена способствует фосфористый водород. Чтобы избежать присутствия фосфористых водородов, ацетилен, получаемый в генераторах, пропускают через очистительную массу — гератоль. Ацетиленовые баллоны заполняют активированным углем и ацетоном — растворителем ацетилена. Это исключает опасность распространения взрыва и разложения всей массы ацетилена, так как в растворенном виде он распределяется на огромной поверхности.

Во избежание взрывов при эксплуатации ацетиленовых баллонов необходимо выпускать газ при плавно и полностью открытом вентиле, не допуская нагрева баллонов выше + 35° С. Баллоны необходимо защищать от действия солнечных лучей и предохранять от падения и ударов.

В о д о р о д, применяемый в целлюлозно-бумажной промышленности для атомно-водородной сварки (один из способов газозлектрической сварки), несколько менее опасен, чем ацетилен.

Скорость распространения взрывной волны смеси кислород — водород 2810 м/сек; температура самовоспламенения 410—600° С. Нижний предел взрыва смеси водорода и воздуха 4,15%, а верхний — 75%.

Водородные баллоны могут взрываться при загрязнении водорода кислородом (содержание кислорода более 1%) вследствие водородной коррозии металла или образования взрывчатых смесей во время кислородо-водородной сварки. Взрывы водородных баллонов могут происходить также в результате накопления в баллоне окалина при нагреве высокими температурами, при ударах и толчках при падении и т. п.

О к и с ь у г л е р о д а образуется при неправильном режиме в производственных топках, взрыве паров легковоспламеняющихся жидкостей в смеси с воздухом. Температура самовоспламенения окиси 700° и выше.

Скорость взрывной волны смеси  $\text{CO} + \text{O}_2$  равна 1264 м/сек. Нижний предел взрыва для этой смеси 16,7%, верхний 93,5%, а для смеси  $\text{CO} + \text{воздух}$  соответственно 12,8% и 75%.

Г е н е р а т о р н ы й г а з, применяемый, например, для варки жидкого стекла и получаемый обычно из древесины, содержит около 28% окиси углерода и 1% водорода. Температура самовоспламенения этого газа 700—820°; пределы взрыва 20,7% и 70%.

**К и с л о р о д** — негорючий газ, но он энергично поддерживает горение и поэтому широко используется для газовой сварки совместно с ацетиленом. В последние годы на целлюлозно-бумажных предприятиях стали строить собственные кислородные станции.

Статистика показывает, что число взрывов баллонов с кислородом больше, чем с ацетиленом. Взрывы кислородных баллонов могут произойти в следующих случаях:

1) в баллон или в его вентиль и редуктор попало какое-либо масло (растительное, животное, минеральное), самовозгорающееся в сжатом кислороде со взрывом;

2) в баллон попал какой-либо горючий газ (например, метан);

3) баллон нагрет свыше  $166,5^{\circ}$  (давление при этом выше предельного —  $225 \text{ ат}$ );

4) материал, из которого изготовлен баллон, имеет дефекты (хрупкость, слоистость, недостаточную вязкость и др.);

5) толщина стенок баллона уменьшилась (под влиянием длительной эксплуатации и окислительных процессов);

6) в металле баллона наблюдается перенапряжение и «усталость» вызванные многократными резко меняющимися нагрузками и колебаниями температуры;

7) в струе выходящего кислорода при быстром открывании вентиля происходит самовозгорание окалины;

8) баллон подвергся сильным ударам, толчкам и т. д.

Для предупреждения взрывов баллонов с кислородом необходимо:

1) не допускать ударов, толчков и падения баллонов, особенно при перевозках;

2) не допускать попадания на баллон масел, жиров и горючих жидкостей;

3) не допускать при работе с кислородными баллонами следов масел и жиров на спецодежде, руках и инструменте;

4) не допускать окрашивания наполненных баллонов или колпаков на них;

5) предохранять баллоны от нагрева и действия переменных температур;

6) открывать вентиль баллона плавно и медленно.

В целлюлозно-бумажном производстве широко применяется хлор. Будучи сильным окислителем, хлор соединяется непосредственно с многими химическими элементами и веществами при нормальной температуре и давлении. Эти реакции экзотермичны и сопровождаются выделением большого количества тепла, что приводит к самовозгоранию некоторых веществ в атмосфере хлора.

Ацетилен, водород, метан в смеси с хлором самовозгораются от солнечного света и света горящего магния, а в момент выделения хлора даже в темноте.

Калий, натрий, железо (вата), цинк, магний, алюминий (в виде проволоки) и другие металлы самовозгораются в хлоре, будучи немного нагретыми. При пуске хлора через нагретую часть хлоро-



провода (не остывшую после сварки) можно наблюдать разогрев этой части до красного каления.

Сера, сурьма, фосфор самовозгораются в атмосфере хлора, как и некоторые углеводороды.

Бумага, тряпки, вата, смоченные скипидаром, самовозгораются в хлоре, что объясняется наличием в скипидаре двойных связей

$$C_{10}H_{18} + 8Cl_2 \rightarrow 16HCl + 10C.$$

Все соли хлорноватистой кислоты, как и она сама, являются сильными окислителями. Образование хлорноватистой кислоты и кислорода при распаде хлорной извести на воздухе может привести к самовозгоранию деревянных бочек, в которых она хранится.

Сильными окислителями, разлагающимися при нагревании со взрывом, являются такие кислородные соединения хлора, как окись хлора ( $Cl_2O$ ), двуокись хлора ( $ClO_2$ ), бертолетова соль ( $KClO_3$ ), применяемые в целлюлозно-бумажном производстве для процессов отбеливания целлюлозы и очистки серной кислоты. Особенно опасны окись и двуокись хлора — они легко взрываются при соприкосновении с органическими соединениями и при повышении температуры. Следует отметить, что за последнее время двуокись хлора широко применяется для отбеливания целлюлозы.

При  $0^\circ C$  и давлении 760 мм 1 л газообразного хлора весит 3,214 г, т. е. почти в 2,5 раза тяжелее воздуха. Критическая температура хлора  $+144^\circ$ , критическое давление 76 ат. При  $-33,6^\circ$  хлор переходит в жидкость при нормальном давлении.

Жидкий хлор светло-желтого цвета, подвижен. Удельный вес жидкого хлора 1,427, т. е. он почти в 1,5 раза тяжелее воды. Один объем жидкого хлора дает 450,8 объема газообразного (из 1 кг получается 316 л).

Упругость паров жидкого хлора (при нормальных температурах) очень высока, так как температура его кипения  $-33,6^\circ$ . Хлор хранят в жидком состоянии в стальных баллонах или цистернах, иногда в бочках. Наполнение емкостей производится путем заливки жидкого хлора. Таким образом, рабочее давление в емкостях будет строго отвечать упругости пара хлора при данной температуре.

Емкость баллонов для хлора 10 и 24 л, бочек — 400 и 800 л, цистерн — 12,30 и 50 т. Допускается заполнение жидким хлором не более 0,8 объема баллонов, бочек и цистерн, так как при незначительном нагреве давление в емкости резко поднимается и может вызвать взрыв. Взрыв до отказа заполненной емкости (баллона или бочки) обуславливается тем, что жидкий хлор имеет большой коэффициент расширения. При нагреве до  $50^\circ$  может произойти разрыв до отказа заполненного баллона. При нормальном заполнении баллона (0,8 объема) взрыв возможен при температуре  $90^\circ$ .

Вентиль хлорного баллона отличается от вентиля баллонов для других газов тем, что в него ввертывают газовую трубку диаметром 6 мм, доходящую до дна баллона.

Способность хлора взаимодействовать с многими горючими веществами не допускает их совместного хранения.

Требования к хранению и перевозке сжатых, сжиженных и растворенных газов. Правильное использование баллонов возможно лишь при наличии остаточного давления газа. Это необходимо как для взятия пробы, проведения контрольных анализов перед наполнением баллона, так и для исключения возможности заполнения баллонов другим газом.

Для баллонов с кислородом, водородом, азотом, сжатым воздухом и инертными газами рабочим давлением является  $150 \text{ кг/см}^2$  (испытательное  $225 \text{ кг/см}^2$ ), для баллонов с ацетиленом, хлором и аммиаком —  $30 \text{ кг/см}^2$  (испытательное  $60 \text{ кг/см}^2$ ), а для сернистого ангидрида —  $6 \text{ кг/см}^2$  (испытательное  $12 \text{ кг/см}^2$ ).

Вентили у всех баллонов должны быть защищены металлическими колпаками. Для устойчивости в нижней части баллонов (емкостью свыше  $12 \text{ л}$ ) имеются стальные башмаки. Баллоны обычно окрашивают в отличительные цвета и снабжают соответствующими надписями (табл. 14).

Таблица 14

Маркировка баллонов

Наименование газа	Окраска баллонов	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	Без полос
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	»
Водород	Темно-зеленая	Водород	»	»
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	»
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	»
Нефтегаз	Серая	Нефтегаз	Красный	»
Сероводород	Белая	Сероводород	»	Красный
Сернистый ангидрид	Черная	Сернистый ангидрид	Белый	Желтый
Углекислота	»	Углекислота	Желтый	Без полос
Хлор	Защитная	—	—	Зеленый
Все другие горючие газы	Красная	Наименование газа	Белый	Без полос

Отбор газов из баллонов производится при помощи предназначенных для данного газа редукторов.

Освидетельствованию баллоны подвергают на том заводе, где их наполняют. Гидравлическое испытание длится 1 минуту, после чего баллоны (кроме ацетиленовых) испытывают не менее 2 минут при рабочем давлении, погружая их в ванну с водой.

Баллоны должны храниться в специальных помещениях или на открытом воздухе под навесом, защищенным от непосредственного воздействия солнечных лучей.

Баллоны с горючими газами можно хранить только с баллонами, содержащими инертные газы. Совместное хранение в одном поме-

щении с горючими газами баллонов с хлором или кислородом категорически воспрещается.

Складские помещения для хранения баллонов должны быть одностажными, с несгораемым покрытием легкого типа, без чердака; полы асфальтовые или дощатые по несгораемому основанию, ровные, без выбоин; окна и двери должны открываться наружу. Оконные стекла окрашивают белой краской во избежание действия солнечных лучей и местного перегрева. Температура в складах не должна превышать  $+ 25^{\circ}$ . Для обеспечения этой температуры в летнее время в складских помещениях желательно предусмотреть дренажную систему, которая может быть использована и в случае пожара. При отсутствии систем орошения в жаркое время крышу и полы поливают водой. Освещение складов с горючими газами такое же, как и для взрывоопасных помещений. Для складов с негорючими газами освещение обычное.

Склады оборудуют вентиляцией. Баллоны хранят преимущественно в вертикальном положении с установкой их в гнезда или клетки. При отсутствии башмаков на баллонах допускается хранение их в горизонтальном положении на специальных стеллажах, причем высота штабеля не должна превышать пяти рядов. Все баллоны должны быть обращены вентилями в одну сторону. Порожние баллоны можно хранить в горизонтальном положении на высоте не более 1,7 м (пять рядов).

В складах должны быть вывешены правила обращения с баллонами и плакаты о запрещении курения и применении огня.

Разрывы между складами баллонов и производственными зданиями или складами категорий А, Б и В (гл. 15 «Инженерно-технические противопожарные мероприятия») и жилыми зданиями во всех случаях должны быть не менее 25—50 м, в зависимости от числа баллонов.

На расстоянии 10 м вокруг склада баллонов воспрещается хранить горючие материалы или производить работы с открытым огнем (сварку, пайку, кузнечные работы). На этом расстоянии от склада должна быть снята вся растительность до минерального слоя.

Перевозка баллонов допускается на специальных тележках в закрепленном виде (рис. 74) и только с навинченными предохранительными колпаками и заглушками на боковых штуцерах. Для предотвращения ударов баллоны на автомашинах плотно закрепляются брусками с гнездами или снабжают толстыми резиновыми кольцами. Переноска баллонов допускается только в закрепленном виде на носилках.

Цистерны и бочки, в которых давление при температуре  $+ 50^{\circ}$  превышает  $1 \text{ кг/см}^2$ , должны эксплуатироваться в соответствии с правилами Госгортехнадзора. Цистерны бывают толстостенные, рассчитанные на давление до 30 атм и тонкостенные, рассчитанные на давление до 4 ат (с отдачей газа), применяемые для перевозки аммиака. Запас прочности (к пределу прочности) принимается для цилиндрической части не менее 4,5 и для днищ — не менее 3.

Наружные поверхности цистерн и бочек окрашивают в светлосерый цвет и наносят предупредительные надписи, а также отличительные полосы. На железнодорожных цистернах отличительные полосы наносят по всей длине цилиндрической части с обеих сторон. На бочках эти полосы наносят по всей окружности на расстоянии 200 мм от каждого днища. В наполненных цистернах и бочках обязательно должна оставаться газовая подушка. При температуре  $+ 50^{\circ}$  давление в цистернах и бочках не должно превышать расчетное.

Если нет уверенности в надежной работе предохранительного клапана (коррозия), перед ним устанавливают предохранительную

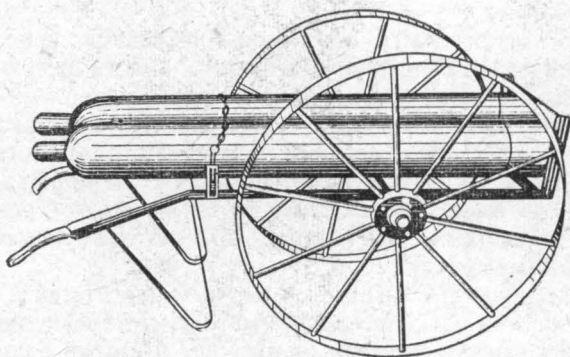


Рис. 74. Тележка для перевозки баллонов

пластину, разрывающуюся при повышении расчетного давления более чем на 25%. Всю арматуру во время передвижения цистерны закрывают защитным колпаком и пломбируют его.

Внутри цистерн помещают поперечные перегородки с отверстиями — волноломы, предназначенные для восприятия гидравлических ударов жидкости при толчках и резких изменениях скорости движения.

Для перевозки легковоспламеняющихся жидкостей применяют автоцистерны, оборудованные устройством для переднего выхлопа газов двигателя через искрогаситель, заземляющими цепочками и проводом для заземления (как при движении, так и при наливе и сливе жидкости). Цистерны снабжены дыхательными клапанами, средствами пожаротушения, а также приспособлениями для налива-слива и средствами огнетушения.

Кроме легковоспламеняющихся веществ, к опасным грузам относятся еще четыре их категории: взрывоопасные, едкие, ядовитые и радиоактивные. Основными условиями их безопасной перевозки являются: специальная упаковка; нахождение ограниченного количества опасного вещества в одном месте; предохранение от ударов, толчков, искр, нагревания и воздействия других веществ.



Опасные грузы перевозят в отдельных вагонах или автомашинах в сопровождении специально подготовленных лиц, снабженных средствами личной защиты и необходимыми приспособлениями для предупреждения и быстрой ликвидации аварий. Перевозка опасных веществ ручным багажом в различных видах пассажирского транспорта независимо от их количества категорически запрещается.

**Требования к складам хлора.** Хлор как в баллонах, так и в цистернах можно хранить только в отдельных помещениях из негорючих материалов, плохо проводящих тепло, или на складах земляночного типа.

Склад должен быть удален от производственных помещений на расстояние не менее 50 м, а от жилых и административных зданий — не менее 100 м.

Склады должны быть обеспечены выходами непосредственно наружу, причем в складских помещениях вместимостью более 50 т должно быть не менее двух выходов, расположенных в торцовых стенах здания. Двери и ворота, через которые в хранилище поступают цистерны с хлором, должны плотно закрываться (при помощи резиновой прокладки) и открываться наружу, а порог должен быть поднят на 1 м выше пола. Стены на ту же высоту рекомендуется тщательно просмолить или покрыть асфальтовым лаком для создания непроницаемости.

Окна должны располагаться в верхней части стен и снабжаться глухими ставнями. Стекла окон — матовые или покрашенные в белый цвет для защиты цистерн от нагрева прямыми солнечными лучами. По обеим сторонам входов в стене склада на уровне пола должны быть устроены отверстия, защищенные снаружи контрольными фонарями, чтобы можно было видеть все, что находится внутри склада. Полы внутри склада должны иметь уклон в сторону, противоположную воротам, к трапу аварийной канализации.

Над выходными дверями и над каждой цистерной устанавливают дренажную систему (от противопожарного водопровода), которая могла бы обильно орошать водой все помещения и растворять вытекший из емкостей хлор; при этом хлорную воду спускают в канализацию. Пусковые приспособления этой системы должны находиться вне склада.

Осветительная электропроводка должна быть герметичной. Освещение безопасности осуществляется 12-вольтовыми переносными лампами. Вентиляция на складе должна иметь регулируемую задвижку. Отопление устанавливают из расчета температуры в помещении  $+5^{\circ}$ .

На каждой цистерне, помимо обычного манометра, рекомендуется устанавливать контактный манометр, включающий сирену при подъеме давления выше 5 атм.

Хранение хлора в цистернах (рис. 75) представляет меньшую опасность, так как каждая из них имеет предохранительный клапан, рассчитанный на давление 15 атм (испытательное давление 30 атм), и, кроме того, теплоизоляцию из пробки толщиной 250 мм с защи-

той кожухом из листового железа. Контактный манометр, предохранительный клапан и теплоизоляция исключают перегрев цистерн и возможность повышения в них давления до опасного предела. Однако из этого нельзя сделать вывод, что без соблюдения соответствующих правил эксплуатация цистерн — безопасная операция.

Действие на цистерну повышенных температур сопровождается опасностью образования неплотностей в сальниках вентилей, фланцах, а при неисправных манометре и предохранительном клапане и опасностью взрыва. Поэтому основная профилактическая задача при хранении хлора в баллонах, бочках и цистернах заключается

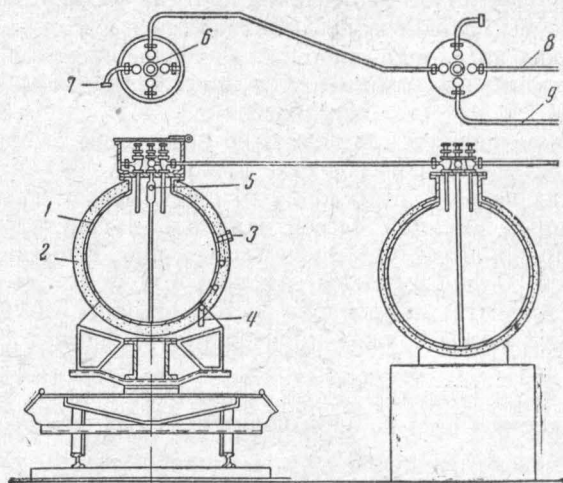


Рис. 75. Цистерны для сжиженных газов:  
1 — цистерна; 2 — изоляция; 3 — труба для нагрева; 4 —  
сток конденсата; 5 — шариковый клапан (для предохранения  
трубы от выхода газа и разрыва); 6 — предохранительный  
клапан; 7 — манометр; 8 — линия давления; 9 — жидко-  
стная линия

в недопущении их нагрева, так как упругость паров жидкого хлора с повышением температуры резко возрастает.

Хлоропровод, подающий хлор из цистерн в производство, должен иметь внутри склада компенсатор. Рекомендуется также пользоваться предохранителем, прекращающим выходом газа при разрыве хлоропровода. Хлоропровод должен быть расположен в плотно закрывающемся канале на эстакаде, соединяющей склад хлора с хлорным цехом.

Профилактическим мероприятием является также недопущение в эксплуатацию нагретых частей хлоропровода во избежание их разогрева, загорания эстакады и последующего разрыва хлоропровода. Воспрещается прием на объект хлорных цистерн без правильной четкой надписи и манометра, а также цистерн с неплотностями. Перед опорожнением цистерн колеса должны быть закреплены на рельсах специальными башмаками.

Ворота склада должны быть всегда закрыты. Вход в хлорный склад разрешается только по специальным пропускам.

К операциям присоединения железнодорожных цистерн к хлоропроводу, а также их разъединения (в случае работы с колес) и к сливу цистерн в емкости хлорного склада могут допускаться только лица, сдавшие техминимум, хорошо проинструктированные и снабженные соответствующей спецодеждой и противогазами.

Наружные осмотры газопровода между складом и зоной слива для проверки его исправности следует производить не реже одного раза в месяц.

Особенно тщательное наблюдение должно вестись за герметичностью арматуры, фланцевыми соединениями и фасонными частями всех хлоропроводов склада, хлорного и отбельного цехов. Для этого следует использовать аммиак, дающий белые пары в местах утечки хлора.

Во всех помещениях, где возможно выделение хлора (на складах, в хлорных и отбельных цехах) должны находиться в установленных местах ведра с антихлором—гипосульфитом натрия.

Наполненные пористой массой баллоны для ацетилена подвергаются не гидравлическому, а пневматическому испытанию азотом под давлением 30 *ати* путем погружения в воду на глубину не менее 1 м, предварительно проверив состояние пористой массы. Проверка пористой массы должна производиться, кроме того, не реже раза в год.

Для баллонов емкостью до 12 л включительно и свыше 55 л проверка емкости и веса не производится. Перед осмотром баллоны

Таблица 15

Вид и сроки освидетельствований баллонов, цистерн и бочек для газов

Сосуды	Вид технического освидетельствования	Периодичность освидетельствований в годах
Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов:	Осмотр наружной и внутренней поверхностей баллона	2
предназначенные для наполнения газами, вызывающими коррозию (хлор, сероводород, SO <sub>2</sub> ), а также промышленными сжатыми газами, применяемыми в качестве горючего вместо бензина (для автомобилей и т. п.)	Проверка веса и емкости	
для прочих газов	Гидравлическое испытание	
Цистерны и бочки для сжиженных газов:	То же	5
предназначенные для наполнения газами, вызывающими коррозию (хлор, H <sub>2</sub> S и др.)	Внутренний осмотр	2
для прочих газов	Гидравлическое испытание	
	То же	3

должны быть тщательно очищены и промыты водой, а в необходимых случаях промыты растворителями и дегазированы.

Освидетельствование бочек и цистерн производится путем наружного и внутреннего осмотра, проверки веса и емкости и гидравлического испытания так же, как и освидетельствование баллонов (табл. 15). Бочки и цистерны подлежат гидравлическому испытанию пробным давлением, превышающим рабочее в полтора раза.

На случай аварии хлорных баллонов (пропуск через вентили, невозможность закрыть их и т. д.) рекомендуется иметь ванну со щелочью, куда можно погрузить поврежденный баллон. Можно также использовать способ замораживания вентилей путем подачи на него струи воды.

### **Безопасность при эксплуатации подъемно-транспортных механизмов**

Подъемно-транспортные механизмы должны отвечать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Эти правила распространяются и на все грузозахватные приспособления (чалочные цепи и канаты, коромысла, траверсы) подвешиваемые к захватному органу грузоподъемной машины.

Скорость передвижения кранов, управляемых с пола, не должна превышать 50 м/мин, а их тележек — 30 м/мин. В узлах механизмов грузоподъемной машины, передающих крутящий момент, не допускается применение прессовых посадок деталей этих узлов без дополнительного крепления шпонками, шпильками, болтами и др. Все болтовые соединения, шпоночные и клиновые соединения машин надежно предохраняют от произвольного развинчивания или разъединения, а металлоконструкции от коррозии.

Передвижные и свободностоящие стреловые краны должны быть устойчивы при работе и в нерабочем состоянии. Коэффициент «грузовой» устойчивости, т. е. отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого весом крана с учетом всех дополнительных нагрузок (ветровой нагрузки, инерционных сил, возникающих при пуске или торможении механизмов подъема груза, поворота и передвижения крана), и влияние наибольшего допустимого при работе крана уклона к моменту, создаваемого рабочим грузом относительно того же ребра, должен быть не менее 1,15. Этот же коэффициент без учета дополнительных перегрузок и уклона пути не должен быть менее 1,4.

Повышенные требования предъявляются к выполнению сварочных работ, к которым допускаются только сварщики, выдержавшие испытания в соответствии с «Правилами испытания электро-сварщиков и газосварщиков», утвержденными Госгортехнадзором. Качество сварных соединений тщательно контролируют и испытывают. При этом производится остукивание швов молотком весом около 0,5 кг, внешний осмотр их при помощи лупы, механические испытания на растяжение и на изгиб, просвечивание стыковых сварных швов рентгеновскими лучами, гамма-лучами и др.



Канаты, не снабженные свидетельством об их испытании, к работе не допускаются.

Стальные проволоочные канаты, применяемые в качестве грузовых, стреловых, вантовых, несущих и тяговых, при проектировании и перед установкой на грузоподъемную машину должны быть проверены расчетом.

Расчет каната производится по следующей формуле:

$$\frac{P}{S} \geq n,$$

где:  $n$  — коэффициент запаса прочности;

$P$  — разрывное усилие каната в целом, применяемое по сертификату, а при проектировании — по данным Государственного стандарта, в кг;

$S$  — наибольшее натяжение ветви каната без учета динамических нагрузок в кг.

Коэффициент запаса прочности составляет: стальных канатов для грейферных кранов 5—6; грузовых и стреловых — 4,5—6; лебедок для подъема людей — 9 и т. д.

Расчет стальных чалочных канатов должен производиться по вышеприведенной формуле с учетом числа ветвей каната и угла наклона их к вертикали.

Стальные грузовые и чалочные канаты бракуют по числу оборванных проволок на одном шаге свивки каната.

Шаг свивки каната определяют следующим образом. На поверхности какой-либо пряди наносят метку, от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната, и делают вторую отметку. Расстояние между метками принимают за шаг свивки каната.

Канаты грузоподъемных машин, предназначенные для подъема людей, а также транспортировки кислоты, огнеопасных и ядовитых веществ, бракуют при вдвое меньшем числе обрывов проволок на одном шаге свивки.

При износе или коррозии, достигающих 40% и более первоначального диаметра проволок, канат бракуют. Степень износа или коррозии проволок по диаметру определяют при помощи микрометра. Если оборвана целая прядь, канат к дальнейшей работе не допускается.

Пеньковые и хлопчатобумажные канаты могут быть использованы только в качестве чалочных средств. Они должны быть снабжены биркой и отвечать требованиям ГОСТ.

Цепи, применяемые на грузоподъемных машинах, а также в качестве чалочных, должны иметь свидетельство завода-изготовителя об их испытании. При отсутствии подобного свидетельства на предприятии необходимо произвести испытание образца цепи.

Коэффициент запаса прочности грузовых пластинчатых цепей, применяемых в грузоподъемных машинах, по отношению к разрушающей нагрузке должен быть не менее 5.

Коэффициент запаса прочности сварных грузовых и чалочных цепей по отношению к разрушающей нагрузке, в зависимости от типа и назначения, а также вида привода (ручной или механический) составляет 3—8.

Крепление цепей к деталям грузоподъемной машины производится с помощью специальных концевых звеньев. Максимальный износ звена сварной цепи допускается не более 10% от ее первоначального диаметра.

Сращивание цепей производится путем сварки новых вставленных звеньев или при помощи специальных соединительных звеньев. После вставки новых звеньев цепь обязательно испытывают.

Грузоподъемные машины с электроприводом снабжают концевыми выключателями для автоматической остановки:

а) механизма подъема грузозахватного органа перед подходом к упору;

б) механизма передвижения машины или ее тележки, если скорость их передвижения перед подходом к упорам может превышать 30 м/мин;

в) механизма передвижения при подходе одного крана мостового типа или передвижного консольного крана к другому.

После остановки концевым выключателем механизма должна быть обеспечена возможность пуска его в обратном направлении. Концевой выключатель механизма подъема останавливает грузозахватный орган без груза на расстоянии не менее четырехкратного пути торможения; у электроталей на расстоянии не менее 50 мм до верхнего упора, у всех других грузоподъемных машин — на расстоянии 200 мм.

Концевой выключатель механизма передвижения устанавливают так, чтобы отключение двигателя проходило на расстоянии до упора, равном не менее половины пути торможения механизма.

При установке ограничителей хода на механизме передвижения для предупреждения столкновения двух грузоподъемных машин, работающих на одном пути, указанное выше расстояние может быть уменьшено до 0,5 м.

**Освидетельствование и испытание подъемно-транспортных механизмов.** Техническому освидетельствованию инспекции Госгортехнадзора подлежат:

1) краны, управляемые из кабин, кабель-краны, порталные или козловые краны и т. п.;

2) грузовые электрические тележки и тали, передвигаемые по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления;

3) лебедки и тельферы стационарного типа, предназначенные для подъема и спуска людей.

Техническое освидетельствование управляемых с пола кранов, кабель-кранов с неподвижными опорами, кранов с ручным приводом, поворотных стационарных кранов (не подлежащих освидетельствованию инспекции Госгортехнадзора) возложено на техническую администрацию предприятия, в ведении которой они находятся.

Для каждого механизма ведут шнуровую книгу, в которой записывают результаты освидетельствований.

Каждый подъемный механизм, а также грузозахватные вспомогательные приспособления ежегодно подвергают освидетельствованию и испытанию. Кроме того, испытания проводят после капитального ремонта, переустройства частей механизмов, а также смены механизма подъема, крюка, канатов.

В процессе технического освидетельствования грузоподъемной машины внимательно осматривают и проверяют в работе ее механизмы, электрооборудование, приборы безопасности, тормоза, аппараты управления, освещение и сигнализацию. При этом проверяют состояние металлоконструкций, лестниц, площадок, ограждений, а также состояние крюка, канатов, подкрановых путей, заземлений и др.

Для проверки исправности действия и прочности подъемного механизма и приспособлений к нему проводят испытания: сначала статические, а затем динамические.

При статическом испытании стреловых кранов проверяют также грузовую устойчивость. Статическое испытание при первичном техническом освидетельствовании, а также внеочередном производится нагрузкой, на 25% превышающей грузоподъемность машины. При периодическом техническом освидетельствовании — на 10%.

Статическое испытание кранов проводят следующим образом.

При испытании кранов мостового типа, а также подвижных консольных кранов, испытываемый кран устанавливают над опорами подкрановых путей, а его тележку в положение, отвечающее наибольшему прогибу. Крюком или заменяющим его устройством захватывают груз и поднимают его на высоту 100 мм (приблизительно) с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 минут. По истечении 10 минут груз опускают и проверяют отсутствие остаточной деформации фермы крана.

У кранов мостового типа с консолями отсутствие остаточной деформации проверяют при установке тележки как между опорами крана, так и на консолях. Механизмы для подъема людей, а также опасных грузов (сжатых и сжиженных газов, взрывоопасных и ядовитых веществ) подвергают статическому испытанию грузом, который вдвое превышает предельную рабочую нагрузку. При статическом испытании проверяют прочность всего механизма и его отдельных элементов. В случае удовлетворительных результатов приступают к динамическому испытанию.

Динамическое испытание заключается в повторных подъемах и опусканиях груза, превышающего предельный рабочий на 10%. При этом испытывают и все имеющиеся на механизме предохранительные устройства и тормоза. Испытание сопровождается тщательным осмотром всех частей подъемного механизма и особенно канатов. При этом тормоза, ограничители, ловители и все детали подъемного механизма должны работать безотказно.

Чалочные цепи испытывают ежегодно пробной нагрузкой, вдвое превышающей допустимую рабочую. При этом в течение 10 минут не должно происходить разрывов или заметного местного удлинения или вытяжки отдельных звеньев цепей.

Ни один самый простой подъемный механизм нельзя допускать к работе без предварительного испытания. Результаты испытаний заносят в паспорт грузоподъемной машины.

Винтовые ручные домкраты испытанию повышенной нагрузкой не подвергают. Их ежегодно осматривают, и если винтовая нарезка износилась на 20%, домкрат признают негодным к дальнейшей работе.

Техническое освидетельствование грузоподъемных машин обычно производит инженер-контролер Госгортехнадзора в присутствии представителя технической администрации, осуществляющего надзор за грузоподъемными машинами на предприятии, и лица, ответственного за их исправное состояние и безопасное действие.

Инженер-контролер записывает в паспорт грузоподъемной машины разрешение на работу машины и дату следующего освидетельствования. Все прочие вспомогательные грузоподъемные приспособления (траверсы и другие съемные вспомогательные приспособления), а также тара для транспортировки грузов (ковши, контейнеры, бабьи) после изготовления подлежат техническому освидетельствованию на заводе-изготовителе и после ремонта. Траверсы, клещи и другие вспомогательные приспособления должны испытываться нагрузкой, на 25% превышающей их номинальную грузоподъемность.

Тару при технических освидетельствованиях подвергают тщательному осмотру. Испытание тары грузом не обязательно.

В табл. 16 приведены нормы и сроки периодических испытаний грузоподъемных машин и вспомогательных приспособлений.

Таблица 16

Нормы периодических испытаний грузоподъемных машин и вспомогательных приспособлений при периодичности испытания по истечении 1 года

Механизмы и приспособления	Предельный груз при испытаниях:		Продолжительность испытания в минутах
	статических	динамических	
Краны и другие грузоподъемные машины (тележки, тали, лебедки) . . . . .	1,1 Р*	1,1 Р	10
Кабельные краны . . . . .	1,1 Р	1,1 Р	30
Лебедки и тали для подъема людей . . . . .	2 Р	1,1 Р	10
Чалочные цепи . . . . .	2 Р	—	10
Вспомогательные приспособления (траверсы, клещи и др.) . . . . .	1,25 Р	—	10

\* Р — предельный рабочий груз.



В процессе эксплуатации все вспомогательные грузозахватные приспособления и тару периодически осматривает лицо, на которое возложено их обслуживание, в сроки, установленные владельцем. Осмотр траверс проводят не реже чем через каждые 6 месяцев, клещей и других захватов через 1 месяц, чалочных канатов, цепей, а также тары через каждые 10 дней. Результаты осмотра вспомогательных грузозахватных приспособлений и тары заносят в заведенный для этой цели журнал.

Все находящиеся в работе грузоподъемные машины, а также вспомогательные грузозахватные приспособления снабжают ясными обозначениями в виде крупных надписей регистрационного номера, грузоподъемности и даты следующих испытаний. Вспомогательные грузозахватные приспособления снабжают бирками или клеймами. Применяемые для обвязки груза канаты и цепи подбирают такой длины, чтобы угол между их ветвями не превышал  $90^\circ$ .

Крановщики, машинисты, помощники крановщиков и машинистов, слесари, монтеры, строгальщики и зацепщики, обслуживающие грузоподъемные машины, должны быть обучены по соответствующей программе и аттестованы организуемой на предприятии квалификационной комиссией. После аттестации рабочим выдают удостоверение, допуск их к работе оформляют приказом. Проверка знаний обслуживающего персонала должна производиться не реже 1 раза в год.

Ответственность за исправное состояние и безопасное действие грузоподъемной машины возлагают приказом на представителя технической администрации (начальника цеха, механика цеха и др.) с указанием его должности, фамилии, имени и отчества. Все указанные данные за подписью этого лица должны содержаться в паспорте грузоподъемной машины.

Устройство и безопасная эксплуатация электрических лифтов (подъемников) номинальной грузоподъемностью 50 кг и выше определяется «Правилами устройства и безопасной эксплуатации лифтов», утвержденных Госгортехнадзором.

Каждый вновь установленный лифт до пуска его в работу должен быть зарегистрирован в органах Госгортехнадзора. В процессе эксплуатации лифт подлежит техническому освидетельствованию. Техническое освидетельствование проводят:

- а) после установки лифта и регистрации его в органах надзора;
- б) периодически, но не реже чем через каждые 12 месяцев;
- в) после реконструкции, замены кабины, канатов, электродвигателя.

При техническом освидетельствовании лифт подвергают осмотру, а также статическому и динамическому испытанию. Осмотр лифта сопровождается проверкой в работе механизмов, электрооборудования, системы управления, сигнализации, дверных замков, контактов и др.

Статическое испытание проводят следующей пробной нагрузкой:

- а) на 50% превышающей номинальную грузоподъемность для

лифтов малых грузовых (номинальная грузоподъемность 50—100 кг) и грузовых без проводника с лебедкой барабанного типа;

б) на 100% превышающей номинальную грузоподъемность для лифтов всех других типов.

При статическом испытании кабина лифта с указанной нагрузкой должна находиться в нижнем положении в течении 10 минут.

Динамическое испытание проводят нагрузкой, на 10% превышающей номинальную грузоподъемность лифта, для проверки действия механизма, тормоза и др.

Для лифтов с проводником надо применять стальные канаты диаметром не менее 10 мм.

Освидетельствованию и испытанию подлежат не только агрегаты, работающие под давлением, и подъемно-транспортные механизмы, но и электроустановки, манометры, абразивные круги (испытание изоляции и заземляющих устройств см. гл. 10). Манометры проверяют в мастерских, абразивные круги испытывает администрация предприятия в соответствии с ГОСТ 3881—53 (Абразивный инструмент. Правила и нормы безопасности).

## Глава 8

### ОГРАДИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

#### Понятие об ограждениях, предохранительных приспособлениях и устройствах

В целлюлозно-бумажной промышленности применяют много видов оборудования, имеющего различные движущиеся части, ограждение которых имеет большое значение для предупреждения несчастных случаев.

Ограждением называется устройство, которое должно или не допустить работающего до опасного места, или не допустить опасный предмет до работающего. Примерами ограждений первого вида являются ограждения зубчатых колес, вращающихся деталей, цепных и ременных передач и прочих частей, представляющих опасность для работающих.

Ко второму виду относятся ограждения, защищающие работающих от отлетающих частей материала, подвергаемого той или иной обработке. Эти ограждения представляют собой щитки или экраны, устанавливаемые на пути полета отлетающих предметов.

Ограждения, не допускающие рабочего до опасного места, могут быть сплошные или сетчатые, стационарные или съемные (рис. 76). Примером сплошного ограждения может служить ограждение подвесной ручной фрезы для доокорки балансов, изображенное на рис. 77.

Вал, расположенный близко от пола, обязательно должен быть покрыт прочным настилом с переходами и перилами и иметь внизу обшивку. Все ремни, расположенные на 2 м выше уровня пола, должны ограждаться. Горизонтальные ремни шириной более 125 мм ограждают независимо от высоты их расположения (рис. 78). При этом ограждение должно быть расположено возможно ближе к ремню и быть шире его не менее чем на 5 см.

В практике целлюлозно-бумажного производства имели место разрывы широких ремней с высокой скоростью вращения от сильных центробежных воздействий, сопровождающиеся несчастными случаями (на быстроходных разрезных станках, компрессорных установках). Особенно опасен разрыв верхней, ведущей ветви ремня,

поэтому ограждение должно иметь передний и задний отбойные щитки. На случай разрыва широких ремней ограждение необходимо устанавливать на всю высоту при вертикальном и наклонном их положениях.

Все ременные передачи (независимо от угла расположения) в местах набегающего ремня как на большой, так и на малый шкив обшиваются листовой сталью со всех сторон на длину 700 мм. В цехах с наличием пылевыделений ременные передачи должны быть полностью закрыты глухими кожухами. Устройство и эксплуата-

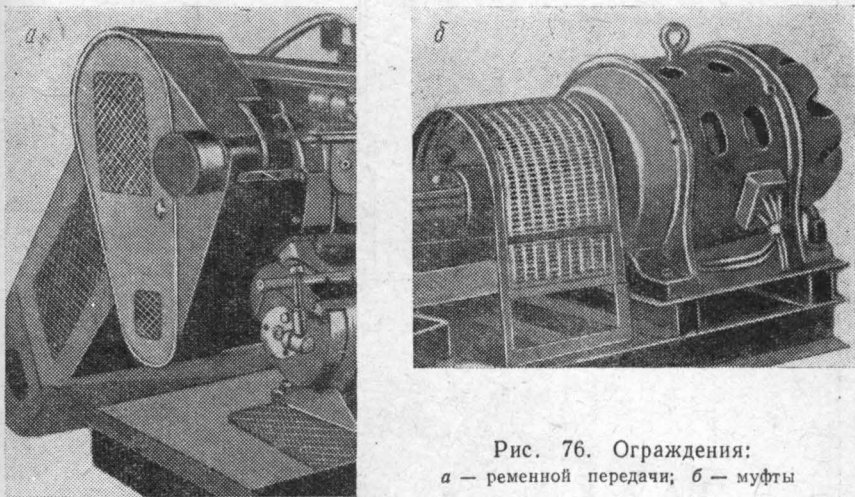


Рис. 76. Ограждения:  
а — ременной передачи; б — муфты

ция ременных передач должны соответствовать требованиям «Правил безопасности по устройству и эксплуатации трансмиссий».

Наиболее безопасны клиноременные передачи. При разрыве отдельных ремней несчастные случаи маловероятны, так как обычные ограждения защищают вполне надежно.

Все валы трансмиссий и концы валов, расположенных на 2 м выше уровня пола или обслуживающей площадки, обязательно должны быть закрыты предохранительными кожухами.

Для обслуживания бункеров, силосов и других производственных сооружений допускается устройство вертикальных лестниц или скоб с обязательным применением защитных обручей, установленных на высоте 3 м и выше через каждый метр для предохранения людей от падения.

Открытые баки, верхний край которых расположен на уровне пола или рабочих площадок, и крышки, не рассчитанные на пребывание на них людей, должны быть снабжены барьером высотой 1 м и ограждающим сплошным бортом высотой 0,18 м.

Обслуживание аппаратуры, шиберов и других приспособлений, расположенных на высоте более 1 м, должно производиться с пло-



Рис. 77. Подвесная ручная фреза для доокорки балансов:

1 — ограждение; 2 — рукоятка; 3 — кожух для вала; 4 — ножевая головка; 5 — электродвигатель низкого напряжения; 6 — электрокабель; 7 — трос; 8 — блок с противовесом; 9 — рельс

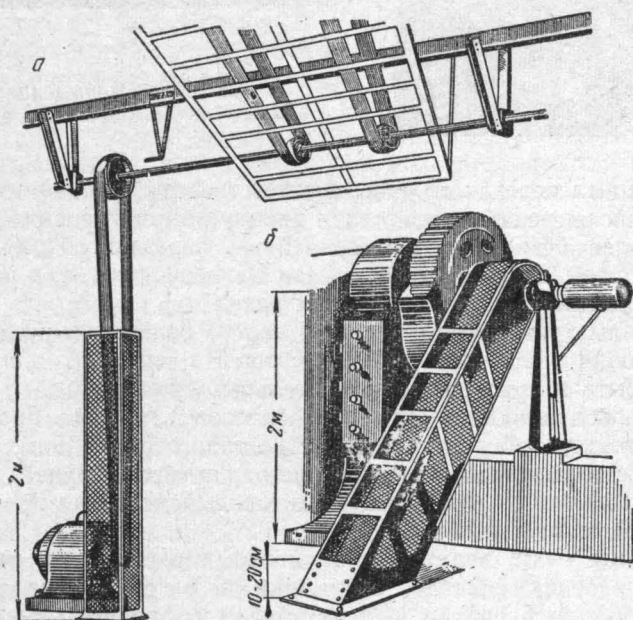
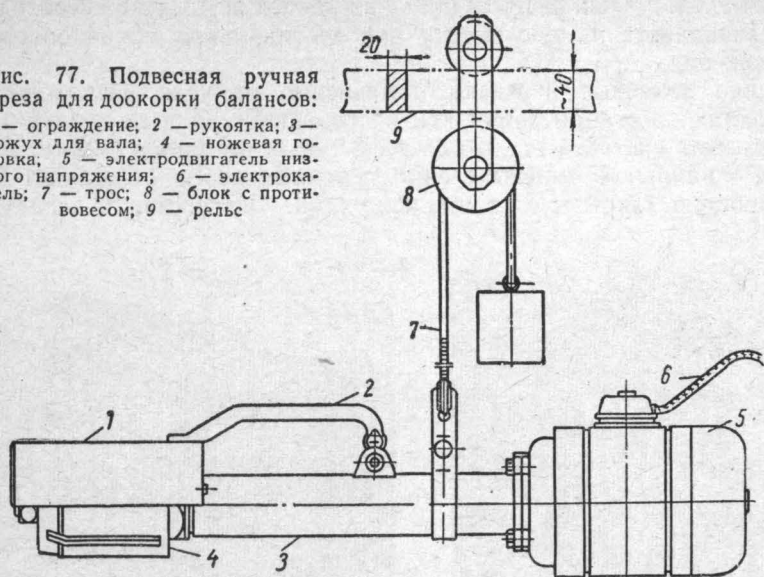
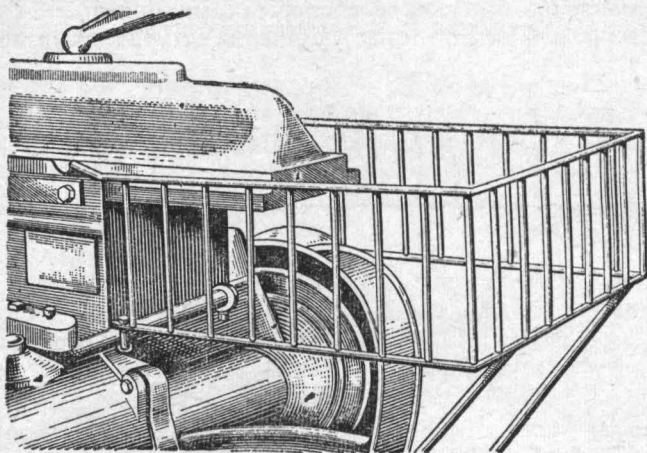


Рис. 78. Ограждение ременных передач:

а — сетчатая обшивка; б — сетчатый кожух

a



б

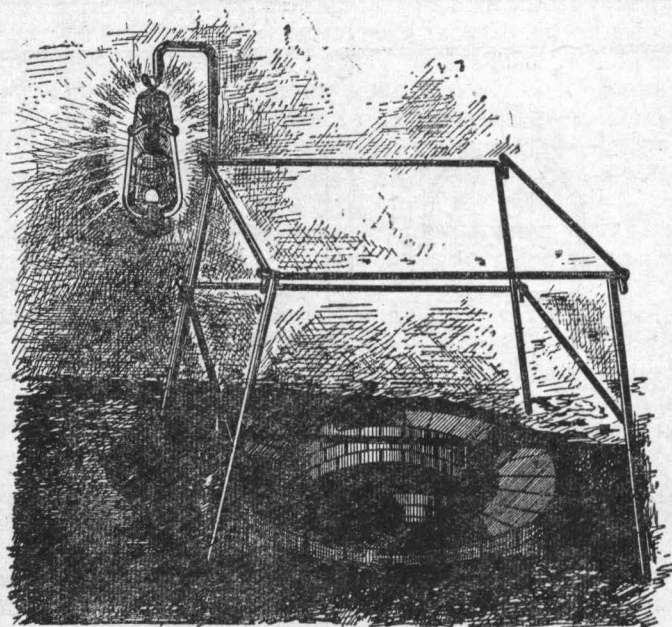


Рис. 79. Барьеры для ограждения поперечнострогального станка (а) и кольца (б)

щадок шириной не менее 0,8 м, огражденных перилами высотой не менее 1 м со сплошной зашивкой низа перил на высоту не менее 0,18 м. Управление отдельно расположенными шиберами следует выносить на уровень земли путем удлинения штурвальных приспособлений.

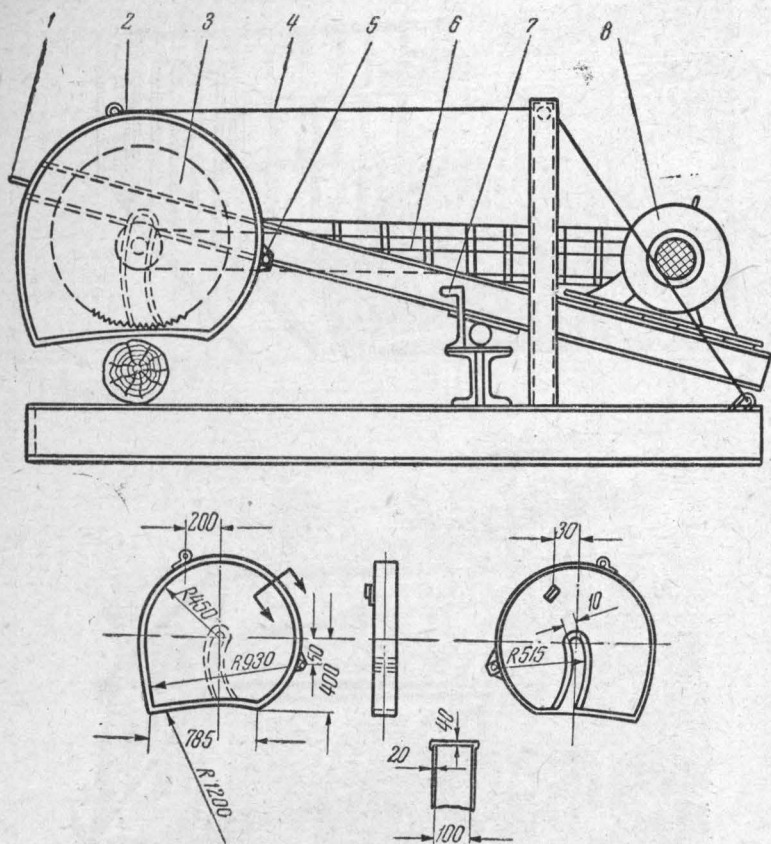


Рис. 80. Ограждения балансирной пилы:

1 — рукоятка; 2 — сварной кожух; 3 — пильный диск; 4 — регулирующий тросик; 5 — кронштейн; 6 — ограждение ремня; 7 — упор; 8 — электродвигатель

При расположении постоянных или часто обслуживаемых мест на отдельных площадках лестницы, ведущие к этим площадкам, должны иметь наклон не круче  $45^\circ$ , при ширине лестницы не менее 700 мм и ширине ступеней не менее 250 мм. Для местных подходов к редко обслуживаемому оборудованию при высоте лестницы не более 3 м допускаются лестницы с уклоном 60 и  $75^\circ$ .

Для ограждения движущихся частей оборудования устраивают барьеры (рис. 79), предохраняющие работающих от удара. Барьеры

высотой не менее 1 м с отбортовкой внизу на высоту 0,18 м служат также ограждением для люков, проемов и колодцев (рис. 79, б). Производственные площадки, площадки для установки вентиляционных агрегатов, переходные мостики снабжают такими же барьерами.

На рис. 80 представлен один из многочисленных видов ограждений, не допускающих работающих до опасной зоны,—ограждения балансирной пилы. Для подъема и опускания рамы балансирной пилы пользуются рукояткой 1. Ограждение состоит из обода и двух щек из листовой стали в виде сварного кожуха 2 с окном в нижней части, через которое во время работы выходит пильный диск 3 и вылетают опилки.

Регулирующий тросик 4 прикрепляют одним концом к ушку кожуха, а другим — к ушку на раме пилы и пропускают через направляющий ролик, укрепленный на стойке. Длину тросика регулируют так, чтобы пильный диск полностью входил в кожух в поднятом вверх положении. К ободу кожуха, ниже его центра, приварен кронштейн 5 с отверстием для оси.

При помощи кронштейна кожух подвешивают на ось, приваренную одним концом к раме пилы. Таким образом, ограждение свободно вращается на оси кронштейна. Ремень имеет обычные сетчатые ограждения 6. При смене пильного диска кожух 2 поднимается вверх, откидывается назад на упор 7 рамы пилы и опирается на него тоже упором, приваренным к щеке кожуха. Рабочий нажимает на рукоятку, и часть пильного диска выходит из кожуха, который остается на месте. При окончании распиловки, когда передняя часть рамы поднимается вверх, пильный диск полностью входит в кожух.

Описанное устройство может быть выполнено путем эксцентричного закрепления кожуха на тяге, проходящей через стойку и имеющей на конце гайку с контргайкой.

Защитные экраны к заточному и токарному станкам изображены на рис. 81. Смотровые окна экранов изготовляют из прозрачного органического стекла или из стекла «сталинит». Экраны можно откидывать или отодвигать в сторону, а для удержания их в рабочем положении служат зажимы. При работе на заточном станке отлетающие мелкие частицы абразивного круга и обрабатываемого материала ударяются об экран, отражаются им и свободно падают вниз, не поражая рабочего. То же происходит со стружкой при работе на токарном станке.

Для защиты от отлетающих обрубков балансов могут применяться металлические щитки, устанавливаемые шарнирно над патронами рубительных машин. Как только балансы срубят на длину, меньшую, чем длина патрона, щиток закрывается, и обрубки балансов не могут из него выскочить. Однако такие щитки неудобны в эксплуатации, поэтому для защиты от отлетающих обрубков балансов следует применять прутковые ограждения, устанавливаемые перед патроном.



Ограждения должны удовлетворять следующим основным требованиям: обеспечивать безопасность работы (надежность действия); иметь прочную и простую конструкцию; соответствовать условиям технологического и трудового процесса.

Чтобы обеспечить безопасную и правильную установку ограждения, необходимо тщательно изучить все трудовые операции, которые могут иметь место в данной рабочей зоне, а также материалы по травматизму, относящиеся к этому производственному участку.

Иногда считают, что зубчатая передача опасна только в зоне зацепления зубьев, поэтому ограждения устраивают в виде козырь-

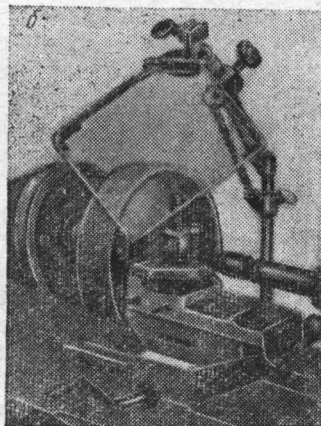
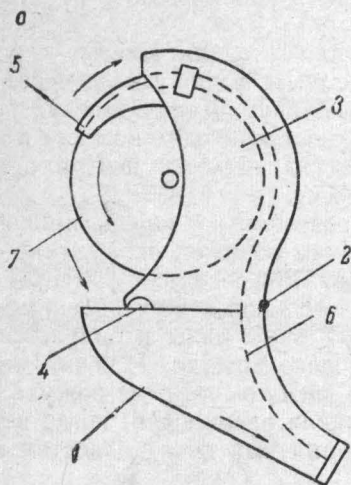


Рис. 81. Ограждения к заточному и токарному станкам:

*а* — абразивный круг с защитным кожухом, щитком и отсосом пыли; 1 — неподвижный раструб; 2 — ш. рнр; 3 — корпус кожуха; 4 — крючок; 5 — щиток; 6 — перегородка; 7 — вращающийся круг; 6 — защитный экран к т.карному станку

ков. Этого оказывается недостаточно, ограждение должно охватить всю зубчатую передачу как с периферии, так и с боков (рис. 82).

Ограждение должно отличаться большой прочностью, т. е. быть максимально устойчивым против действия ударных сил при авариях (при разрыве частей машины, вылете деталей, осколков и пр.); выдерживать силу нажима рабочего и падение посторонних предметов; по возможности не амортизироваться раньше ограждаемого агрегата. Если ограждение недостаточно прочно, оно само может послужить причиной несчастного случая.

Сочленения, шарниры и соединительные узлы ограждения не должны иметь шатания. При изготовлении ограждения нельзя пользоваться гвоздями-нагельными и применять в соединениях проволоку. Для неразъемных частей ограждений рекомендуется применять сварку. При изготовлении ограждения надо учитывать воспринимаемые им нагрузки и правильно выбирать материал. Например, для кожухов абразивных кругов нельзя применять чугун, так как

при разрыве круга чугуна кожух может явиться причиной тяжелой травмы.

Ограждение должно иметь по возможности простую конструкцию, наименьший вес и объем, минимальное число деталей, шарниров и сочленений. Конструкция ограждения должна быть негромоздкой, удобной в эксплуатации и не требовать дополнительной затраты труда на обслуживание.

Как показывает анализ травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности, при проведении транспортных операций с тачками происходит значительное число несчастных случаев. В частности, повреждаются руки при передвижении тачки в узких местах, например в дверях и проходах. Поэтому рукоятки тачек следует снабжать простыми ограждениями в виде предохранительных скоб, защищающих руки рабочего от соприкосновения с неподвижными предметами.

Ограждение не должно препятствовать правильному ходу технологического процесса и стеснять трудовые операции. Лучшим является то ограждение, которое способствует повышению производительности труда. Своим устройством и видом ограждение должно внушать окружающим уверенность в его надежности и безопасности работы. Это повышает внимание рабочего к выполняемой работе и освобождает его от нерешительных движений.

Установка и снятие ограждений не должны отнимать много времени и требовать сложных действий. В цехах целлюлозного производства, где применяют хлор и сернистый ангидрид, болтовые соединения подвергаются сильному коррозированию, что влечет за собой трудность разболчивания при снятии ограждений. В этих случаях обычно прибегают к срубанию болтов — трудоемкой операции, требующей много времени и снижающей выработку. При часто снимаемых ограждениях использование шарниров и барашковых гаек облегчает условия эксплуатации.

В тех случаях, когда во время работы ограждение не снимают, а также при отсутствии корродирующих газов оно должно быть прочно закреплено болтами, чтобы снять его мог только ремонтный слесарь.

Для уменьшения затраты труда на снятие ограждения оно должно быть компактным. Необходимо также, чтобы ограждение было гладким, без острых выступающих частей. Болтовые головки не должны иметь заусениц и других недостатков, в противном случае само ограждение может явиться причиной травм.

Ограждение не должно быть громоздким. Примером могут служить ограждения на каландрах, предназначенные для защиты паль-

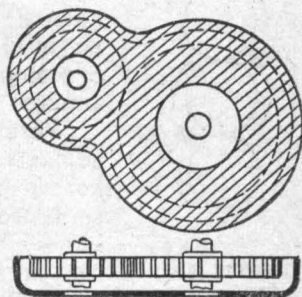


Рис. 82. Ограждение зубчатой передачи

цев рук от захвата валами (рис. 83). Чтобы избежать затруднений при быстрой заправке бумаги во время обрывов, у верхних валов ограждения в большинстве случаев не должны ставиться так плотно, как у нижних. У нижних валов ограждения часто могут быть поставлены вплотную к валу, так, чтобы вместе с шабером они образовали надежную защиту. Защита рук при заправке бумаги на верхних валах может быть осуществлена при помощи короткого предохранительного щитка.

Если скорость каландров превышает 120 м/мин, иногда применяют откидную решетку, которая не обеспечивает вполне надежной защиты. При больших скоростях наиболее целесообразным является использование для заправки бумаги сжатого воздуха, который обычно подается из неподвижно закрепленной трубы с воздушными соплами (рис. 84) или из ручного шланга.

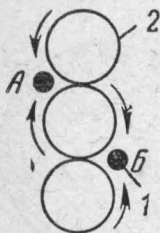


Рис. 83. Ограждения для каландров:

1 — неподвижные трубы; 2 — шаберы; А — место первой заправки; Б — место второй заправки

Устанавливаемые на производстве ограждения должны обеспечивать возможность наблюдения за ходом работы. Поэтому наиболее распространены сетчатые ограждения с отверстиями не более 100 мм<sup>2</sup>. Ограждения из стекла применяют там, где по технологическим условиям они должны быть прозрачными. Например, ограждения водомерных стекол выполняют из армированного стекла.

Деревянные ограждения имеют ряд недостатков (непрочны, огнеопасны, громоздки), поэтому их применяют лишь в качестве временных.

Заслуживает особого внимания автоматизация техники ограждения, при которой, например, подача материала к опасному элементу механизирована и сам материал открывает нужную ему часть режущего инструмента. Другим примером автоматизации является открытие самого ограждения навстречу материалу. В таких случаях устанавливают подвижное ограждение, которое закрывает рабочую зону во время обработки материала и открывает доступ для его загрузки, а также выемки готовой детали при отсутствии опасности для рук рабочего.

На прессах применяют рукоустранители (рис. 85), выталкивающие из рабочей зоны всякий посторонний предмет в начале рабочего хода движущихся частей. При опускании пуансона рукоустранитель, связанный системой рычагов с пуансоном, передвигается вправо.

Применяют также двуручное включение, исключающее попадание в рабочую зону рук рабочего, так как они заняты пуском станка в ход. Такое устройство достигается установкой двух рычагов вместо одного. Двуручное включение применяют на прессах и стопорезках. Для опускания ножа на стопу бумаги необходимо одной рукой отодвинуть рычаг с пружиной, а другой пустить в ход

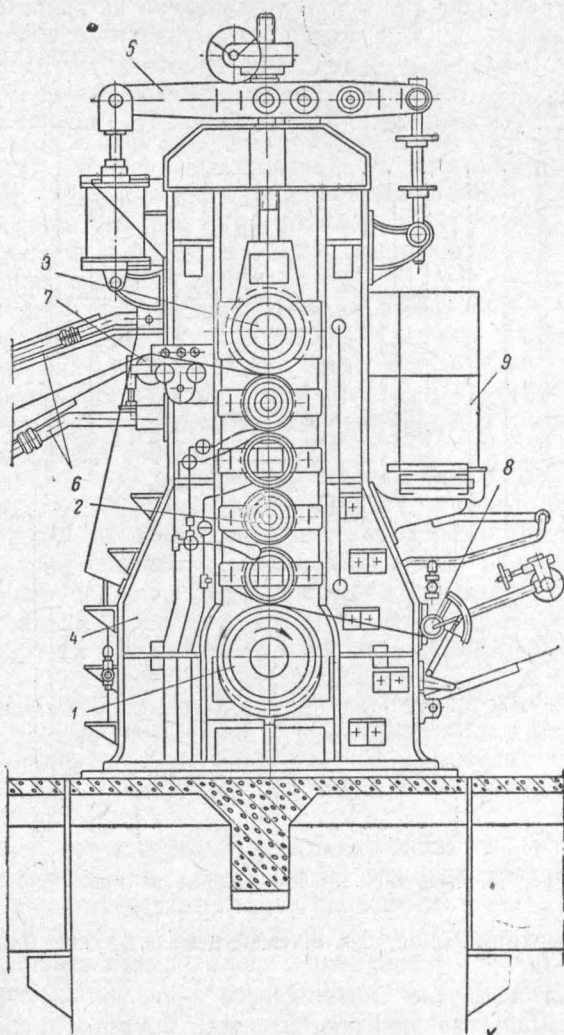


Рис. 84. Воздушная заправка на каландре:

1 — нижний вал каландра; 2 — средний вал каландра; 3 — верхний вал каландра; 4 — станина; 5 — механизм прижима и подъема; 6 — воздушная заправка; 7 — дуга перед каландром; 8 — дуга перед канатом; 9 — мостик с перилами



нож. Самопроизвольное движение ножа на стопорезках с двухручным включением исключается.

Наиболее эффективны блокированные с машинами ограждения. Если такое ограждение снято или установлено не надлежащим образом, опасный механизм не может быть пущен в ход. Вместе с тем с работающего механизма ограждение не может быть снято (или открыто) до полной остановки станка. Ограждения целесообразно блокировать с пусковым механизмом станка. Применяют механиче-

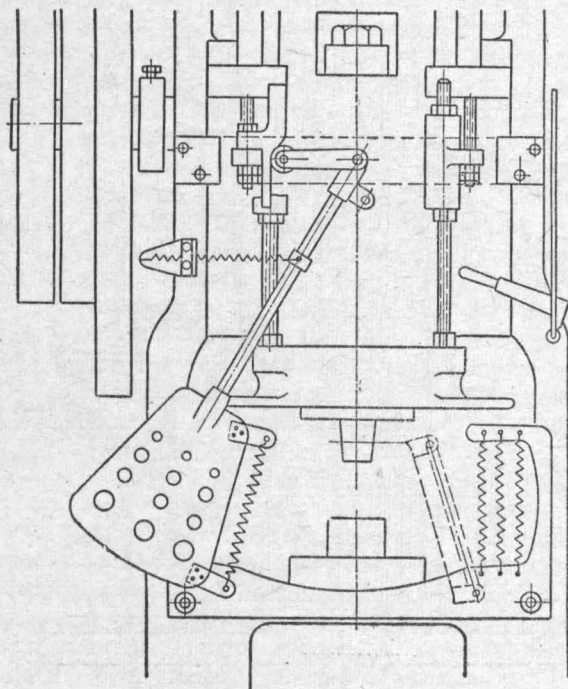


Рис. 85. Защитное приспособление на прессе

ские, электромеханические, фотоэлементные и другие блокировочные ограждения.

Блокировка исключает возможность произвольных действий, способных вызывать аварию оборудования и увечье работающего в результате невнимания обслуживающего персонала и недостаточной его квалификации.

Блокировка осуществляется с целью недопущения неправильного включения, а также для автоматической остановки агрегата при наступлении опасного момента и выключения механизма при попадании постороннего предмета.

Блокировочные устройства, останавливающие движущиеся механизмы при наступлении опасного момента, не требуют использо-

вания жестких ограждений. Такие устройства основаны на применении для блокировки фотоэлектронной автоматики (фотоэлементов).

Пример механической блокировки показан на рис. 86, а, где две раздвижные решетки 1 поперечно соединены рычагами 2. Рычаг 3 прикреплен к решетке и вертикальному рычагу 4, скрепленному с педалью. Пока решетки не закрыты, рычаги 3 и 4 не дают возможности опустить педаль. Электромеханическая блокировка делает невозможным движение кабины у подъемников при открытых дверях, отключает высоковольтную установку при открывании двери и пр. Эффективность блокировки повышается при объединении ее с сигнализацией, автоматически извещающей о наступлении опасного момента. Фотоэлектронная защитная установка (рис. 86, б) работает следующим образом.

Источник света 1 направляет через линзу 2 пучок параллельных лучей 3 по направлению приемника 4, также имеющего линзу 2, позади которой помещен фотоэлемент. При падении света на фотоэлемент возникает электрический ток, усиливающийся усилителем 5 и приводящий в действие контрольное реле 6, управляющее движением механизмов машины.

Фотоэлементные защитные установки можно помещать на быстходных прессах, ножницах, вальцах, а также на стопорезках. Пока свет действует на фотоэлемент, стопорезка работает. Если же пучок световых лучей пересечен каким-либо непрозрачным телом (например, рабочий не успел вовремя убрать руку), то в фотоэлементе прекращается ток, срабатывает реле, включается тормоз, и нож стопорезки опуститься не может, что предотвращает несчастный случай.

Фотоэлементные защиты устраивают в современных бумаго- и картоноделательных машинах; щитки сплошных колпаков закрываются лишь после того, как работающий выходит из-под колпака. Фотоэлементы используют для защиты на продольно-резальных станках.

Световой поток в фотоэлектронных защитных устройствах должен распределяться равномерно на возможно большую часть поверхности светочувствительного слоя фотоэлемента. При эксплуатации фотоэлементов температура их не должна превышать 50°.

В последнее время находит применение радиоактивная блокировка (рис. 87). Радиоактивные излучения от источника (находящегося на браслете или кольце на руке рабочего) улавливаются трубками 1 Гейгера, воздействующими на тиратронную лампу 2. При этом приводится в действие контрольное реле 3, контакты которого либо включают, либо разрывают цепь управления или же воздействуют на пусковое устройство. Таким образом, при появлении руки рабочего в опасной зоне станок останавливается. Реле 4 останавливает машину в случае нарушения системы.

Предохранительные приспособления и устройства предназначены либо для сигнализации о наступ-

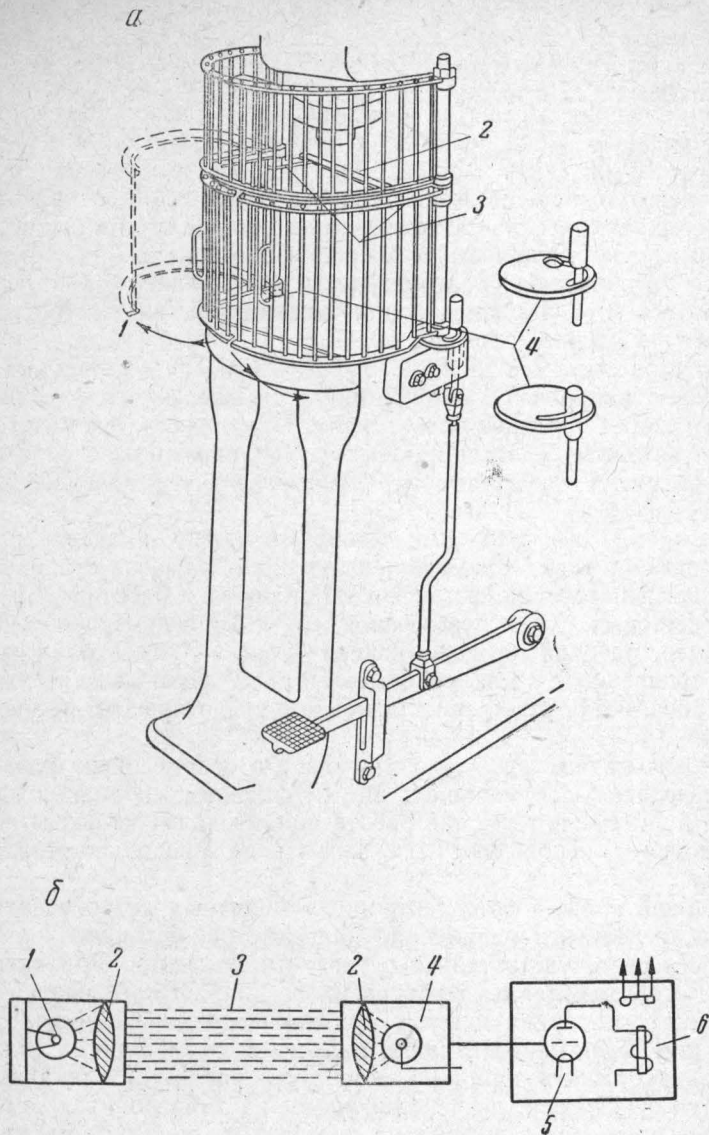


Рис. 86. Виды блокировок:

*a* — механическая блокировка: 1 — раздвижные решетки; 2, 3 — рычаги; 4 — рычаг, скрепленный с педалью; *б* — фотоэлектронная блокировка: 1 — источник света; 2 — линзы; 3 — пучок параллельных лучей; 4 — приемник; 5 — усилитель; 6 — контрольное реле

пающей опасности, либо для ее устранения в надлежащий момент. Устройства, сигнализирующие об опасности (светом, звуком, цветом или другим способом), называются п а с с и в н ы м и, а ликвидирующие ее автоматически — а к т и в н ы м и.

Примером первого рода предохранительного устройства является манометр, устанавливаемый на каждом аппарате, работающем под избыточным давлением пара, газа или жидкости. Манометры обычно имеют на шкале красную черту, указывающую предел, до которого может доходить стрелка манометра, показывающего давление в аппарате. Контрольные манометры имеют две стрелки. Одна из них обычная, а другая указывает максимально допустимое давле-

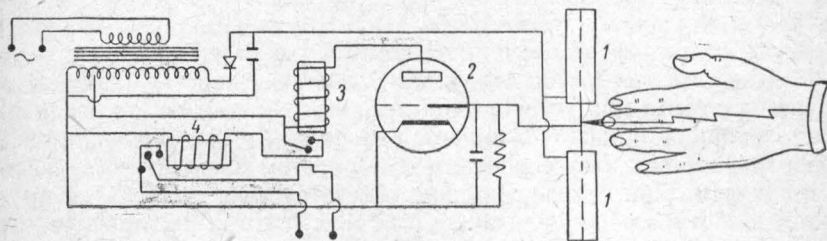


Рис. 87. Схема радиоактивной автоблокировки:

1 — трубки Гейгера; 2 — тиратронная лампа; 3 — контрольное реле; 4 — аварийное реле

ние. Если рабочий допустил превышение давления, то контрольный манометр фиксирует это нарушение.

Другим примером предохранительного приспособления первого рода может служить устройство, подающее при перегрузке подъемного крана звуковой сигнал. Такое приспособление имеет особенно важное значение, так как примерно треть всех аварий на кранах происходит вследствие их перегрузки.

Ко второму виду предохранительных приспособлений принадлежит предохранительный клапан, устанавливаемый на каждом аппарате, работающем под давлением. При повышении давления выше допустимого клапан автоматически выпускает избыток пара или газа и снижает давление в аппарате до нормального.

Предохранительные клапаны, установленные на аппаратах, имеют отводы для выброса парогазовых смесей из рабочего помещения. Предохранительный гидравлический стояк может быть установлен только в условиях, исключающих возможность замерзания жидкости в стояке. При применении гидравлических предохранительных устройств установка запорных приспособлений между предохранительными выбросными стояками и источником давления не допускается.

Для сосудов высокого и сверхвысокого давления ставят разрывные мембраны или пластины из эластичных металлов (алюминий, медь, латунь). При превышении рабочего давления мембрана разрывается.



Ко второму виду предохранительных приспособлений на подъемных механизмах можно отнести концевые выключатели, автоматически отключающие двигатели при подходе крюка ближе чем на 200 мм к верхнему крайнему положению. Если крановщик допустит слишком высокий подъем груза при отсутствии такого выключателя, крюк будет остановлен фермой крана, и при продолжающейся работе двигателя трос может оборваться вместе с грузом и вызвать несчастный случай. Примерно треть всех аварий на кранах и тельферах происходит вследствие отсутствия ограничителей подъема.

На рис. 88, а показан концевой выключатель рычажного типа, представляющий собой металлический ящик 1, в котором имеется изолированный вал 2 с насаженными на нем чугунными держателями 3 или медными сегментами 4 на конце. При повороте вала сегменты соприкасаются с пластинками 5, укрепленными на стойке 6. Надетый на вал рычаг с роликом 7 выходит наружу корпуса, а пружина служит для установки рычага в вертикальное положение. Когда упорная линейка 9 упирается на ролик, рычаг отклоняется и поворачивает вал 2 с сегментами 4. При этом электрическая цепь замыкается. При отходе упорной линейки рычаг приводится пружиной в вертикальное положение, вал с сегментами поворачивается и электрическая цепь замыкается. Такие выключатели применяются для ограничения перемещения тележек по ферме кранов и самих кранов.

Установка концевого ограничителя подъема показана на рис. 88, б. Груз 1 прижимает правое плечо концевого выключателя к штифту 2, и контакт замкнут. Когда крюк подходит к наивысшей точке, угольник 3, прикрепленный к крюковой подвеске, приподнимает груз 1, вследствие чего рычаг приподнимается, и контакт размыкается.

Для предупреждения аварий и несчастных случаев, связанных с перегрузкой, все машины обязательно снабжают предохранительными устройствами (автоматами отключения, фрикционными муфтами и др.). Электродвигатель защищают от перегрузки при помощи теплового реле, контакты которого включают в цепь управления машины (станка). При срабатывании теплового реле электродвигатель выключается. Основанные на трении фрикционные предохранители (гидравлические, пневматические, рычажные с пружинами) после срабатывания готовы к дальнейшей работе и позволяют осуществлять точную регулировку действия при наступлении перегрузки. Это является большим преимуществом таких предохранителей.

При конструировании оборудования можно осуществить соединение в одно целое ограждения и производственных частей станка. Например, ограждение зубчатых колес может быть выполнено из двух половин, отлитых вместе с частями станка, которые при его сборке закроют зубчатые колеса.

В предохранительных приспособлениях, так же как и в ограждениях, большое значение имеет соединение в одно целое производст-

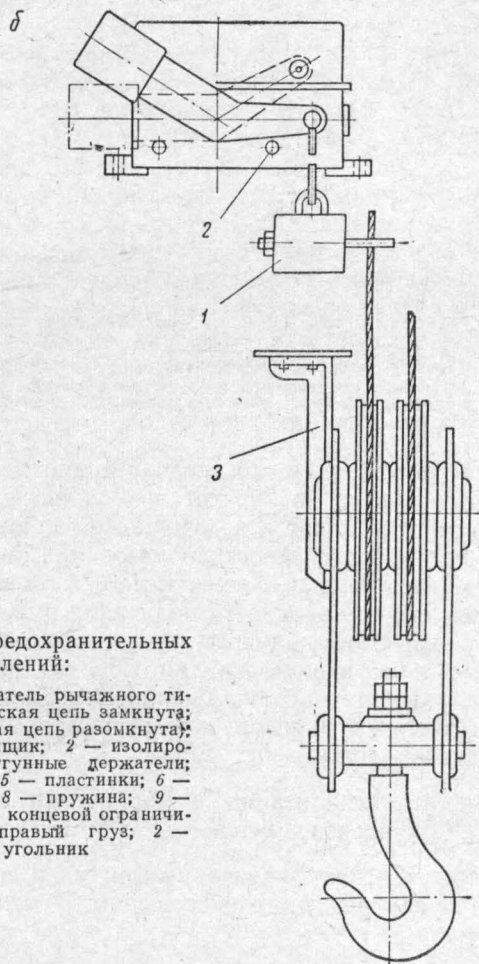
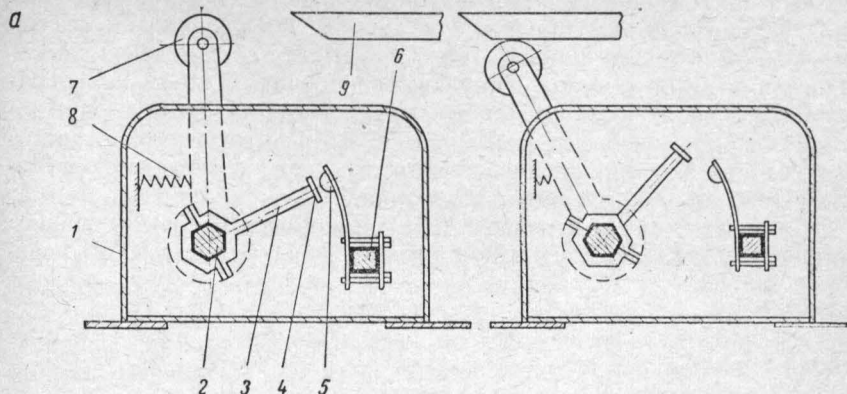


Рис. 88. Виды предохранительных приспособлений:

*a* — концевой выключатель рычажного типа (слева — электрическая цепь замкнута; справа — электрическая цепь разомкнута); 1 — металлический ящик; 2 — изолированный вал; 3 — чугунные держатели; 4 — сегменты вала; 5 — пластинки; 6 — стойка; 7 — ролик; 8 — пружина; 9 — упорная линейка; *б* — концевой ограничитель подъема; 1 — правый груз; 2 — штифт; 3 — угольник

венных частей оборудования с предохранительным приспособлением. Например, у баллонов со сжатыми и сжиженными газами штуцеры для присоединения редуктора имеют различную нарезку и неодинаковый диаметр. Так, боковой штуцер вентиля кислородного баллона, к которому привертывают редуктор при помощи накидной гайки, имеет диаметр около 26 мм и правую резьбу, ацетиленовый же баллон лишен бокового штуцера, и редуктор присоединяют к нему при помощи хомута.

Баллоны с другими горючими газами имеют боковые штуцеры диаметром около 22 мм и левую резьбу, а баллоны для всех инерт-

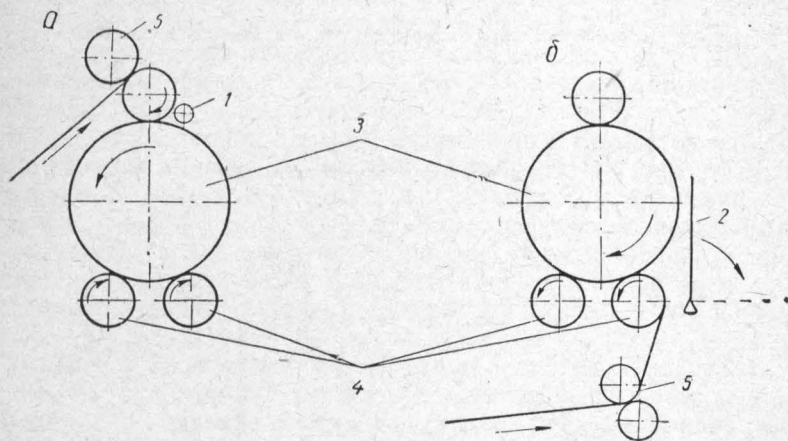


Рис. 89. Установка ограждений на продольнорезающем станке:

*а* — верхняя заправка с трубчатым ограждением; *б* — нижняя заправка с откидным ограждением;

*1* — трубчатое ограждение, перемещаемое по мере наматывания рулона; *2* — откидное ограждение; *3* — наматываемый рулон; *4* — несущие валы; *5* — механизм для продольной резки

ных газов — правую резьбу при том же диаметре штуцера (около 22 мм). Эти устройства исключают возможность (например, при сварке) присоединять шланг к водородному баллону вместо кислородного, что устраняет опасность образования смеси кислорода и водорода (гремучего газа) и последующего взрыва.

Для предотвращения опасности попадания рук рабочего в продольнорезающий станок служит простое приспособление в виде трубы (рис. 89, *а*) или в виде откидного ограждения (рис. 89, *б*).

Ограждения, предохранительные приспособления и устройства всегда должны быть исправными, и при поломке их необходимо немедленно восстанавливать.

### Применение сигнализации и маркировки в качестве предохранительных средств

**Сигнализация.** Сигналы как звуковые, так и световые предназначены для предупреждения работающих об опасности.

Звуковые сигналы применяют на подъемно-транспортных устройствах и железнодорожном транспорте, а также при ведении опасных процессов. Например, их подают перед выдувкой целлюлозы из варочных котлов, перед пуском бумаго-, картоноделательных машин, пресспатов и др.

Звуковые сигналы, подаваемые гудком, сиреной или звонком, должны быть достаточно громкими, но в то же время не слишком резкими, чтобы не раздражать слуховой аппарат.

Применение звуковых сигналов иногда бывает ограничено тем, что их приходится воспринимать не только тому, кого они непосредственно касаются, но и всем окружающим. Кроме того, в шумных цехах звуковые сигналы плохо слышны. В этом случае могут рекомендоваться световые сигналы, применяемые на производстве довольно широко. Сигнализация на лесных биржах между крановщиками и рабочими на штабелях в вечернее и ночное время производится при помощи карманных фонариков со стеклами различного цвета. Сигнализацией светом пользуется персонал варочных цехов и др.

В ряде случаев применяют блокировку сигнализационных устройств. Примером блокировки сигнализационного устройства с тормозом могут служить автомашины, имеющие сзади красную лампочку, загорающуюся при торможении и предупреждающую едущего за автомашиной об ее остановке.

Световую сигнализацию особенно часто применяют в электроустановках. Масляные выключатели снабжают цветными лампочками: если горит лампочка одного цвета — масляники находятся под напряжением, а если другого цвета — напряжения нет. На подстанциях существуют приборы, сигнализирующие о появлении однополюсного замыкания на землю. На распределительных щитах или щитах управления сигнализация часто осуществляется при помощи приборов ПС.

В установках высокого напряжения применяют сигнализацию при помощи ламп тлеющего разряда (неоновых, аргоновых и др.), устанавливаемых непосредственно на токоведущих частях. Если эти части находятся под напряжением, лампа светится.

Для обеспечения безопасности при обслуживании станков целесообразно их оборудовать световой сигнализацией. Некоторые типы станков, выпускаемых в СССР, имеют сигнальные лампы красного цвета, указывающие на включение двигателя, гидропривода и пр. На станках-автоматах устанавливают сигнальные лампы зеленого цвета, включаемые в начале операции. После окончания производственного цикла зеленая лампа гаснет и автоматически включается красная.

На подъездных железнодорожных путях целлюлозно-бумажных предприятий применяют ручные сигналы (рис. 90).

При перемещении грузов кранами или подъемными механизмами согласованность между крановщиками (машинистами) и стропальщиками (зацепщиками) достигается путем применения так называемых



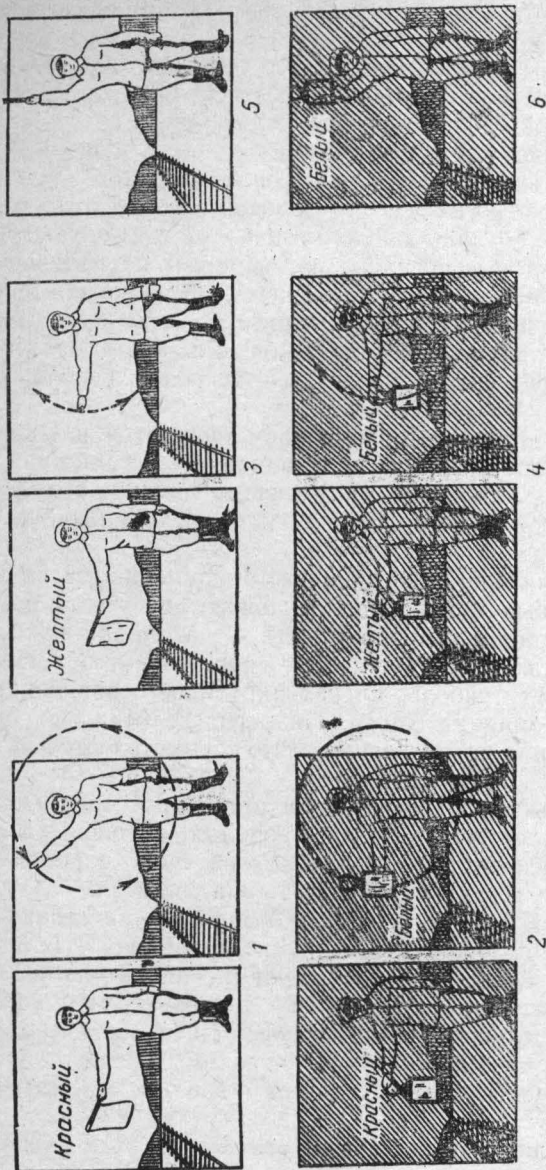


Рис. 90. Ручные сигналы:

1 и 2 — СТОЙ: днем — развернутым красным флагом или круговыми движениями правой руки; ночью — красным фонарем или круговыми движениями фонаря с белым светом; 3 и 4 — ТИШЕ: следуй со скоростью, указанной в предупреждении, а при отсутствии его — не свыше 10 км/час; днем — развернутым желтым флагом или медленным качанием вверх и вниз рукой; ночью — желтым огнем ручного фонаря или медленным качанием фонаря с белым огнем; 5 и 6 — ПОЕЗД МОЖЕТ СЛЕДОВАТЬ: днем — поднят на вытянутой вверх руке желтый свернутый флаг; ночью — поднят на вытянутой руке фонарь с белым огнем

мой знаковой сигнализации (рис. 91). В тех случаях, когда сигналы, передаваемые стропальщиком, не могут быть приняты непосредственно крановщиком или место укладки грузов находится вне поля зрения, назначают сигнальщиков из лиц соответственно проинструктированных и проверенных в знании знаковой сигнализации при перемещении грузов кранами или подъемными механизмами.

**Маркировка.** В технике безопасности и промышленной санитарии маркировкой называют предупредительные знаки об опасности. Например, изображение черепа с костями предупреждает о смер-

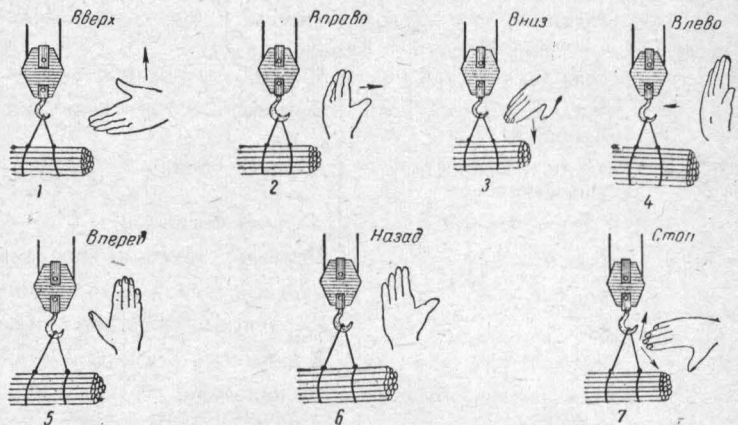


Рис. 91. Знаковая сигнализация при погрузочно-разгрузочных работах:

1 — поднять груз или крюк — прерывистое движение вверх руки ладонью вверх; 2 — передвинуть тележку вправо — движение руки ладонью вправо; 3 — опустить груз или крюк — прерывистое движение вниз руки ладонью вниз; 4 — передвинуть тележку влево — движение руки ладонью влево; 5 — передвинуть кран (мост) вперед — движение рукой от себя; 6 — передвинуть кран (мост) назад — движение рукой к себе; 7 — стоп (прекратить подъем или передвижение) — резкое движение рукой вправо и влево; ладонь обращена вниз

тельной опасности, ломаные линии и красный круг или квадрат с надписью «опасно» — о наличии электрического напряжения.

Маркировка электрооборудования, кабелей и проводов служит для распознавания назначения и принадлежности их различных частей. В первую очередь маркируют распределительные устройства, распределительные пункты и щиты. На них должны находиться надписи, указывающие назначение проводов с относящимися к ним выключателями, предохранителями и измерительными приборами.

Кроме маркировки надписями и обозначениями, применяют маркировку опознавательной окраской. Так, положительные провода и шины постоянного тока окрашивают в вишневый цвет, отрицательные — в синий, провода и шины трехфазного тока в три цвета (I фаза — желтый, II фаза — зеленый и III фаза — красный). Защитное заземление имеет черный цвет, незаземленные, уравни-

## Отличительная окраска трубопроводов в производствах целлюлозно-бумажной промышленности

Тип трубопровода	Назначение трубопровода и вид транспортируемого вещества	Цвет и отличительные знаки трубопровода
Вспомогательные трубопроводы	Вакуум-линия	Белый с желтыми кольцами
	Вода горячая	Зеленый с красными кольцами
	Вода обратная (условно-чистая)	Зеленый с коричневыми кольцами
	Вода техническая	Черный без колец
	Вода химически очищенная	Зеленый с белыми кольцами
	Вода хозяйственно-питьевая	Зеленый без колец
	Газ светильный	Желтый без колец
	Канализация	Черный с желтыми кольцами
	Конденсат	Зеленый с синими кольцами
	Мазут	Коричневый с красными кольцами
	Масло	Коричневый без колец
	Пар различных параметров	Ярко-красный с кольцами различного цвета в зависимости от назначения
	Противопожарные жидкости	Оранжевый без колец
Трубопроводы общего пользования (для сжатых сжиженных и растворенных газов)	Азот	Черный с коричневыми полосами
	Аммиак	Желтый без полос
	Водород	Темно-зеленый без полос
	Воздух	Голубой без полос
	Кислород	Голубой без полос
	Сернистый ангидрид	Черный с желтыми полосами
	Углекислота	Черный без полос
Основные материалы трубопроводы	Аммиачная вода	Желтый без колец
	Водная суспензия волокнистых материалов	Желтый с кольцами различного цвета в зависимости от назначения
	Гипохлорит	Защитный с белыми кольцами
	Двуокись хлора	Защитный с синими кольцами
	Известковое молоко	Белый без колец
	Кислота	Серый с кольцами различного цвета в зависимости от назначения

Тип трубопровода	Назначение трубопровода и вид транспортируемого вещества	Цвет и отличительные знаки трубопровода
Основные материалыные трубопроводы	Конденсат загрязненный	Зеленый с черными кольцами
	Оборотные воды	Зеленый с желтыми кольцами
	Ртуть	Серебряно-металлический без колец
	Сдвочные газы	Серый с ярко-красными кольцами
	Хлоргаз	Защитный с зелеными кольцами
	Хлористый водород	Темно-зеленый с защитными кольцами
	Щелока белые	Темно-коричневый с белыми кольцами
	Щелока зеленые	Темно-коричневый с зелеными кольцами
	Щелока сульфитные	Серый с коричневыми кольцами
	Щелока черные	Темно-коричневый с черными кольцами
	Щелочь	Темно-коричневый с кольцами различного цвета в зависимости от назначения

### Примечания:

1. Окраска трубопроводов в отличительный цвет производится после наложения изоляции.

2. У запорных приспособлений на трубопроводе стрелка показывает направление движение продукта. Стрелку делают того же цвета, что и кольца, а при отсутствии колец — белого или черного цвета.

3. Отличительные полосы окрашивают в поперечном направлении.

4. Ширина цветного кольца при наружном диаметре трубопровода или изоляции до 150 мм составляет 50 мм, 150—300 мм—70 мм, более 300 мм—100 мм. Расстояние между кольцами в зависимости от местных условий принимают 1—1,5 м.

5. Абгазные линии и отдувку в атмосферу расцвечивают теми же цветами, что и материалопроводы, но с извилистыми поперечными белыми полосами.

тельные и нулевые провода и шины — фиолетовый, заземленные — фиолетовый цвет с черными поперечными полосами.

Кнопки для управления электродвигателем должны быть окрашены: красной краской — «пуск», зеленой и черной — «стоп».

К предупредительным знакам следует отнести условную окраску баллонов со сжатыми газами. Кислородные баллоны окрашивают в голубой цвет с надписью черными буквами «кислород», ацетиленовые — в белый цвет с надписью красными буквами «ацетилен».



хлорные — в защитный цвет с зеленой полосой, баллоны для сернистого ангидрида — в черный цвет с желтой полосой и надписью белыми буквами «сернистый ангидрид», водородные — в темно-зеленый цвет с надписью красными буквами «водород», аммиачные — в желтый цвет с надписью черными буквами «аммиак». Такая маркировка баллонов исключает их неправильное использование.

Соответствующая окраска облегчает опознавание предметов, что улучшает условия безопасности работы. Например, рекомендуется использовать яркокрасный цвет для окраски противопожарного оборудования (электротележек, вагонеток и др.); синий цвет — для окраски пусковых рычагов; оранжевый цвет — для окраски вращающихся частей под ограждениями; белый цвет — для обозначения проходов, складов и ящиков под отходы.

Маркировку на предприятиях делают также в виде начерченных на полу белых линий для обозначения габарита проездов и проходов. Иногда такую маркировку можно встретить и на территории заводского двора.

Трубопроводы для различных газов, паров и жидкостей, уложенные внутри цехов, а также между цехами, должны иметь отличительную окраску (табл. 17).

## Глава 9

### СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Средства индивидуальной или личной защиты предназначены для каждого отдельного рабочего.

Вопросы оздоровительной работы в целлюлозно-бумажном производстве сводятся прежде всего к проведению радикальных мероприятий по предупреждению возникновения опасностей и вредностей (гл. 5, 6 и 7). При невозможности немедленного проведения оздоровительных мероприятий применяют санитарно-технические установки (например, вентиляционные). В случае временных препятствий для осуществления этих мероприятий или их недостаточности применяют методы индивидуальной защиты.

В условиях целлюлозно-бумажного производства, включающего много химических процессов, рабочие часто нуждаются в применении индивидуальных защитных приспособлений даже тогда, когда все меры общеоздоровительного характера приняты. Так, например, в случае аварии, связанной с выходом газа в рабочее помещение, необходима индивидуальная защита дыхательных органов работающих на время ликвидации аварии.

Временное нарушение герметичности аппаратуры (неплотности в крышках варочных котлов, в газопроводах и других коммуникациях) вызывает поступление газа в рабочее помещение и поэтому неизбежно требует противогазовой защиты работающих.

При спусках в варочные котлы, кислотные баки и другие емкости, в которых возможно наличие газо- и парообразных отравляющих веществ, также необходимы индивидуальные защитные приспособления. При разливах кислот, щелочей и других едких жидкостей, а также при работах, связанных с выделением вредной пыли, требуется обязательное применение средств личной защиты.

Таким образом, некоторые операции целлюлозно-бумажного производства требуют обязательного применения индивидуальных защитных средств.

Все индивидуальные защитные средства можно разделить на следующие группы:

- 1) защитная одежда и обувь;
- 2) защита органов дыхания;
- 3) защита органов зрения и слуха, кожных покровов;
- 4) защита от падения.

## Требования техники безопасности и промышленной санитарии к спецодежде и спецобуви

**Спецодежда.** Спецодежда предназначена для защиты тела рабочего от профессиональных вредностей и опасностей. Рациональная спецодежда создает надежную защиту и способствует повышению производительности труда.

Спецодежда служит для защиты рабочего от действия вредных газов и паров, кислот, щелочей и других химических веществ в твердом и жидком состояниях, а также для защиты от пыли, сырости, промокания, холода и лучистой энергии, искр и брызг расплавленного металла, захвата свободных концов одежды движущимися частями механизмов и др.

Спецодежда должна не только отвечать своему прямому назначению (защитать от производственных вредностей и опасностей), но и быть по возможности легкой, удобной в носке, гигиеничной (не нарушать дыхательных функций человеческой кожи).

Выполнение перечисленных требований достигается выбором тканей и материалов для изготовления спецодежды, а также разработкой покроя применительно к особенностям каждой профессии.

В зависимости от назначения спецодежды следует различать две ее основные категории: 1) спецодежда, служащая для защиты всего тела (костюмы всех видов, комбинезоны); 2) спецодежда, защищающая только особо угрожаемые участки, т. е. обеспечивающая местную защиту (фартуки, фартуки с нагрудниками, рукавицы, нарукавники, наплечники, гетры и пр.).

В результате исследовательской работы ряда научных институтов в СССР созданы стандарты на спецодежду. Пригодность тканей для пошивки спецодежды определяется их физико-гигиеническими и защитными свойствами.

Для защиты от действия кислот служит плотная шерстяная ткань типа шинельного сукна. Действующими стандартами предусматривается рабочий костюм (суконные куртка и брюки) для работающих с кислотами и хлором, а также при плавке металлов. На целлюлозных заводах для чистки селеновых камер и выполнения других аналогичных работ применяют резиновые костюмы с капюшоном. Стандартами определена местная спецодежда в виде суконного фартука, служащего для защиты груди, живота и части ног работающих от действия различных кислот, а также суконные рукавицы для защиты рук.

Для защиты от действия щелочей наиболее пригодны хлопчатобумажные или плотные льняные ткани — брезенты. Согласно стандарту из хлопчатобумажных тканей изготавливают рабочие костюмы — куртки, брюки. Куртки и брюки служат для защиты тела и одежды от различных производственных загрязнений. Тканевые нарукавники защищают части рукавов от загрязнений, а брезентовые (удлиненные) рукавицы с наладонниками и натильниками служат для работы с крепкими щелочами.

Таким образом, для варщиков сульфитной целлюлозы и кислотчиков предназначены грубошерстные костюмы, для отвозчиков огарков и турмовщиков — суконные костюмы, для рабочих, имеющих дело со щелочами (варщиков сульфатной целлюлозы, диффузорщиков, миксовщиков, декантаторщиков, сульфатчиков), хлопчатобумажные костюмы. Так же обстоит дело и с местными видами спецодежды: для сульфитчиков предназначены суконные рукавицы и прорезиненные или резиновые фартуки, а для рабочих, имеющих дело со щелочами, хлопчатобумажные рукавицы (так называемые комбинированные) и фартуки. Ремонтных и дежурных слесарей сульфитно-целлюлозного производства снабжают грубошерстными костюмами, а в производстве целлюлозы щелочными способами — хлопчатобумажными костюмами.

Для изготовления противопылевой спецодежды наиболее пригодна хлопчатобумажная ткань типа молескина. Для защиты от вредной производственной пыли стандартом предусмотрен комбинезон на двух застежках с клапанами и затяжками в местах возможного проникновения пыли, а также шлем, состоящий из застегивающихся колпака и пелерины. Для защиты от загрязняющей, но безвредной пыли можно применять костюмы из хлопчатобумажных тканей типа сатина и др. Установлен стандарт на женский комбинезон от производственной пыли и шахтерский хлопчатобумажный костюм для лиц, занятых на подземных работах в сухих местах.

Действующими стандартами на спецодежду установлены женские и мужские рабочие комбинезоны общего назначения (рис. 92), которыми пользуются для защиты от производственных загрязнений и при работах, связанных с движущимися механизмами. Покрой этих комбинезонов предусматривает специальные налокотники и наколенники. Рукава и брюки внизу заканчиваются застегивающимися на пуговицы манжетами. Для ряда профессий (для рубщиков, диффузорщиков, миксовщиков, электромонтеров и др.) предназначены хлопчатобумажные полукombineзоны (рис. 92).

Чтобы волосы не попадали во вращающиеся части, следует носить косынки или береты. Для предохранения рук от механических повреждений надевают хлопчатобумажные рукавицы с брезентовыми наладонниками.

Для предохранения от воды и неедких жидкостей могут служить брезентовые (воздухопроницаемые) костюмы и гидрокостюмы. При этом местной защитой служат клеенчатые фартуки и нарукавники, а также брезентовые рукавицы, на которые имеются соответствующие стандарты. Для работы на гидроторфопредприятиях рекомендуются брезентовые длинные рукавицы с наладонниками.

Для защиты рабочих от действия лучистой энергии рекомендуется спецодежда, изготовленная из хлопчатобумажной ткани, с подшивкой прокладок из слабо проводящего тепло материала на местах, подвергающихся облучению. При возможности попадания на одежду искр или пламени необходимо применять трудновоспламеняющиеся материалы — шерстяные, брезентовые или даже ас-



бестовые. Для предохранения рук от ожогов рекомендуется брезентовые рукавицы с наладонниками.

Для лиц, работающих на открытом воздухе (рейд, лесные биржи) или в холодных неотапливаемых помещениях, действующими стандартами предусматриваются женские и мужские ватные куртки и брюки.

Материал для спецодежды, предохраняющий от газов, следует выбирать из расчета их минимального поглощения. Наименьшую способность к поглощению газов имеют хлопчатобумажные ткани,

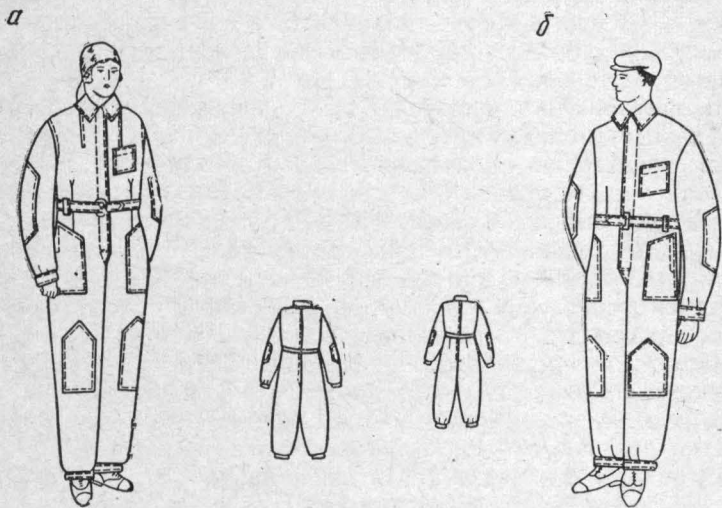


Рис. 92. Комбинезоны рабочие:

а — женский (по ГОСТ 5518—50); б — мужской (по ГОСТ 5517—50)

а наибольшую — шерстяные. Следовательно, в тех условиях, где отсутствует действие кислот, следует применять спецодежду из хлопчатобумажных тканей.

В ряде случаев защитные свойства тканей, применяемых для пошивки спецодежды, далеко не достаточны. Усиление защитной способности хлопчатобумажных тканей может быть достигнуто применением различных покрытий и пропиток. Так, например, прорезиненные, клеенчатые и вулканиновые (пропитанные полимеризующимися маслами) ткани хорошо защищают от воды. Эти ткани не воздухопроводны, поэтому их применение ограничивается изготовлением спецодежды для местной защиты.

Водостойкостью отличаются битумированные ткани и ткани с парафино-стеариновой пропиткой, сохраняющие свойство воздухопроводности, а также ткани, покрытые полихлорвиниловыми пленками. Хлопчатобумажные костюмы с водостойкой пропиткой предназначены для рабочих на сцехах, сушильщиков картона, размольщиков, сгустительщиков, увлажнительщиков бумаги, картона и

кальки, подсобных рабочих рейда и биржи и рабочих на подаче древесины в производство.

Спецодежду для выгрузчиков древесины из воды и фартуки для краскотеров и краскосоставителей изготавливают из материала плащ-палаток, не пропускающего воду. Вследствие недостаточной кислотостойкости суконные костюмы не отвечают полностью защитным и гигиеническим требованиям. Они часто не выдерживают установленного срока службы, а в летнее время не только обременительны, но и затрудняют работу.

Рядом научно-исследовательских институтов были проведены работы по изысканию способов повышения качества существующей кислотозащитной спецодежды и созданию новых кислотостойких тканей с помощью синтетических волокон.

В результате исследований был найден кислотозащитный состав (латекс сополимеров хлористого винила и хлористого винилдена с добавкой парафино-стеариновофталевой эмульсии), при обработке которым сукна или хлопчатобумажные ткани (молескин), получают эластичную защитную пленку, устойчивую против действия агрессивной среды.

Аппретированные (пропитанные) хлопчатобумажные ткани (молескин арт. 553КП) находят широкое применение при изготовлении спецодежды, предназначенной для работы в цехах с низкими концентрациями кислот. В этих условиях срок носки костюмов из аппретированной ткани в 2,5—3 раза превышает срок носки хлопчатобумажной спецодежды. Хлопчатобумажные костюмы с кислотостойкой пропиткой используются регенераторщиками сернистой кислоты, хлорщиками, машинистами и сушильщиками пергаментных машин, паяльщиками и рабочими на подаче химикатов.

Для работы с крепкими кислотами разработан новый вид материала, так называемое кислотостойкое сукно ШХВ-30, содержащее 65% грубой шерсти и 35% химически стойкого перхлорированного штапельного волокна — хлорина. Хлориновое волокно противостоит действию концентрированных серной, соляной и азотной кислот и едких щелочей при температурах 50—60°. Эти свойства хлорина повышают защитные качества сукна. Спецодежда, изготовленная из кислотостойкого сукна, показала высокие защитные свойства, легкость, практичность. Недостатком ее является низкая термостойкость.

Новые синтетические волокна (винитроновые и лавсановые) позволяют изготавливать новые виды материалов с высокой устойчивостью против химических реагентов (кислот, щелочей), с повышенной термостойкостью и вполне удовлетворительными гигиеническими качествами. Лучшими из их являются винитроновые и лавсановые, смешанные с шерстью ткани.

Спецодежда, изготовленная из винитроновой смешанной ткани, по составу содержащей 35% винитрона и 65% шерсти, показала лучшие эксплуатационные качества. Высокими защитными свой-

ствами против воды, кислот и щелочей отличаются текстурно-нитовые ткани.

Стойкость против воспламенения придают тканям путем аммофосной пропитки (обработкой раствором диаммонийфосфата). Такая ткань с накладками из силикатно-казеиновой промазки (или пропитки) создает эффективную защиту от искр раскаленного и брызг расплавленного металла.

Хлопчатобумажные костюмы с огнестойкой пропиткой выдают содовщикам и кочегарам известковообжигательных и известерогенерационных печей. В последние годы введены в действие стандарты на спецодежду, изготовленную из пропитанных тканей, например полукомбинезоны и куртки из суровой и прорезиненной плащевой палатки для работающих на торфопредприятиях.

Защитная способность спецодежды для работ с крепкими кислотами и растворами щелочей в случае необходимости может быть усилена путем применения прорезиненных (резиновых) фартуков и резиновых рукавиц.

Резину широко применяют также для изготовления диэлектрических перчаток, защищающих от поражения электрическим током. Эти перчатки обязательно испытывают в отношении их изолирующих свойств. Фартуки из просвинцованной резины применяют для защиты от воздействия рентгеновских лучей.

При работе с радиоактивными веществами в качестве спецодежды используют халаты, шапочки или косынки из плотных хлопчатобумажных отбеленных тканей (молескин, диагональ). При работе с радиоактивными растворами применяют дополнительно фартуки и нарукавники из поливинилхлорида, а при общей активности веществ, превышающей 10,— хлопчатобумажные комбинезоны или костюмы, нательное белье из бязи, полотна или ситца, трикотажные неокрашенные носки, бумажные полотенца и носовое платки разового пользования.

При проведении ремонтных и аварийных работ, связанных с загрязнением воздуха радиоактивными газами, парами и аэрозолями, необходимо пользоваться пневмокостюмами (типа ЛГ-40), комбинезонами со скафандром из органического стекла и шлангом для подачи воздуха.

Для защиты рук от попадания на кожу радиоактивных препаратов применяют резиновые медицинские перчатки или перчатки из резины, в состав которой входит свинец.

Персонал, производящий уборку помещений, и все работающие с открытыми радиоактивными растворами и порошками должны быть снабжены (помимо перечисленной спецодежды) пластиковыми фартуками и нарукавниками (или пластиковыми полухалатами).

Требованиями техники безопасности к спецодежде не допускается наличие свободных пол рабочей куртки, халата или фартука, завязок на обшлагах рукавов во избежание захвата их движущимися частями механизмов.

**Спецобувь.** Спецобувь, так же как и спецодежда, должна соответствовать особенностям профессии. Характер производственной вредности определяет требования к защитным качествам и к крою спецобуви. Помимо защитной способности и удобства покроя, спецобувь должна быть гигиеничной, водонепроницаемой и ноской.

Для предохранения ног от кислоты и щелочи стандартом предусмотрены кислото- и щелочестойкие резиновые сапоги, которые должны быть испытаны на потерю в весе. Согласно техническим условиям в результате действия раствора серной кислоты (уд. в. 1,32) или едкого натра ( $40^{\circ}$  Be) в течение 72 часов при температуре плюс  $15-25^{\circ}$  потеря в весе должна быть не более 2%. В сырых помещениях целлюлозно-бумажного производства также пользуются обыкновенными резиновыми сапогами или галошами.

Спецобувь, предназначенная для работающих с органическими растворителями, жирами, нефтепродуктами, во взрывоопасных и пыльных помещениях, согласно действующему стандарту изготавливают в виде кожаных полусапог на шнурках с глухим клапаном и кожаных ботинок на резинках с гладким верхом.

Рабочим таких профессий, как отвозчики огарков, сушильщики литых бумажных изделий, паяльщики, варщики битума и смолы, кочегары известковообжигательных и известерегенерационных печей и обжигальщики извести, выдают кожаные ботинки.

При работах на электроустановках с напряжением до 1000 в защитной спецобувью являются резиновые диэлектрические галоши светло-серого цвета или беж, надеваемые на обычную обувь. Их обязательно испытывают на диэлектрические свойства: ток утечки не должен превышать 2,5 ма при испытании в течение 2 минут под напряжением 5000 в.

При работах на электроустановках с напряжением выше 1000 в защитной спецобувью должны быть резиновые диэлектрические боты, являющиеся лишь частью защитных средств. Боты изготовляют тех же цветов, что и галоши. Согласно техническим условиям стандарта ток утечки не должен превышать 10 ма при проведении испытания в течение 2 минут под напряжением 20 000 в.

Как боты, так и галоши подразделяются на два сорта в зависимости от числа, размера и мест дефектов.

На горячих и наружных работах спецобувью является валяная обувь. Для горячих цехов защитной служит обувь типа полусапог, изготавливаемая обычно с междуподкладкой и подложкой из войлока и грубошерстного сукна для предохранения от избыточного тепла.

На некоторых видах мокрых работ (а также у нагретых поверхностей), не связанных с необходимостью быстрых передвижений и хождений по лестницам, может быть применена обувь на деревянной подошве.

Лиц, работающих с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, обеспечивают спецобувью в виде тапочек, бесподкладочными галошами, пластиковыми или латексными бахилами, резиновыми сапогами или резиновыми чунами.



**Выдача, хранение и ремонт спецодежды и спецобуви.** В целлюлозно-бумажной промышленности бесплатная выдача спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений проводится в соответствии с типовыми отраслевыми нормами, утвержденными Госкомитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и Президиумом ВЦСПС.

Тип и номенклатура выдаваемой спецодежды, спецобуви и индивидуальных защитных средств зависит от профессий работающих.

Спецодежду и спецобувь работающие получают в готовом (сшитом) виде, выдача материалов или денежных средств, как правило, не допускается. В случае приобретения спецодежды самим рабочим вследствие несвоевременной ее выдачи нанимателем последний обязан возместить рабочему произведенные им затраты по ценам государственных или кооперативных организаций.

Администрация обязана следить за тем, чтобы рабочие действительно пользовались спецодеждой, спецобувью и индивидуальными защитными приспособлениями.

Если спецодежда, выданная работнику, пришла в негодность до истечения установленного нормами срока, взамен должна быть выдана новая спецодежда. С другой стороны, в случае пропажи или порчи указанных предметов по вине работника последний несет материальную ответственность.

Стирка, ремонт и дезинфекция спецодежды производятся за счет предприятия.

При работе с радиоактивными веществами хлопчатобумажную спецодежду, белье и носки следует подвергать стирке не реже одного раза в 7 дней, остальные средства индивидуальной защиты — по мере загрязнения радиоактивными веществами. При этом дезактивация их должна производиться только в специальных прачечных в соответствии с действующими инструкциями.

Дежурная спецодежда предоставляется в пользование рабочим лишь во время фактического выполнения возложенной на них работы. Выносить спецодежду за пределы предприятия для использования ее в непроизводственных целях воспрещается. После окончания рабочего дня дежурную спецодежду возвращают в кладовую цеха.

Продажа или бесплатная выдача спецодежды и спецобуви лицам, для которых они действующими нормами не предусмотрены, запрещается.

Уход за спецодеждой и спецобувью является средством, обеспечивающим гигиеничность, сохранность и продление срока их службы. В случае попадания капель кислоты на спецодежду и спецобувь они должны быть обработаны растворами слабых щелочей и тщательно промыты водой. Спецодежду и защитную обувь, облитую раствором щелочи, необходимо промыть несколько раз в сменяемой воде. Удаление газов, поглощенных спецодеждой, производится путем проветривания.

### (фильтрующие и изолирующие приборы)

Для защиты органов дыхания применяют фильтрующие и изолирующие приборы.

**Фильтрующие приборы.** Фильтрующие приборы (противопылевые респираторы, противогазы с коробками различных типов и марок) применяют в тех случаях, когда фильтр может обеспечить достаточную очистку воздуха, поступающего в дыхательные пути.

Респираторы по своему устройству подразделяются на бесклапанные (респираторы-повязки) и клапанные.

Простейшие респираторы — марлевые повязки с точки зрения гигиены наименее рациональны и малоэффективны. Усовершенствованием их является простейший респиратор под маркой РП-51, состоящий из резинового ободка, к которому крепят четырьмя кнопками фильтр из восьми слоев алигнина или марли. Алюминиевая пластинка служит для подгонки фильтра по форме лица. Крепление респиратора на голове производится при помощи эластичных тесемок, из которых одна проходит под ушами через шею, а другая поверх головы. По сравнению с простой марлевой повязкой эффективность такого респиратора весьма высока, и его можно с успехом применять на многих пыльных работах.

В настоящее время применяют клапанные респираторы различных марок (рис. 93).

Все клапанные респираторы имеют вдыхательный и выдыхательный клапаны. В качестве фильтров в респираторах используются следующие материалы: хлопчатобумажный, алигниновый, фетровый и вата (объемные фильтры).

Сопrotивление дыханию современных респираторов очень небольшое — 6—12 мм вод. ст.

Одновременная защита органов дыхания и глаз от пыли осуществляется респиратором ШФ-2, представляющим собой комбинацию лицевой части противогаза и фильтра респиратора Ф-46. При значительных концентрациях пыли применяют респиратор Р-2 с большими фильтрами (рис. 93, ж).

Для защиты от мелкодисперсного радиоактивного золя респираторы с бумажными или ватными фильтрами (тип Ф-45, Ф-46, № 1999, № 2000) малоэффективны (96—98%) и для применения не рекомендуются. Лицевые части их не гарантируют полной герметизации, вследствие чего возможен проскок загрязненного воздуха, что является недопустимым.

При работах в условиях возможного аэрозольного загрязнения воздушной среды радиоактивными веществами выше допустимых концентраций до 200 раз (работы с порошками: измельчение, просеивание, развеска, кипячение радиоактивных растворов) необходимо применять противоаэрозольные респираторы типа «Лепесток» (рис. 93, з).

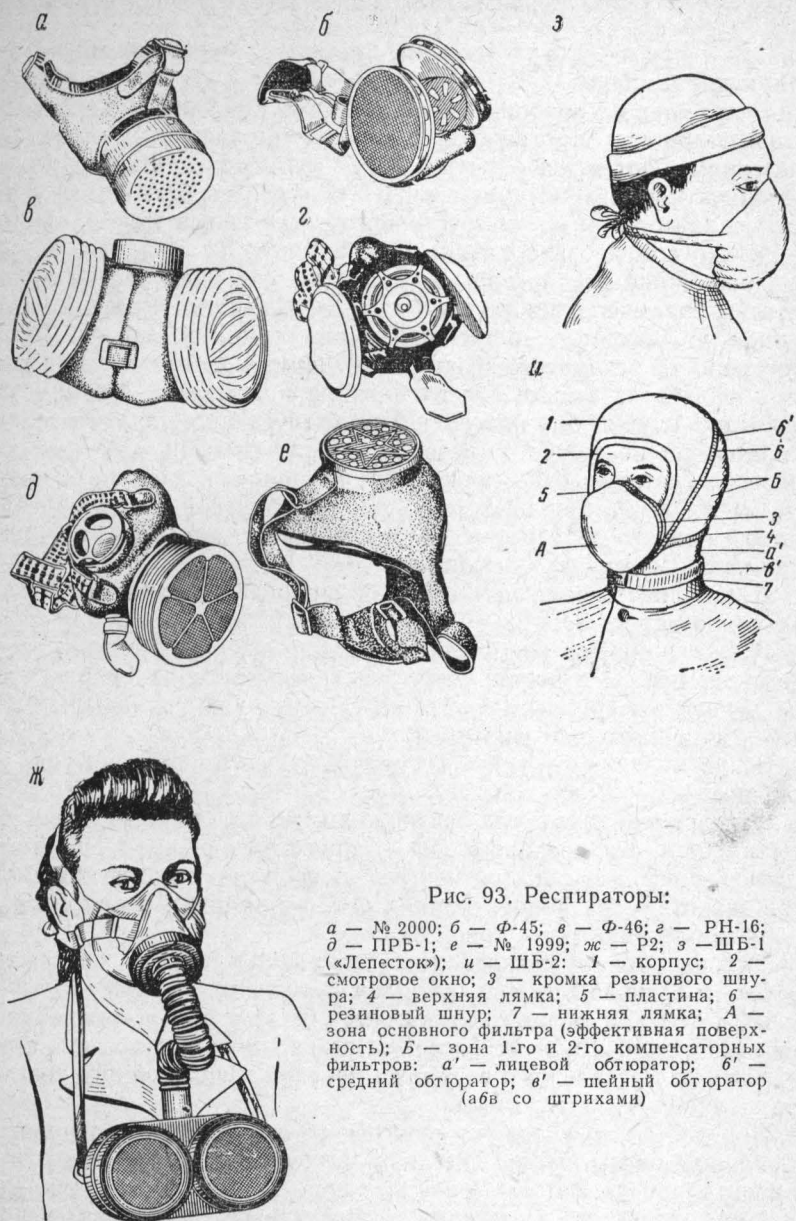


Рис. 93. Респираторы:

а — № 2000; б — Ф-45; в — Ф-46; г — РН-16;  
 д — ПРБ-1; е — № 1999; ж — Р2; з — ШБ-1  
 («Лепесток»); и — ШБ-2: 1 — корпус; 2 —  
 смотровое окно; 3 — кромка резинового шну-  
 ра; 4 — верхняя лямка; 5 — пластина; 6 —  
 резиновый шнур; 7 — нижняя лямка; А —  
 зона основного фильтра (эффективная поверх-  
 ность); Б — зона 1-го и 2-го компенсаторных  
 фильтров; а' — лицевой обтюратор; б' —  
 средний обтюратор; в' — шейный обтюратор  
 (абв со штрихами)

Респиратор «Лепесток» (типа ШБ-1) представляет собой устройство фильтрующего типа в виде повязки из фильтрующей ткани, покрытой с обеих сторон материей. Повязка включает в себя стягивающую резинку, распорку, придающую повязке жесткость, алюминиевую пластинку для обжимки повязки вокруг переносицы и два шнура для крепления респиратора на голове.

Эффективность респираторной повязки ШБ-1 по наиболее проникающим аэрозолям — 99,9%, а сопротивление дыханию всего лишь 3 мм вод. ст. Повязка предназначена для использования в течение одной смены, после чего ее уничтожают.

Для кратковременных ремонтных и аварийных работ, когда концентрация аэрозолей превышает предельно допустимую в сотни раз (не более чем в 1000 раз), следует применять респиратор ШБ-2 (рис. 93, и). Этот респиратор также фильтрующего типа, его эффективность — 99,99%, и он пригоден для пылей любой степени дисперсности.

Респиратор ШБ-2 представляет собой фильтрующую шлем-маску, закрывающую все лицо и голову. Он состоит из корпуса со стягивающим края резиновым шнурком. В корпус вмонтирован основной фильтр с лицевым обтюратором и смотровой рамкой из прозрачной пластмассы. Крепление респиратора на голове производится при помощи верхних лямок, завязываемых сзади, и нижней лямки в виде обтюраторной ленты на шее. Респираторы ШБ-2 уничтожают или обезвреживают для повторного их использования.

При выгрузке огарков из колчеданных печей, когда воздух загрязнен не только пылью, но и частично сернистым газом, можно применять универсальный респиратор Р-2 с патроном противогаса марки В или С.

При легкой работе и невысокой концентрации газов и паров следует применять респираторы Ф-46, № 2000, Р-2 с противогазовыми коробками небольших размеров.

При средних и высоких концентрациях газов или паров следует пользоваться промышленными фильтрующими противогазами типа МК (малая коробка) и БК (большая коробка). Гражданские противогазы типа БН, МО-2, МТ-4 обладают значительно большим сопротивлением, чем промышленные противогазы. Кроме того, они не защищают от окиси углерода и плохо защищают от аммиака и сероводорода.

Наибольшее распространение получили промышленные противогазы БК, имеющие сопротивление не более 18 мм вод. ст. и вес коробки 1—1,5 кг. Согласно действующей номенклатуре имеются различные марки коробок, предназначенные для защиты от определенных газов и различающиеся цветом.

Для целлюлозно-бумажного производства наиболее подходит желтая коробка марки В, защищающая от кислых газов (хлора, сернистого ангидрида, хлористого водорода, сероводорода и др.).



Коробка марки С (голубая) предназначена для защиты от сернистого ангидрида и отличается от коробки марки В большим защитным действием.

Для защиты от аммиака следует пользоваться коробкой марки К (зеленой), от окиси углерода — марки СО (белой), от паров ртути — марки 1 (черно-желтой), от окиси углерода, хлора и пыли — марки СОХ (защитной) и др. Размеры коробок стандартные (высота 18 см, площадь сечения 76 см<sup>2</sup>), нижнее отверстие закрывается резиновой пробкой.

Коробка БКФ (защитного цвета с белой вертикальной полосой) имеет противодымный фильтр и применяется для одновременной защиты от газов, дыма, тумана и пыли. Эта коробка выпускается всех марок, кроме СО.

В условиях тяжелой работы и очень больших концентраций газов и паров следует применять аварийные противогазы типа БОАМВ-1 (рис. 94). Коробку БОАМВ (вес 2900 г) носят на спине, что не мешает выполнению тяжелых работ. Противогазы типа БОАМВ-1 выпускают тех же марок, что и коробки БК.

Противогаз типа БМВ-3 (комбинация из трех коробок любых марок) предназначен для защиты от больших концентраций газов и паров при тяжелой физической работе.

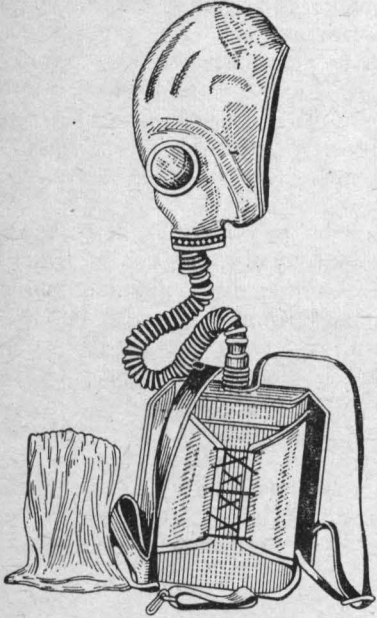


Рис. 94. Аварийный промышленный противогаз БОАМВ-1

Особую группу противогазов представляют так называемые самоспасатели, предназначенные для кратковременного действия и применения при пожарах и авариях.

Самоспасатель СП-9 защищает от смеси газов: окиси углерода, сернистого газа, сероводорода. Самоспасатель СП-55 фильтрующего типа защищает от окиси углерода в аварийных случаях (время действия 1 час). Самоспасатели работают только с мундштуками, которые нужно брать с рот. Нос зажимают зажимом.

С целью выявления пригодности для использования фильтрующих противогазов и противопылевых респираторов их проверяют на герметичность и на сопротивление дыханию. Выдыхательные клапаны испытывают на подсос, противогазные коробки — на время защитного действия.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> В. Ф. Максимов, И. В. Наместников, О. И. Соколова. Методы контроля условий труда на предприятиях целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, М.—Л., Гослесбумиздат, 1962.

**Изолирующие приборы.** Изолирующие приборы — шланговые и кислородные — применяют для изоляции дыхания от окружающего воздуха в следующих случаях:

- 1) в воздухе содержится кислорода менее 16 %;
- 2) концентрации вредных примесей в воздухе очень велики и пользование фильтрующими приборами является недостаточно надежным;

- 3) состав примесей, загрязняющих воздух, неизвестен.

Приборы изолирующего типа подразделяются на две группы:

- 1) шланговые противогазы;
- 2) кислородные приборы.

В зависимости от подачи воздуха шланговые противогазы бывают самовсасывающие и нагнетающие.

Шланговый самовсасывающий противогаз состоит из лицевой части, шланга и воронки-фильтра (рис. 95, а). Шланг длиной не более 9—10 м собирают из отдельных гофрированных трубок, соединяемых между собой отрезками металлических трубок или спаянных вместе ниппелями от противогаза. Наиболее распространенный шланговый противогаз ПШ-1 имеет сопротивление дыханию 14—15 мм вод. ст.

Шланговый противогаз обычно применяют для работ в кислотных баках, цистернах, при ремонте оборудования и др. При этом конец шланга выносят в незагрязненную зону и закрепляют.

Для особо опасных работ следует применять нагнетающий шланговый противогаз. Подача воздуха производится воздуходувкой с ручным или электрическим приводом. В приборе ДПА-5 (рис. 95, б) используется воздуходувка, переоборудованная из пылесоса. К такой воздуходувке могут быть подключены сразу два противогаза со шлангами длиной по 25 м или один шланг длиной до 50 м.

Преимуществом шлангового противогаза с принудительной подачей воздуха (ПШ-2 или ДПА-5) является возможность создания в шланге давления, исключающего подсос вредного воздуха и сопротивление входу.

К индивидуальным защитным средствам изолирующего типа можно отнести: шлем МИОТ для пескоструйных работ; пневмошлем ЛИЗ-1; пневмомаску ЛИЗ-3; пневмокостюмы ЛГ-4 и ЛГ-2.

Пневмошлем ЛИЗ-1 (рис. 95, в) применяют для защиты от радиоактивной пыли и газов в тех случаях, когда нет необходимости полной изоляции. Он представляет собой наголовное устройство с пелериной, изготовленной из полихлорвинилового пластика, со смотровым щитком из прозрачного плексигласа, выгнутого по овалу лица. В пневмошлем подают свежий воздух по резиновому шлангу в количестве 150—200 л в минуту, создавая давление воздуха на штуцере пневмошлема — 25—30 мм вод. ст. Вместо пневмошлема ЛИЗ-1 можно применять пневмомаску ЛИЗ-3.

В условиях загрязнения воздуха радиоактивными газами или парами (ликвидация аварий, ремонтные работы) применение респираторов не обеспечивает полной безопасности. В этом случае не-

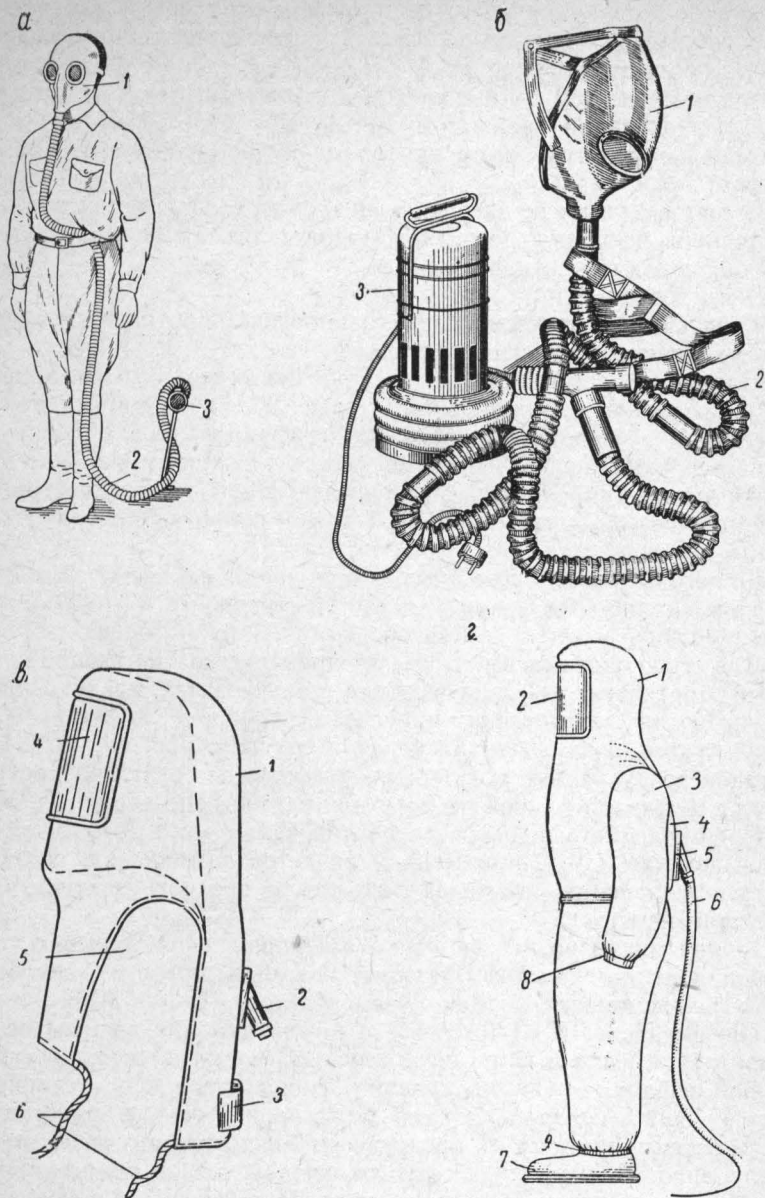


Рис. 95. Шланговые противогазы:

*а* — самовсасывающий: 1 — лицевая часть; 2 — шланг; 3 — воронка-фильтр; *б* — нагнетающий: 1 — лицевая часть; 2 — шланг; 3 — воздуходувка с электроприводом; *в* — пневмошлем ЛИЗ-1 (вид сбоку): 1 — шлем; 2 — штуцер для подачи воздуха; 3 — держатель для пневмошланга; 4 — смотровая рамка из плексигласа; 5 — вырез для плеч; 6 — завязки; *г* — пневмокостюм ЛП-2 (вид сбоку): 1 — шлем из пластика; 2 — смотровая рамка из плексигласа; 3 — комбинезон из пластика; 4 — «лаз» для надевания; 5 — штуцер для подачи воздуха; 6 — пневмошланг; 7 — бахилы пластикатные; 8 — резинки на рукавах; 9 — резинки на брюках

обходимо применять пневмокостюмы типа ЛГ-4 или ЛГ-2, а иногда — кислородные изолирующие приборы, о которых сказано ниже.

Пневмокостюм ЛГ-2 (рис. 95, *г*) представляет собой герметичную одежду — скафандр из пластикатной полихлорвиниловой пленки, сшитый путем высокочастотной сварки, и полностью изолирующий органы дыхания работающего от контакта с внешней средой. Свежий воздух для дыхания в количестве 150—200 л в минуту под давлением около 50 мм вод. ст. при температуре 12—19° подается в костюм через штуцер и шланг диаметром 25 мм из пневматической линии или при помощи переносного вентилятора. Избыток воздуха выходит через неплотности в манжетах, рукавах и обуви.

Наголовный шлем изготовляют из плотного полихлорвинилового пластика и соединяют с костюмом-скафандром высокочастотным сварным швом. Хороший круговой обзор обеспечивается прозрачным плексигласовым экраном, приваренным к стенкам шлема герметичным швом.

Надевают пневмокостюм через имеющийся на его спинке специальный клапан.

Кислородными приборами пользуются в тех случаях, когда шланг мешает работе. По способу использования кислорода кислородные приборы подразделяются на два типа: приборы, использующие кислород из баллонов, и приборы, использующие кислород, получаемый вследствие химической реакции.

В целлюлозно-бумажном производстве практическое применение нашли лишь приборы первого типа, в которых выдыхаемый воздух очищается в специальных патронах. Такой прибор называется регенеративным.

Прибор работает по замкнутому циклу (рис. 96, *а*) и представляет собой систему, присоединяемую к органам дыхания посредством загубника. Выдыхаемый воздух по выдыхательному шлангу 3 направляется в выдыхательный клапан 4, в регенеративный патрон 5, где поглощаются водяные пары и углекислота.

Очищенный воздух проходит по соединительной трубке 6 в резиновый дыхательный мешок 7 в который непрерывно поступает кислород из баллона 8. Поступление кислорода в систему происходит через автоматически регулируемый вентиль 9 и редукционный клапан 11 с легочным автоматом. Контроль поступления кислорода осуществляется при помощи манометра-финиметра 10. Обогащенный кислородом воздух через вдыхательный клапан 14 и вдыхательный шланг 15 попадает обратно в дыхательные органы.

Описанный замкнутый процесс дыхания полностью изолирует органы дыхания работающего от окружающего воздуха.

Кислородные приборы по времени действия подразделяются на две группы:

1) приборы 2 и 4-часового действия: РКР-2 (регенеративный кислородный респиратор, 2-я модель), РКК-1, РКР-3 и РКК-2



(регенеративный респиратор конструкции инж. Ковшова и Кузьменко), применяемый в основном для спасательных работ при ликвидации аварий;

2) приборы вспомогательного типа одночасового действия: КИП-3 и КИП-5 (кислородный изолирующий противогаз, 5-я модель), применяемые в качестве изолирующих самоспасателей для различных видов работ.

Приборы двух- и четырехчасового действия имеют вес 11—15 кг, их носят на спине, а приборы одночасового действия — 7—9 кг, их носят на боку (рис. 96, б и в).

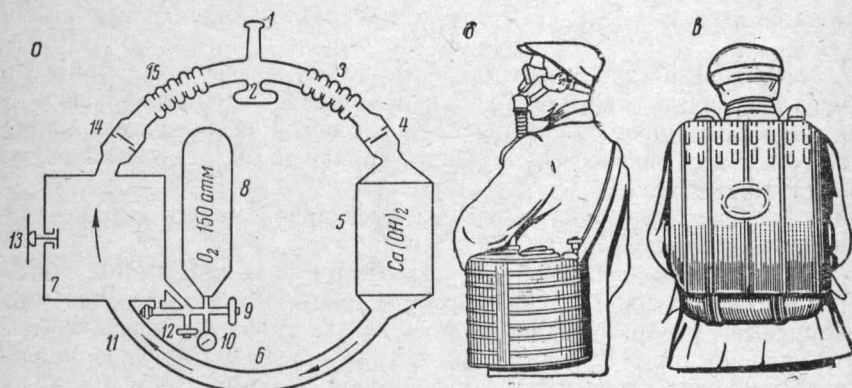


Рис. 96. Кислородные изолирующие приборы:

а — схема работы кислородного прибора: 1 — загубник; 2 — слюнособираательница; 3 — выдыхательный шланг; 4 — выдыхательный клапан; 5 — регенеративный патрон; 6 — соединительная трубка; 7 — дыхательный мешок; 8 — кислородный баллон; 9 — запорный вентиль кислородного баллона; 10 — манометр-финиметр; 11 — редукционный клапан с легочным автоматом; 12 — аварийный клапан; 13 — избыточный клапан; 14 — выдыхательный клапан; 15 — вдыхательный шланг; б — внешний вид прибора РКР-2 в действии; в — внешний вид прибора КИП-5 в действии

Для подачи в органы дыхания лиц, отравленных газом, чистого кислорода или смеси его с воздухом и углекислым газом применяют кислородные приборы, называемые ингаляторами. Принцип устройства их такой же, как и кислородных приборов. Основные части ингалятора — кислородный баллон с редукционным вентилем, резиновый мешок и маска.

Во время сильного отравления, при поражении электрическим током и в других случаях может наступить глубокий обморок (мнимая смерть), при котором создают искусственное дыхание в течение длительного времени (см. гл. 10).

Для облегчения этого процесса, требующего значительных физических усилий, служит оживляющий кислородный аппарат (ОКА). Этот аппарат состоит из двух приборов: кислородного ингалятора и прибора для создания искусственного дыхания, представляющего собой раму, к которой прикрепляют руки пострадавшего. При вращении рамы руки оживляемого запрокидываются за голову (вдох),

при обратном движении возвращаются на место (выдох). Искусственное дыхание сопровождается применением ингалятора.

На всех сульфитцеллюлозных заводах должны быть помещения для хранения, проверки и перезарядки респираторов и противогазов, а на целлюлозных заводах, потребляющих природный газ, жидкий хлор, сернистый ангидрид и аммиак, устраивают и газоспасательные пункты (ГСП).

Газоспасательные пункты ведут контроль за безопасным состоянием оборудования на опасных участках производства, выполняют профилактические (спасательные) работы и анализы загазованности воздуха в опасных цехах для предупреждения и своевременного устранения возможности аварий и отравлений, проверяют и перезаряжают респираторы и противогазы. Все эти работы проводят в соответствии с разработанными инструкциями.

Газоспасательный пункт должен располагаться в специальном помещении, находящемся по возможности в центре территории целлюлозно-бумажного комбината, вблизи хлорно-отбельных или кислотнo-варочных цехов, и должен иметь телефонную связь со всеми опасными цехами, медпунктом, отделом техники безопасности и пожарной командой. Газоспасательный пункт должен быть снабжен респираторами, противогазами, изолирующими приборами и оборудован установками для проверки их на сопротивление дыханию, герметичность и мощность, а также приборами для обследования воздушной среды, инвентарем (носилками, лестницами), средствами и приспособлениями для немедленного оказания первой помощи пострадавшим.

В штат газоспасательного пункта входят инструкторы, которые подчиняются непосредственно инженеру по технике безопасности. Большую помощь в работе газоспасательных пунктов могут оказывать добровольные газоспасательные команды (дружины) и санитарные посты из числа актива Красного Креста и Красного Полумесяца.

При отсутствии газоспасательного пункта их функции выполняет добровольная газоспасательная команда (ДГСК). Эта команда проводит работу согласно положению, утвержденному главным инженером предприятия и содержащему следующие разделы: назначение ДГСК; личный состав; материальная часть; обучение личного состава; хранение и уход за материальной частью; организация службы; работа в противогазах и аппаратах КИП-5.

При отсутствии газоспасательного пункта обследование воздушной среды должно выполняться силами работников промышленно-санитарной лаборатории при центральной лаборатории.

### **Защита органов зрения, слуха, кожных покровов и защита от падения**

**Защита органов зрения.** Для защиты глаз от механического и химического воздействия, а также от воздействия лучистой энергии рекомендуется ношение очков, закрывающих глаза спереди и

сбоку, а в ряде случаев и часть лица. Защитные очки должны отвечать требованиям защитных функций и гигиеническим, т. е. быть достаточно прочными; возможно меньше ограничивать поле зрения; допускать некоторую вентиляцию воздуха; сохранять достаточную

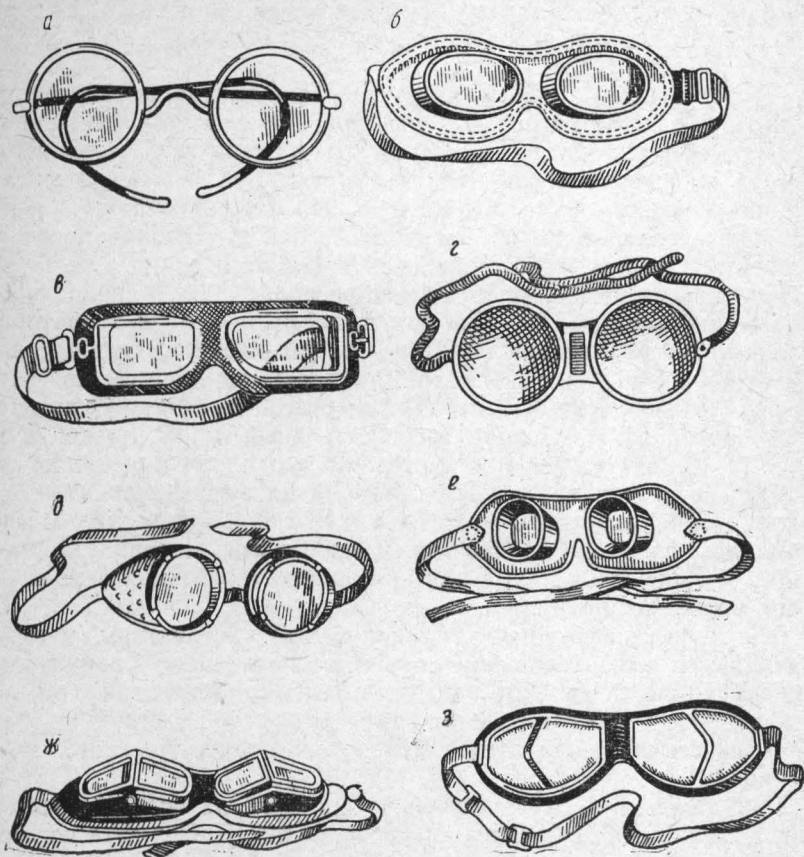


Рис. 97. Основные типы защитных очков:

*а* — предохранительные (от попадания посторонних тел по прямому направлению в глаз); *б* — противопылевые; *в* — герметические; *г* — сетчатые (от крупных осколков); *д* — чешуйчатые (от стружки при попадании ее сбоку); *е* — предохранительные (от пыли и брызг кислот и щелочей); *ж* — шоферские; *з* — целлулоидные (от ветра и пыли)

ясность видения, хорошо прилегать к лицу; не раздражать кожу; иметь малый вес.

По своей конструкции защитные очки открытого типа не отличаются от так называемых корректирующих очков, широко используемых в быту.

В зависимости от назначения закрытых очков коробки их бывают герметическими (защита от ядовитых газов, паров, пыли, жидкостей) или легко вентилируемыми (защита от осколков, стружки).

На рис. 97 представлены основные типы защитных очков. За-

щита от механического воздействия достигается очками с металлической оправой (сетчатой, проволочной или чешуйчатой) и небьющимися стеклами. Применяется безосколочное стекло, склеенное из двух листов стекла с целлулоидной прокладкой между ними.

Герметические очки, предназначенные для защиты глаз от воздействия газов, паров и химических растворов, имеют резиновую оправу (для плотного облегания впадины глаз) и обыкновенные стекла. В тех случаях, когда опасность ожога лица очень велика, применяют очки защитные ПО-1 герметичные с резиновой полумаской или резиновый шлем с очками от обычного противогаса, защищающий все лицо.

Защита глаз от воздействия лучистой энергии, т. е. вредных для зрения лучей (инфракрасных, ультрафиолетовых, видимых лучей большой яркости), производится при помощи очков со специальными цветными стеклами, называемыми защитными светофильтрами. Они поглощают вредные лучи, сохраняя при этом некоторую прозрачность для видимых лучей.

Для защиты глаз при электросварке служат светофильтры марки Э (электросварка) из темного стекла ТС-3. Изготавливают светофильтры Э-1 (при сварочном токе 30—75 а), Э-2 (75—200 а), Э-3 (200—400 а), Э-4 (свыше 400 а), различающиеся по толщине стекла и оптической плотности. Светофильтры выпускают в виде прямоугольных пластин, вставляемых в рамку щитков или шлемов электросварщиков (рис. 98).

Защита глаз вспомогательных рабочих при электросварке (слесарей-прихватчиков, подручных) производится при помощи очков закрытого типа со светофильтрами В-1 и В-2 (для работы в цехах) и В-3 (для работы на открытых площадках), изготовленными из темного стекла ТС-1 и ТС-8.

Для защиты глаз газосварщиков и газорезчиков применяют очки закрытого типа со светофильтрами Г-1 и Г-2 (при газовой сварке и резке средней мощности) и Г-3 (при мощной сварке и резке), изготовленными из темного стекла ТС-2 и ТС-4.

Для защиты глаз от интенсивного теплового излучения при работе у нагревательных, плавильных, колчеданных, стекловаренных и других печей применяют светофильтры из синего стекла марки СС-14 в виде смотровых стекол в рамках (очки-рамка СО-32 со стеклами — светофильтрами П-1200, П-1500, П-1800) или защитных очков со стеклами-светофильтрами П-1200, П-1500, П-1800.

Для защиты глаз от бета-излучения следует пользоваться защитными очками шоферского типа, очками с кожаной полумаской, очками летношоферскими и др. Защищая от вредных излучений, оправка очков должна по возможности полнее предохранять глаза от попадания пыли радиоактивных веществ.

В очках, употребляемых при работе с бета-излучением, могут быть применены как силикатные, так и органические стекла (плексиглас) толщиной 2—2,5 мм.



Для защиты глаз от бета-излучений рекомендуется также пользоваться щитками из органического стекла.

Для одновременной защиты глаз и лица применяются различные маски. Широкое распространение получил комбинированный фибровый щиток-маска ЩЭУ-1 для электросварщиков. Универсальный щиток-маска состоит из трех основных частей: наголовника, собственно щитка со смотровой рамкой и ручки (при пользовании щит-

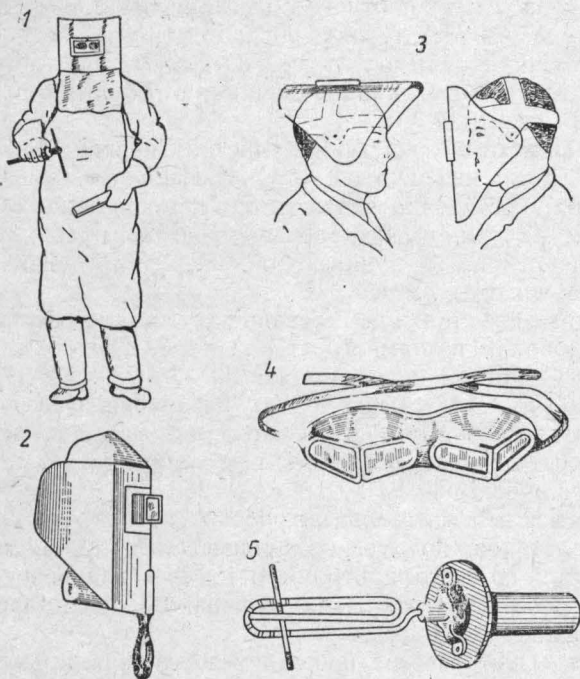


Рис. 98. Защитные приспособления для электросварщиков:

1 — электросварщик в защитной одежде, перчатках и шлеме;  
2 — ручной щиток; 3 — защитная маска; 4 — защитные очки (для подручных электросварщика) со светофильтрами; 5 — держатель электрода с изолированной ручкой, пружинящими губками и козырьком

ком в качестве ручного). Наголовная часть щитка состоит из фибрового ободка (наголовный вариант).

Маску для водосмотра котла изготавливают из латунной сетки с вделанными в нее толстыми зеркальными стеклами.

**Защита органов слуха.** Для защиты органов слуха применяют противошумы, препятствующие поступлению звуковых волн через наружный слуховой проход.

Существует два типа противошумов: внутренние, вкладываемые в наружный слуховой проход — заглушки или вкладыши,

и наружные, прикрывающие полностью ушную раковину, — противошумные или шумозащитные наушники.

Наиболее простой вид заглушки — ватный шарик (гигроскопическая стерилизованная вата, ГОСТ 5556—50) обладает заглушающей способностью, составляющей 5—7 дБ для частот в области 200—500 гц и 15 дБ для частот выше 3000 гц. Пропитка ваты смесью воска и камфары повышает заглушающий эффект на 2—3 д.

Известны многочисленные виды заглушек из твердых материалов — эбонита, пластмассы, резины, воска, смеси воска с вазелином, глицерином и другими веществами.

В зарубежной практике и, в частности, в Швеции, получили распространение пробочки из пластической массы, заключенные в тканевую оболочку.

Противошумные наушники и заглушки отличаются разнообразием как по конструкции, так и по материалам для изготовления.

Противошумные наушники типа ЛИОТ представляют собой чашки овальной формы, полностью прикрывающие ушные раковины и изготавливаемые из прессованной проклеенной бумаги. В чашках имеется ватная прокладка толщиной 1—2 см, а сами они обтянуты матерчатым чехлом с петлями для полосок наголовного крепления.

Основным условием хорошего заглушающего эффекта является плотность прилегания противошумов к околоушной области.

Когда уровень силы звука превышает 110—115 дБ, следует пользоваться шлемом с подшлемником и глушителями из пластмассы. Шлем изготавливают из специальной кожи на байковой или фланелевой подкладке. Подшлемник сатиновый, двойной, с двумя карманами для вкладывания глушителей.

**Защита кожных покровов.** Защитные (барьерные) пасты, мази и моющие средства являются эффективными средствами предупреждения профессиональных и гнойничковых заболеваний.

Защитные мази обычно наносят на кожу рук дважды в течение рабочей смены. Иногда требуется и более частое нанесение мази на руки в зависимости от свойств и характера работы.

По своему назначению защитные мази делятся на два вида:

- 1) мази для защиты от жиров, нефтепродуктов, растворителей, лаков, смол, различных углеводов и органических веществ;
- 2) мази для защиты от воды, водо-масляных эмульсий, водных растворов кислот, щелочей и солей.

По физико-химическим свойствам мази первой группы представляют собой вещества гидрофильные, а мази второй группы — в основном вещества гидрофобные.

К гидрофильным мазям относятся мази на крахмальной основе, мази на мыльной основе и пленкообразующие мази.

На крахмальной основе готовят защитную пасту ХИОТ-6 (главная составляющая — глицерин), защищающую от действия каменноугольных и минеральных масел, нефтепродуктов, различных органических растворителей и лаков. К этой группе относятся также

паста ПМ-1 (из крахмала, глицерина и белой глины) и защитная мазь проф. Селисского (из талька, крахмала, глицерина и др.).

Пленкообразующие гидрофильные мази образуют на коже тонкую прозрачную пленку (смолы, эфира целлюлозы, казеина и пр.), предохраняя ее от контакта с вреднодействующими веществами. Такие защитные составы часто называют «невидимыми перчатками».

Одна из паст разработана ЛИОТ на основе метилцеллюлозы, относящейся, как известно, к простым эфирам целлюлозы, хорошо растворяющимся в холодной воде. Другую пасту изготавливают на казеине, этиловом спирте и глицерине.

Для приготовления мазей и паст на мыльной основе используют мыло или его коллоидный раствор в воде с наполнителями (тальком, каолином, маслом и глицерином).

Защита кожи от пека, тяжелых фракций каменноугольной смолы и других фотосенсибилизирующих веществ производится противо-пековой пастой, являющейся модификаций пасты ХИОТ-6 (главные составляющие — глицерин и белая глина).

Для защиты от ультрафиолетовых лучей и чрезмерного солнечного света в состав гидрофобных мазей вводят салол, метилсалициловый эфир и другие вещества, являющиеся светофильтрами для этих лучей.

Гидрофобные мази подразделяются на мази с применением жиров и масел и пленкообразующие мази. Первые, состоящие из жиров и масел, будучи втертыми в кожу, образуют на ее поверхности жировой барьер (буфер), защищающий от вредного воздействия воды водных растворов солей, кислот и щелочей. В состав таких мазей входит ланолин и касторовое масло. В цинкстеаратную мазь № 1 проф. Селисского, кроме этих веществ, входят также растительное или минеральное масло, технический стеарин и окись цинка.

Пленкообразующие гидрофобные мази содержат нерастворимые в воде смолы, воски, эфиры целлюлозы (наиболее часто нитроцеллюлоза) с растворителями (эфир, ацетон, спирт).

В последние годы нашли применение силиконовые мази, содержащие полисилоксаны — полимерные кремнеорганические соединения. Покрытие кожи в виде пленки получается невидимым, достаточно устойчивым и хорошо противостоящим воде и мылу.

Для удаления загрязняющих и окрашивающих кожу веществ, которые трудно смываются водой с мылом, используют специальные моющие вещества и очистители кожи, состоящие из очищающих и смачивающих средств.

Очищающие средства содержат мыла, щелочи, соли, растворители и механические очистители (песок, глину), а иногда гипохлорит натрия, марганцевокислый калий и др.

Смачивающие средства содержат поверхностно-активные вещества, снижающие поверхностное натяжение и способствующие тем самым удалению загрязнения.

В настоящее время применяют синтетические моющие препараты (детергенты), в частности, эмульгирующие и смачивающие вещества

под названием ОП-7 и ОП-10. Последние, напоминая по внешнему виду технический вазелин, представляют собой полигликолевый эфир алкилфенолов с различным содержанием гликолевых остатков (семь или десять). Эти препараты очищают руки от мазута, масел, мелкодисперсной и иной пыли.

К моющим средствам, не оказывающим на кожу вредного действия, относятся:

а) древесные опилки, карбоксиметилцеллюлоза, тифеноловое масло;

б) древесные опилки, силикагель (окись кремния, чистый мелкий песок), алкиларилсульфоновый мягчитель;

в) прованская глина и мыло.

В качестве моющих средств для очистки кожных покровов от радиоактивных загрязнений следует применять различные специальные составы, в частности адсорбенты, комплексообразователи и растворители. Однако различные физико-химические свойства многочисленных радиоактивных элементов не дают возможности рекомендовать универсальные средства. Для очистки от загрязнения радием рекомендуется каолиновое мыло. В ряде случаев рекомендуется применение 1—2%-ных растворов лимонно-кислого натрия, углекислого натрия, марганцевокислого калия, мыло ОП-10 и др.

**Защита от падения.** При ведении работ на высоте более 4—5 м над уровнем земли рабочие должны привязывать себя к опорам специальными предохранительными поясами во избежание падения.

Предохранительными поясами должны обязательно пользоваться верхолазы, кровельщики, монтажники металлических ферм и мостов, электромонтеры на линиях связи и электропередач, а также рабочие, спускающиеся в бункеры, варочные котлы, отбельные башни, массные бассейны и др.

Предохранительный пояс для работ на воздушных линиях (ГОСТ 5718—51) предназначается для обеспечения безопасности и удобства работы на столбах и мостовых фермах (рис. 99, а).

По данным специальной комиссии экспертов Международного бюро труда, ширина предохранительных поясов не должна быть ниже 12 см при толщине не менее 6 мм. Минимальная прочность предохранительного пояса на разрыв — 1150 кг.

Единых методов испытания предохранительных поясов нет. В разных странах эти требования определяются органами охраны труда и безопасности. Так, в Швеции предохранительные пояса испытывают на станции Управления безопасности труда: статическое испытание на разрыв нагрузкой до 1000 кг, а испытание на трехкратный рывок с высоты 3 м с мешком весом 100 кг.

Отечественные предохранительные пояса для работ на воздушных линиях испытывают на прочность не реже одного раза в 3 месяца, подвешивая вертикально с грузом 300 кг на перекладине П-образной стойки (рис. 99, б). Если в течение 5 минут после снятия



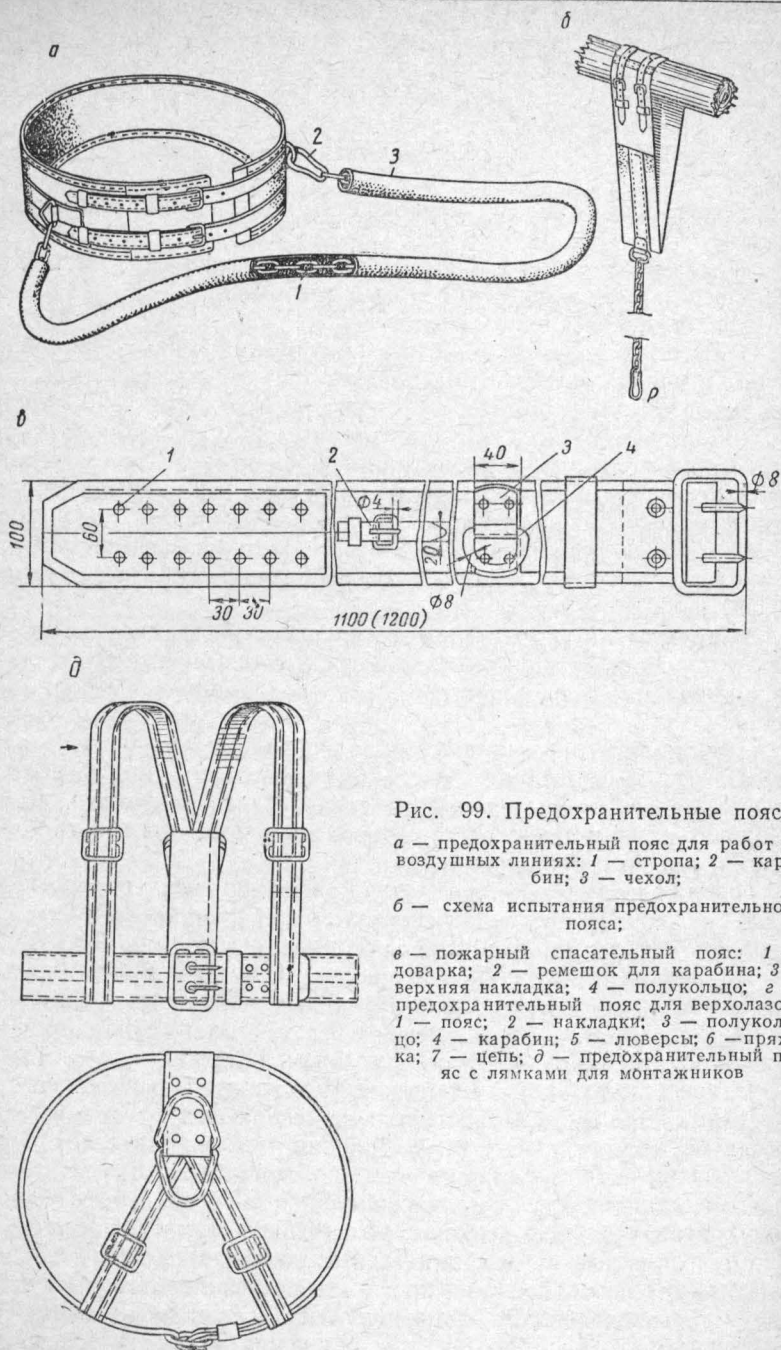
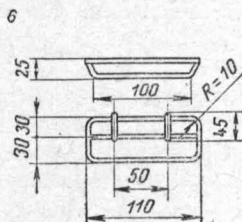
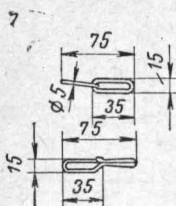
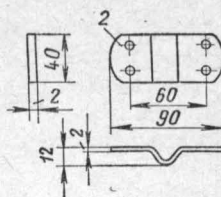
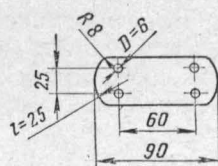
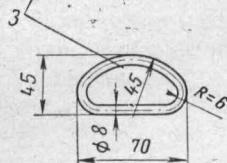
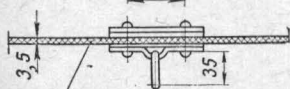
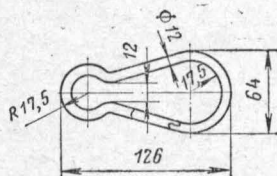
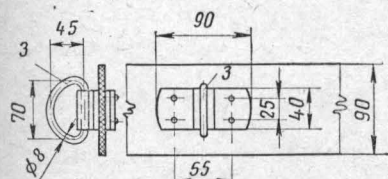
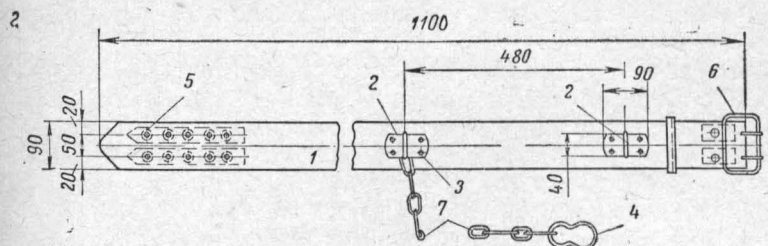


Рис. 99. Предохранительные пояса:

*а* — предохранительный пояс для работ на воздушных линиях: 1 — стропа; 2 — карабин; 3 — чехол;

*б* — схема испытания предохранительного пояса;

*в* — пожарный спасательный пояс: 1 — доварка; 2 — ремешок для карабина; 3 — верхняя накладка; 4 — полукольцо; 5 — предохранительный пояс для верхолазов: 1 — пояс; 2 — накладки; 3 — полукольцо; 4 — карабин; 5 — люверсы; 6 — пряжка; 7 — цепь; *д* — предохранительный пояс с лямками для монтажников



груза на поясе и его деталях отсутствуют следы повреждений, пояс считается пригодным для эксплуатации.

Пожарный спасательный пояс (рис. 99, в) испытывают подвешиванием груза до 350 кг. После снятия груза на поясе (ГОСТ 7040—54) не должно оставаться никаких следов повреждений.

Для верхолазов, занятых на работах по монтажу стальных конструкций, ферм, каркасов высоких домов и других сооружений, используют специальный предохранительный пояс (рис. 99, г), изготавливаемый из четырех слоев хлопчатобумажного материала общей толщиной 8,5 мм или из четырехслойного пропитанного хлопчатобумажного приводного ремня (ГОСТ 6982—54). Цепь и карабин надевают на два кольца Т-образной формы из 8-миллиметровой стальной проволоки. Кольца укреплены на поясе при помощи двух стальных пластинок размером 90 × 40 мм и толщиной 2 мм. Пластины наложены на наружную и внутреннюю стороны пояса и скреплены между собой четырьмя заклепками.

Предохранительный пояс с ляжками для монтажников (рис. 99, д) состоит из пояса с пряжкой и скрещенными ляжками с двумя металлическими кольцами в наспинной части. Длина пояса 1360 мм, ширина 85 мм. Пояс сшит из двух слоев бейтинга общей толщиной 4—5 мм. Для прочности к поясу по всей его длине с изнанки подшиты два ремня из сыромятной кожи.

Предохранительные пояса маркируют и пропитывают химическими составами против гниения.

При работе на высоте наряду с поясами широко применяют спасательные веревки и страховочные канаты. Для предохранительных и спасательных целей используют веревки по качеству не ниже так называемых технических повышенных. Прочность веревок на разрыв испытывают на динамометре с расстояниями между зажимами тисков — 0,5 м.

Остаточное удлинение спасательных веревок при испытании на растяжение под нагрузкой 500 кг в течение 15 минут не должно превышать 5%. Разрушающая нагрузка при разрыве веревки не должна быть ниже 1200 кг при удлинении к моменту разрыва не более чем на 12%. Согласно рекомендации экспертной комиссии Международного Бюро труда прочность спасательных веревок на разрыв не должна быть ниже 1150 кг.

Согласно требованиям шведского управления безопасности труда динамические испытания веревок производят путем сбрасывания привязанного к ним груза в 100 кг с высоты 3 м. Веревка должна выдерживать трехкратное сбрасывание.

Статические испытания веревок проводят под постепенно возрастающей нагрузкой до 1000 кг. Если при испытании ни одна прядь (жгут) не оказалась поврежденной, веревка считается пригодной для работы на высоте.

При хранении за спасательными и предохранительными веревками должно вестись особое наблюдение. Веревки оберегают от

действия кислых жидкостей и паров, хлорной извести, красок, лаков и других пленкообразующих веществ.

**Защита головы.** При работах в карьерах, туннелях и горячих цехах, при строительно-монтажных и аварийных работах, а также при гашении пожаров возможны механические повреждения и ожоги головы. Для защиты головы от механических повреждений служат различного рода каски, а от вредного действия интенсивного теплового излучения, от брызг расплавленного металла и горячей окалины (в горячих цехах) — суконные или войлочные шляпы с широкими полями, предохраняющими лицо и шею от ожогов.

Для предохранения рабочих-монтажников от повреждения головы падающими предметами при монтажных работах применяют фибровые и текстолитовые каски со специальными амортизаторами.

В качестве пожарных применяют стальные каски (из стали толщиной 0,8—1,0 мм), снабженные специальной вуалью для защиты лица от пламени и лучистой энергии. Вуаль представляет собой хлопчатобумажную или льняную сетку, пропитанную огнезащитными составами, предотвращающими ее воспламенение. Вуаль изготовляют совместно с назатыльником из мягкой кожи или плотного брезента, который надевают на голову под каску. Назатыльник служит для защиты шеи от пламени, искр и воды.

Для защиты лица и головы от брызг агрессивных веществ в США применяют приспособления в виде каски из винипласта с защитным прозрачным экраном (из ацетилцеллюлозы) и пелериной (из мягкого полихлорвинилового пластика).



## Глава 10

### ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

#### Виды поражений электрическим током и действие его на организм человека

Человеческий организм крайне чувствителен к сложному и многообразному воздействию электрического тока, который может вызвать как общее, так и местное его поражение (электрические травмы).

К местным поражениям относятся электроожоги, электрознаки, электрометаллизация кожи, а также ушибы и повреждения, полученные вследствие попадания под напряжение и возможного при этом падения или удара об окружающие предметы.

Электроожоги возникают в результате теплового действия тока и образования электрической дуги (последнее наиболее часто имеет место в установках высокого напряжения). Электрические знаки, или электроотметки, в противоположность ожогам обычно возникают при плотном контакте с токоведущими частями, они безболезненны, серо- или бело-желтого цвета, с резко очерченными краями поражения, круглой или эллиптической формы.

Электрометаллизация кожи происходит в результате электролитического действия тока и представляет собою проникновение в глубь кожи мельчайших частиц металла. Поврежденная поверхность кожи при этом становится жесткой и шероховатой.

Наибольшую опасность представляют общие поражения электрическим током (электрические удары), приводящие к резкому расстройству нервной системы, параличу сердца или дыхательного центра.

Электрическое сопротивление человеческого тела не является постоянной величиной и изменяется в очень широких пределах от нескольких сотен до нескольких миллионов *ом*. Это сопротивление складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи.

Сопротивление тканей внутренних органов незначительно, не более 1000 *ом*. Роговой слой кожи оказывает основное сопротивление прохождению электрического тока через тело человека. Сопротивление тела человека, когда кожный покров не поврежден и на-

ходится в сухом состоянии, составляет 40 000—100 000 *ом*. При поражении кожного покрова (наличие ссадин, царапины и др.) сопротивление человеческого тела резко снижается. Значительно снижается сопротивление влажной (потной) и загрязненной кожи. Попадание на кожу электролитов (кислот, щелочей, солей) снижает сопротивление кожи на 40—50%.

На величину электрического сопротивления человека влияет и общее состояние его организма. При болезнях легких, сердца, общей утомляемости, кожных и других заболеваниях электрическое сопротивление тела значительно снижается. Кроме индивидуальных особенностей человека, электрическое сопротивление его тела зависит от характера производственных условий. Повышенные влажность и температура, наличие металлической, угольной и другой токопроводящей пыли в воздухе и на теле человека уменьшают электрическое сопротивление его кожи.

С повышением приложенного напряжения, увеличением площади соприкосновения токоведущих частей с телом и продолжительности действия электрического тока уменьшается электрическое сопротивление человека. Это объясняется все усиливающимся прогреванием кожи и тканей тела вследствие прохождения через него электрического тока. Расчетное электрическое сопротивление человеческого тела принимается равным 1000 *ом*.

Важнейшими факторами, определяющими степень воздействия на человека электрического тока, являются:

- 1) сила тока, протекающего через тело человека;
- 2) продолжительность воздействия тока;
- 3) путь тока;
- 4) частота тока;
- 5) род тока.

Чем больше сила тока, протекающего через тело, тем значительнее его действие на человека. Сила тока до 0,9 *ма* человеком почти не ощущается, тогда как переменный ток силой 50 *ма* и выше даже при кратковременном действии вызывает паралич дыхания и потерю сознания.

Сила тока, проходящего через человеческое тело, пропорциональна величине приложенного напряжения ( $U$ ) и обратно пропорциональна сопротивлению тела ( $R_{\text{чел}}$ ):

$$I_{\text{чел}} = \frac{U}{R_{\text{чел}}}.$$

Поскольку сопротивление человеческого тела непостоянно, в каждом отдельном случае трудно рассчитать величину тока поражения. Поэтому в отношении мер безопасности различают электроустановки с номинальным напряжением до 1000 *в* включительно и установки с напряжением выше 1000 *в*.

В зависимости от окружающих условий принято считать безопасными напряжениями 36—12 *в*.

Продолжительность воздействия тока на человека в большой степени определяет исход несчастного случая. Чем дольше человек находится под действием тока, тем сильнее падает его электрическое сопротивление и растет опасность поражения.

Путь прохождения тока через тело человека влияет на степень поражения. Наиболее опасно прохождение тока по пути рука—нога.

Частота тока также определяет степень опасности поражения человека. С увеличением частоты тока опасность электроудара уменьшается. Наиболее опасными являются токи частотой 50—1000 гц (периодов в секунду).

Высокочастотные установки образуют в рабочих помещениях электромагнитные поля. Длительное пребывание работающих в зоне электромагнитных полей, если высокочастотные установки плохо экранированы, вредно отражается на здоровье, появляется быстрая утомляемость, головные боли, расстройство нервной системы. Поэтому при эксплуатации высокочастотных установок, а особенно установок ультравысокой частоты, следует применять профилактические меры, защищающие человека от воздействия электромагнитных полей. В качестве профилактических мер применяются различные типы поглотителей, экранирующие устройства, защитные очки и шлемы, изготовленные из мелкой латунной сетки.

Токи частотою нескольких сотен тысяч герц и выше применяют при лечении диатермией. В отношении ожогов эти токи не менее опасны, чем токи промышленной частоты, но в отношении электрических ударов их можно считать безопасными.

При воздействии постоянного тока на человеческий организм опасность поражения возникает при больших силах тока по сравнению с переменным током промышленной частоты. Результаты исследований показывают, что влияние постоянного тока на внутренние органы человека начинается при токах выше 80 *ма*.

За безопасную величину переменного тока условно принято считать ток в 10 *ма*; а для постоянного тока — 50 *ма*.

### Условия поражения электрическим током и оказание первой помощи

Степень опасности и возможность поражения током зависят от того, каким образом произошло включение человека в электросеть.

По степени опасности различают следующие виды включения:

- 1) двухфазное;
- 2) однофазное с заземленной нейтралью;
- 3) однофазное с изолированной нейтралью.

При двухфазном включении (рис. 100, *а*) человек попадет под полное линейное напряжение  $U_1$  (напряжение между двумя фазами) и через его тело пройдет ток, равный

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_1}{R_{\text{чел}}}.$$

Изоляция установки при данном включении не оказывает защитного действия.

При однофазном включении человека в систему с заземленной нейтралью (нулевая точка источника питания заземлена) (рис. 100, б) ток поражения будет определяться величиной фазного напряжения, которое в  $\sqrt{3}$  (1,73 раза) меньше линейного напряжения

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_1}{\sqrt{3} \cdot R_{\text{чел}}}.$$

При этом изолирующие свойства пола (настила), обуви и предохранительных приспособлений оказывают защитное действие.

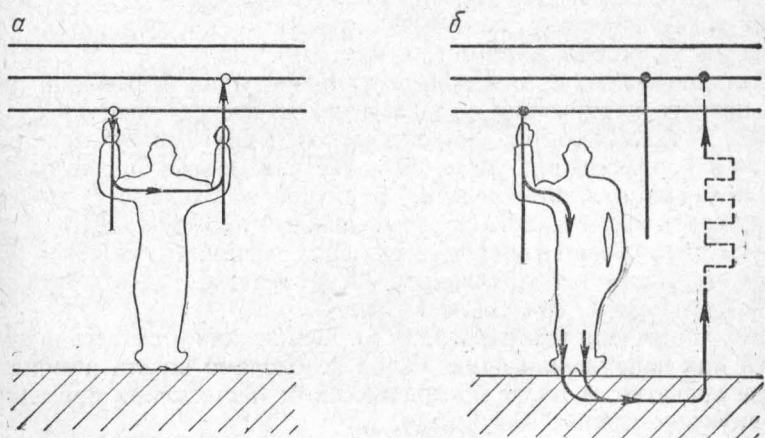


Рис. 100. Поражение человека током при включении в сеть:  
а — двухфазном; б — однофазном в системе с заземленной нейтралью

При однофазном включении человека в систему с изолированной нейтралью (нулевая точка источника питания изолирована) ток поражения определяется:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_1}{\sqrt{3} R_{\text{чел}} + \frac{R_{\text{изол}}}{\sqrt{3}}},$$

где  $R_{\text{изол}}$  — сопротивление изоляции установки.

Этот вид включения можно считать безопасным при наличии хорошей изоляции сети и всей установки. При плохой изоляции человек может оказаться под полным линейным напряжением.

На тех предприятиях, где вследствие производственных условий постоянный контроль за изоляцией затруднен и возможны частые замыкания на землю, а также понижения сопротивлений изоляции



отдельных фаз, целесообразно применять систему сети с заземленной нейтралью.

**Первая помощь.** Быстрота, находчивость и умение оказать первую (доврачебную) помощь при электроударах и электрических травмах являются главными условиями успеха сохранения жизни человека, попавшего под электрическое напряжение. Поэтому персоналу, обслуживающему электроустановки, необходимо периодически разъяснять опасность поражения электрическим током и обучать его приемам подачи первой помощи.

Первоочередным действием при оказании первой помощи должно быть немедленное освобождение пострадавшего от воздействия тока путем отключения той части установки, которой касается пострадавший, или отделением его от токоведущих частей, к которым он прикасается. В момент отключения пострадавшего из цепи тока персонал, оказывающий помощь, должен защищать себя от поражения током индивидуальными защитными приспособлениями (резиновыми галошами, ботами, перчатками).

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода низкого напряжения до 1000 в можно воспользоваться сухой одеждой, сухим канатом, палкой, доской и другими сухими предметами-непроводниками. Металлические или мокрые предметы для этой цели употреблять нельзя. В случае необходимости следует перерубить или перерезать провода (каждый провод в отдельности) низкого напряжения топором с сухой деревянной рукояткой или соответствующим изолированным инструментом, надев предварительно резиновые перчатки и галоши.

Для отделения пострадавшего от земли или от токоведущих частей при напряжении выше 1000 в необходимо надеть резиновые боты и перчатки, а также в зависимости от напряжения применить изолирующие штанги или клещи.

В исключительных случаях, в основном на линиях электропередач, прибегают к замыканию накоротко всех проводов линии и последующему их заземлению («Правила технической эксплуатации и безопасного обслуживания электроустановок промышленных предприятий»).

Меры первой помощи зависят от того состояния, в котором будет находиться пострадавший после освобождения его от тока. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке, ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача.

При нормальной работе сердца и органов дыхания пострадавшего в обморочном состоянии до врачебной помощи необходимо удобно уложить, расстегнув его одежду и обеспечив приток свежего воздуха. Затем пострадавшему следует дать нюхать нашатырный спирт, растереть и согреть его.

Если пострадавший имеет слабое дыхание (резкое и судорожное), а также при отсутствии дыхания (мнимая смерть) пострадавшего необходимо освободить от стесняющей одежды, положить на спину или живот, подставив под него что-нибудь теплое (одеяло, пальто)

во избежание охлаждения и обеспечить доступ чистого воздуха. После этого необходимо начать непрерывно делать искусственное дыхание до тех пор, пока пострадавший не начнет самостоятельно дышать или до появления неоспоримых признаков смерти (до появления трупных пятен).

Известны два способа искусственного дыхания (рис. 101).

По первому способу искусственное дыхание может производить один человек. Это наиболее легкий и простой способ. Пострадавшего нужно положить спиной вверх, головой на одну руку, лицом в сторону. Другую его руку следует вытянуть вдоль головы. Оказывающий помощь должен стать на колени над пострадавшим так, чтобы бедра пострадавшего были между коленями. Затем спасающий кладет ладони на спину пострадавшего, на нижние ребра, обхватив их с боков сложенными пальцами. Наклоняясь постепенно и приподнимаясь на руках, спасающий нажимает на ребра пострадавшего, производя выдох. Затем, не удаляя рук от спины пострадавшего, надо откинуться назад, производя вдох. Эти движения нужно делать 14—16 раз в минуту. Рекомендуется приравливать частоту искусственных вдохов и выдохов к дыханию человека, оказывающего помощь пострадавшему.

По второму способу искусственное дыхание обычно производят два человека. Пострадавшего кладут на спину, подложив под лопатки сверток одежды, чтобы голова оказалась запрокинутой назад. Один из спасающих должен вытянуть и удерживать язык пострадавшего, слегка оттягивая его вниз к подбородку, а другой — стать на колени у его головы. Второй спасающий берет пострадавшего за руки у локтя и прижимает их к боковым сторонам его груди, производя выдох. Затем он закладывает руки пострадавшего за

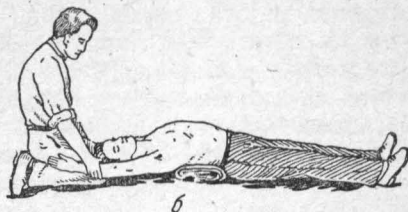
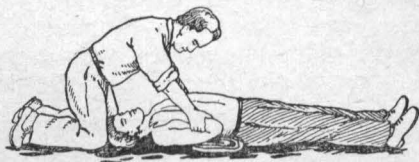
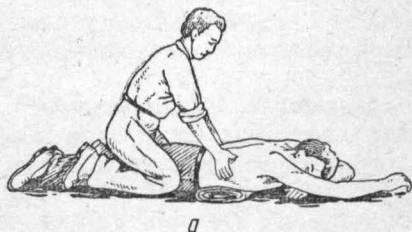


Рис. 101. Способы искусственного дыхания:

а — первый способ; б — второй способ

его голову, чтобы произошел вдох. Эти движения многократно чередуют.

Во время проведения искусственного дыхания необходимо следить за лицом пострадавшего, а также за появлением признаков жизни и самостоятельного дыхания. После того как мнимоумерший начнет самостоятельно и равномерно дышать, делать искусственное дыхание не следует, так как это может причинить вред.

При электроожогах первая помощь также должна производиться без промедления. Ожоги различают трех степеней.

Обожженную поверхность, как и рану, необходимо покрыть стерилизованным перевязочным материалом или чистой глаженной полотняной тряпкой, а сверху наложить вату и бинт. Дальнейшую помощь должен оказать врач.

Запрещается трогать место ожога грязными руками и вскрывать пузыри, так как этим можно занести инфекцию и вызвать нагноение.

При ожогах химическими веществами (кислотами, щелочами) обожженное место немедленно и обильно промывают водой. После этого делают соответствующие примочки: при ожогах кислотой — из содового раствора (одна чайная ложка на стакан воды), а при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса (3—6% по объему) или борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды).

При всех случаях ожога пострадавшему необходимо немедленно оказать первую помощь и направить его к врачу.

### **Мероприятия, предупреждающие опасность поражения электрическим током**

Степень безопасности обслуживания электрических установок определяют условия эксплуатации электрооборудования и характер производственной среды.

По степени электроопасности производственные помещения делятся на следующие категории:

1) помещения без повышенной опасности: сухие (относительная влажность менее 75%: нежаркие (5—30° С); с токонепроводящими полами (деревянные без гвоздей или асфальтовые); без токопроводящей пыли;

2) помещения с повышенной опасностью (при наличии одного из ниже перечисленных признаков): сырые (относительная влажность 75—100%); жаркие (температура выше 30°); с токопроводящими полами (деревянные в сыром состоянии, земляные, бетонные и особенно железобетонные), содержащие металлическую и токопроводящую пыль;

3) помещения особо опасные: особо сырые (относительная влажность достигает 100%) с едкими парами; газами и с токопроводящим полом; при наличии двух признаков опасности, характерных для помещений с повышенной опасностью, их классифицируют как особо опасные;

4) пожароопасные помещения, в которых хранят или обрабатывают легковоспламеняющиеся предметы или где в процессе производства могут образовываться легковоспламеняющиеся газы, пары, пыль, волокна;

5) взрывоопасные помещения, в которых хранят, изготавливают или обрабатывают взрывчатые вещества или где могут образоваться взрывчатые газы, пары, смеси.

Целлюлозно-бумажные предприятия в основном должны быть отнесены к разряду помещений с повышенной опасностью и особо опасных. Для большинства цехов характерны повышенная влажность, высокая температура и присутствие агрессивной среды (хлора, сернистого ангидрида и др.), способствующие разрушению изоляции электрооборудования. Кроме того, в цехах много целлюлозно-бумажной и древесной пыли, препятствующей охлаждению электрооборудования и вызывающей короткие замыкания, а следовательно, и опасность пожаров.

К защитным мероприятиям, предупреждающим опасность поражения электрическим током, относятся:

- 1) применение безопасного напряжения;
- 2) выбор и установка электрооборудования в соответствии с условиями окружающей среды по вышеприведенной классификации помещений;
- 3) ограждение токоведущих частей электрооборудования;
- 4) устройство заземления или зануления всех металлических конструкций, способных оказаться под напряжением (установка защитных выключателей);
- 5) применение индивидуальных защитных средств при обслуживании электроустановок;
- 6) организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность производства работ.

Безопасные напряжения применяют для ручных переносных ламп, ручного инструмента, светильников местного освещения и при электросварке. В помещениях с повышенной опасностью безопасным напряжением для ручных переносных электрических ламп принято считать напряжение не выше 36 в, а в помещениях особо опасных и вне помещений — напряжение не более 12 в.

Для питания светильников местного стационарного освещения (с лампами накаливания) и переносного электроинструмента допускается напряжение: в помещениях без повышенной опасности — не выше 220 в; в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и вне помещений — не выше 36 в.

При наличии защитного пускателя, обеспечивающего дистанционное управление и мгновенное автоматическое отключение электроинструмента от сети (в случае замыкания на корпус или обрыва заземляющего провода) допускается напряжение до 220 в независимо от категории помещений.

Безопасные напряжения трансформируют от производственной сети. Во избежание поражения током со стороны повышенного на-



пряжения понизительные трансформаторы следует укреплять стационарно или предусматривать штепсельное соединение их с рабочей электросетью при длине провода не более 2 м. На случай пробоя обмотки кожух трансформатора и вторичную обмотку его необходимо заземлять. Изоляцию понижающих трансформаторов требуется проверять не реже одного раза в 3 месяца.

Выбор и установка электрооборудования (электродвигателей, аппаратуры управления, пускорегулирующей, контрольно-измерительной и защитной), а также вспомогательного оборудования по исполнению должны соответствовать условиям окружающей среды по вышеприведенной классификации помещений.

По исполнению различают следующие виды электрооборудования: открытое; защищенное; закрытое; взрывозащищенное.

Открытое электрооборудование не защищено от соприкосновения с вращающимися и токоведущими частями и от проникновения пыли, влаги, газов, а также от попадания внутрь посторонних предметов.

Защищенное электрооборудование защищено от случайного прикосновения к вращающимся и токоведущим частям, а также от попадания внутрь посторонних предметов, от проникновения капель влаги, падающих отвесно, и брызг, падающих под углом 45°.

Закрытое электрооборудование герметически защищено химически стойкой изоляцией от проникновения на его внутренние части пыли, влаги и химикатов.

Взрывозащищенным называется электрооборудование, обеспечивающее безопасность его применения в условиях взрывоопасных помещений и наружных установок, утвержденное Государственным институтом по проектированию и исследованию взрывобезопасного электрооборудования.

Взрывозащищенные электродвигатели и аппаратура по исполнению делятся на следующие подгруппы: взрывонепроницаемые, повышенной надежности против взрыва; маслonaполненные, продуваемые под избыточным давлением; искробезопасные; специальные.

Взрывонепроницаемые корпуса машин и аппаратов могут выдерживать максимальное давление взрыва в случае воспламенения внутри их взрывчатых смесей и защищены от распространения взрыва в окружающую среду.

Конструкция машин и аппаратов повышенной надежности против взрыва — исключает возможность возникновения искр электрической дуги или опасных температур там, где они в нормальных условиях не должны иметь места.

В маслonaполненных машинах и аппаратах все части, способные дать искру, погружены в масло, исключая, тем самым, возможность соприкосновения между этими частями и окружающим воздухом. Части, не дающие искру, могут быть либо погружены в масло, либо заключены во взрывонепроницаемую оболочку.

Оборудование (машину или аппарат), продуваемое под избыточным давлением, заключают в плотно закрытую оболочку, продуваемую чистым воздухом. Внутри этой оболочки поддерживают избыточное давление, предотвращающее засасывание среды из взрывоопасного помещения.

В искробезопасном электрооборудовании возникающие искры не могут воспламенить взрывоопасную среду.

В целлюлозно-бумажной промышленности для электробезопасности обслуживающего персонала рекомендуется применять электродвигатели и электроаппаратуру защищенного или закрытого, а в некоторых случаях и взрывобезопасного типа.

Закрытые пыленепроницаемые электродвигатели рекомендуется устанавливать; в древесных, печных, дробильно-размолочных отделениях колчедана и серы; на складах щепы, в цехах резки и упаковки целлюлозы, а также в других пыльных помещениях.

В цехах с активной химической средой (в варочных кислотных, регенерационных, отбельных и др.), где химикаты в виде брызг и испарений могут разрушающе действовать на электрооборудование, необходимо устанавливать электродвигатели закрытого типа с химически стойкой изоляцией.

Во взрывозащищенном исполнении электродвигатели устанавливают в тех отделах, где применяют вещества, способные произвести взрыв: в отделениях получения дезорации скипидара; в цехах поверхностной обработки бумаги; в отделении производства фитостерина, омыления канифоли и пека с разливом.

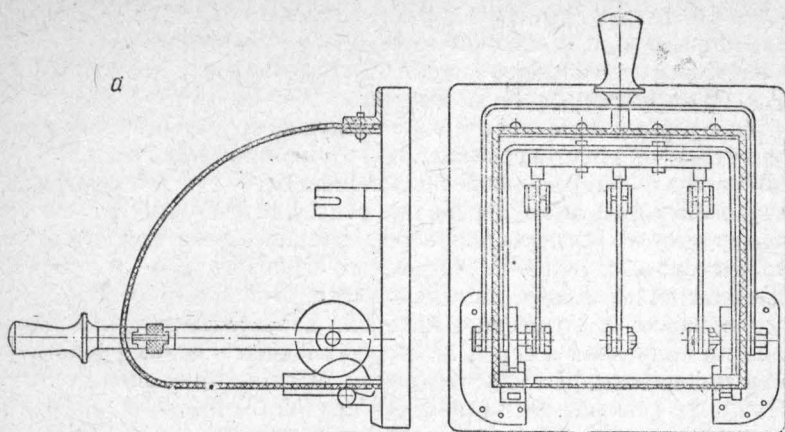
Ограждение, защита и изоляция токоведущих частей являются основными требованиями безопасности электроустановок.

Правильный выбор типа пусковой аппаратуры в большой степени определяет безопасность обслуживания электроустройств. Пусковая аппаратура (рубильники, реостаты, разъединители) при включении и отключении дает электрическую искру, которая может вызвать не только ожоги, но и пожар. Поэтому пусковую аппаратуру следует применять также защищенного или закрытого типа. Рубильники разрешается применять в электроустановках при напряжении не выше 500 в. Установка выключателей и рубильников на щитах должна быть произведена с учетом отключения ножей сверху вниз и подвода питания так, чтобы ножи в разомкнутом состоянии не оказались под напряжением.

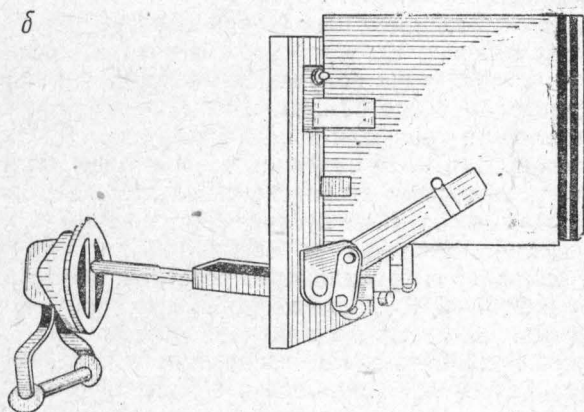
Наиболее опасны рубильники открытого типа, поэтому на них необходимо устанавливать сплошной защитный кожух из негорючего материала (рис. 102, а).

Рубильники с рычажным управлением менее опасны, так как ножи монтируют за щитом, а рычаг управления с лицевой стороны щита (рис. 102, б).

Лучшей пусковой аппаратурой в отношении безопасности являются магнитные пускатели ПМ с дистанционным управлением, у которых пусковые кнопки должны быть утоплены или снабжены кольцом, предотвращающим случайное их нажатие.



б



в

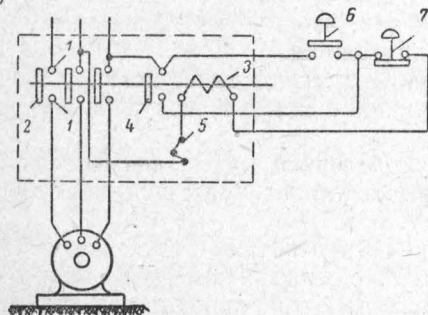


Рис. 102. Рубильники и магнитный пускатель:

а — рубильник с защитным кожухом; б — рубильник с рычажным управлением; в — схема магнитного пускателя: 1 — неподвижные контакты; 2 — подвижные контакты; 3 — катушка электромагнита; 4 — блокировочные контакты; 5 — тепловое реле; 6 — включающая кнопка; 7 — отключающая кнопка

Магнитный пускатель (рис. 102, в) состоит из контактора и двух пусковых кнопок. Нажимая одну кнопку, замыкаем цепь катушки электромагнита, включающего контактор.

После включения контактора пусковая кнопка шунтируется блокировочным ножом и отпускается. При отключении установки требуется нажать другую кнопку, которая, разрывая цепь катушки электромагнита, освобождает ножи контактора.

Для напряжения свыше 1000 в пусковой аппаратурой служат масляные выключатели.

Токи короткого замыкания, увеличиваясь в несколько раз по сравнению с номинальными силами тока, могут привести к взрыву масляного выключателя. Для защиты обслуживающего персонала от ожогов (горящим маслом во время взрыва и от прикосновения к токоведущим частям) предусматривается со стороны коридора управления глухая защитная стенка. Применение баковых выключателей с объемом масла 200—250 кг обуславливает необходимость их установки в отдельных изолированных помещениях и ограничения доступа к ним.

В отношении пожаро- и взрывобезопасности заслуживают внимания выключатели с малым объемом масла (горшковые), а также новые конструкции выключателей (автогазовые, автопневматические, воздушные и др.).

Особую опасность в момент включения и отключения электросети под нагрузкой представляют разъединители; дуга, получаемая при этом, столь велика, что может привести к авариям и несчастным случаям. Поэтому пользоваться разъединителями разрешается только после снятия силовой нагрузки.

Для обеспечения безопасности и необходимой последовательности при запуске и остановке машин и аппаратов, связанных между собой технологическим процессом, оборудование должно иметь автоблокировочные и сигнальные устройства.

Надежным средством защиты от возможного прикосновения к токоведущим частям является блокировка, при которой обесточивание электроустановки производится раньше, чем человек может соприкоснуться с токоведущими частями (например, размыкание электросети при открывании дверцы распределительного устройства, отключение и включение разъединителей только при выключенном масляном выключателе).

В электроустановках широко практикуются электрические и механические блокировки, имеющие целью снять напряжение при открывании дверей шкафов или помещений, где находится аппаратура.

На рис. 103, а изображена схема механической блокировки масляного выключателя и разъединителя. Замки масляного выключателя и разъединителей (линейного и шинного) должны открываться и закрываться одним ключом *К*. Ключ из замка *1* выключателя может быть вынут в случае отключения масляного выключателя из сети, т. е. при условии разрыва сцепления тяги выключателя *В* с собачкой соленоида *С*.



*a*

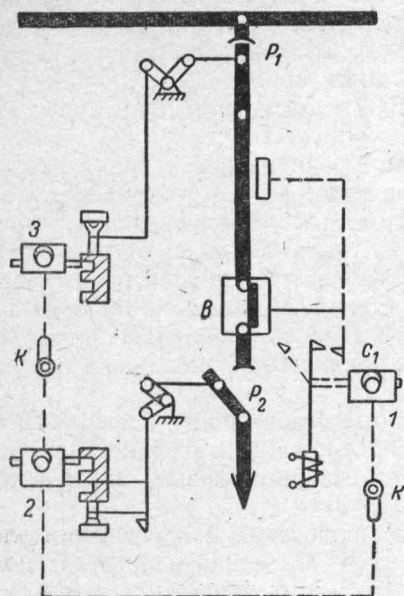


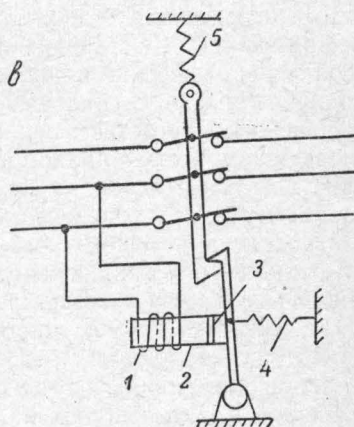
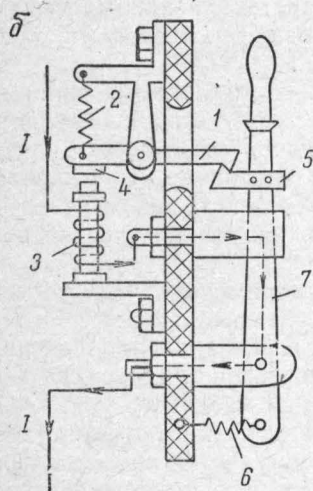
Рис. 103. Блокированные и автоматические электровыключатели:

*a* — механическая блокировка масляного выключателя и разъединителя: 1 — замок выключателя; 2 — замок линейного разъединителя; 3 — замок шинного разъединителя; Б — масляный выключатель; С<sub>1</sub> — собачка зацепления соленоида; К — ключ; Р<sub>1</sub> — шинный разъединитель; Р<sub>2</sub> — линейный разъединитель

*б* — эскиз автомата максимального тока: 1, 5 — рычаги сцепления; 2, 6 — оттягивающие пружины; 3 — электромагнит; 4 — якорь-защелка; 7 — контактный нож

*в* — схема устройства минимального автомата:

1 — катушка электромагнита; 2 — сердечник электромагнита; 3 — якорь-защелка; 4, 5 — оттягивающие пружины



Если ключ вынут, то выключатель блокирован и уже включен быть не может. Далее, ключом *K* отпирают замки 2, 3 разъединителей и производят операцию их включения или отключения. Ключ из замка разъединителя может быть вынут при фиксированных положениях включения и отключения. Только после этого можно включить масляный выключатель посредством замка 1 и ключа *K*. Блокировочные устройства широко применяют в рубильниках закрытого типа. Эти устройства не допускают включения рубильников при снятом кожухе.

Наиболее совершенной системой защиты является релейная, обеспечивающая автоматическое отключение электрического устройства от источника тока при открывании дверей распределительных устройств шкафов или ограждений.

Для защиты от токов перегрузки и токов короткого замыкания способных вызвать сгорание токоприемника и электросети, применяют плавкие предохранители (пробковые, пластинчатые, трубчатые) и автоматические выключатели.

Для защиты установок малой мощности напряжением до 250 в применяют пробковые предохранители, а для защиты установок большой мощности при том же напряжении — пластинчатые предохранители.

Пластинчатые предохранители, перегорая, образуют пары и брызги расплавленного металла, поэтому их необходимо монтировать на изоляционной плите и закрывать крышкой из огнестойкого материала. Наиболее безопасными по своей конструкции являются трубчатые предохранители, в которых плавкие вставки помещаются внутри патрона из фарфора или фибры.

Смену предохранителей необходимо производить при снятом напряжении, для чего рубильники или другие отключающие элементы должны быть установлены до предохранителей (со стороны подводки питания). Однако такая последовательность не всегда имеет место; например, выключатели нагрузки ставят после предохранителей, которые приходится менять под напряжением. В подобных случаях смену предохранителей или плавких вставок необходимо производить в диэлектрических перчатках, стоя на резиновом коврике.

Установленные в цехах распределительные щитки следует помещать в закрытые металлические кожухи-ящики, доступ к которым может иметь только дежурный электромонтер или другой работник, обслуживающий электроустановки.

Все металлические части распределительных устройств сборок, щитов, шкафов и пультов должны иметь антикоррозийное покрытие.

Все открытые токоведущие части электрооборудования, нормально находящиеся под напряжением, необходимо ограждать сеткой или барьером или же располагать их на недоступной прикосновению высоте (не ниже 2,2 м).

При внезапном прекращении поступления электроэнергии все

двигатели, приводящие в движение машины и аппараты, должны быть немедленно отключены от сети.

Применение воздушных автоматических выключателей в электроустановках позволяет использовать их не только как выключатели, но и для защиты электрических установок от токов короткого замыкания, от перегрузок (автоматы максимального тока), для автоматического отключения электроустановок при понижении или полном исчезновении напряжения в сети (минимальные, нулевые автоматы). На рис. 103, б, в изображен эскиз автомата максимального тока и схема устройства минимального автомата.

В случае короткого замыкания или повышения тока нагрузки электромагнит (рис. 103, б), притягивая сердечник, разъединяет рычаги сцепления и освобождает контакт автомата. Под действием пружины контакт автомата откидывается, производя полное отключение.

Действие минимального автомата (рис. 103, в) основано на том же принципе, только разрыв цепи в нем происходит при понижении или полном исчезновении напряжения в сети. При этом сердечник электромагнита не может удержать якорь-защелку, и в результате последующего действия пружин автомат срабатывает. В момент срабатывания рукоятка автомата внезапно отбрасывается и находящийся поблизости от него человек может получить ушиб. Для безопасной работы рекомендуется снабжать автоматы механизмами свободного расцепления, обеспечивающими их отключение. При этом рукоятка автомата остается неподвижной.

Все аппараты и машины, снабженные автоматическим и дистанционным управлением, необходимо обеспечить также местным электрическим или механическим управлением.

Все электроустановки должны иметь надежную и исправную изоляцию. Исправное состояние изоляции и контроль за ней являются одним из наиболее важных условий безопасной эксплуатации электрооборудования. Качество изоляции определяется сопротивлением прохождению через нее тока утечки.

На участке между двумя предохранителями допускается сопротивление изоляции  $1000\ \text{ом}$  на  $1\ \text{в}$  напряжения. С течением времени изоляция электросети изнашивается, а следовательно, снижается ее механическая и диэлектрическая прочность. Снижение сопротивления изоляции сети допускается не более 50% от ее нормального значения. Для периодического контроля изоляции пользуются мегомметром.

Контроль состояния изоляции можно осуществить с помощью ламп или вольтметров, схема включения которых показана на рис. 104. При снижении сопротивления изоляции одной из фаз вольтметр, подключенный к этой фазе, покажет пониженное напряжение, а показания вольтметров двух других фаз возрастут по сравнению с нормальным фазовым напряжением. В случае замыкания одной из фаз на землю вольтметр, подключенный к этой фазе, покажет нуль, а вольтметры, подключенные к двум другим фазам

покажут линейное напряжение. Проверку сопротивления изоляции необходимо производить при пуске электроустановки в эксплуатацию, а также не реже 1—2 раз в год в течение всего времени ее работы.

Электропроводка должна быть надежно защищена от механических повреждений путем прокладки проводов в трубах, применением проводов и кабелей с броневой оплеткой и др. Выполнение электросети с голыми проводами в производственных помещениях разрешается на высоте не менее 2,2 м, если при этом исключена возможность прикосновения к проводам.

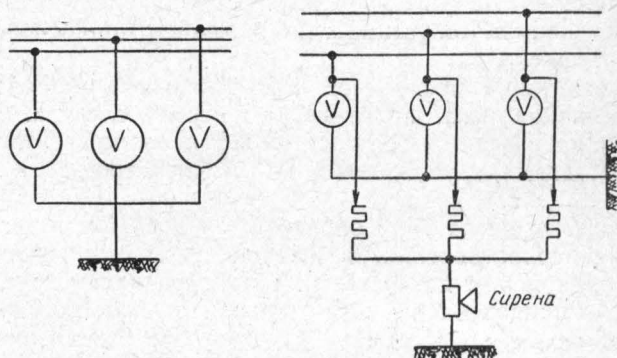


Рис. 104. Схема постоянного контроля состояния изоляции электросетей с изолированной нейтралью

Троллейные системы питания электрических кранов на случай обрыва проводов необходимо снабжать соответствующими автоматами, обеспечивающими их мгновенное обесточивание.

Разветвление электросети и сети значительной мощности следует выполнять кабелем, который для безопасности и сохранности располагают под полом или в устроенных для этой цели траншеях, закрываемых сверху съемными железными или бетонными плитами. Глубина каналов должна быть не менее 30—50 см, а ширина зависит от числа кабелей, проложенных в канале при допустимом расстоянии между ними 60 мм.

Во всех помещениях, где возможны разливы жидкости, и в коррозионных отделениях (варочного, кислотного, хлорного отбельного, абсорбции дурнопахнущих газов, каустизации) силовые электрические магистрали необходимо проводить под потолками. В исключительных случаях, когда кабель или магистральные провода прокладывают на полу, их следует заключать в герметические трубы.

Вследствие нарушения изоляции токоведущих частей электрических установок напряжение электросети может перейти на металлические конструкции оборудования, нормально не находящиеся под напряжением (корпусы пусковой аппаратуры, электродвигатели).



телей и связанных с ними машин, станков, щитков, ограждение и т. п.). Прикосновение к частям оборудования, оказавшимся под напряжением, представляет большую опасность, для устранения которой применяют защитное заземление или зануление.

**З а щ и т н о е з а з е м л е н и е**, применяемое в электросетях до 1000 в при изолированной нейтрали, представляет собой преднамеренное присоединение всех металлических конструкций электрооборудования (нормально не находящегося под напряжением) с землей. Защитное заземление имеет целью снизить до безопасной величины напряжения (относительно земли) с оборудования, которое вследствие нарушения изоляции и замыкания на корпус может оказаться под напряжением сети. Согласно электротехническим правилам и нормам допустимым напряжением прикосновения считается 40 вольт.

При увеличении проводимости заземляющего устройства снижается величина тока, протекающего через человека. Защитное заземление производится посредством вертикально забитых в грунт стальных (газовых) труб длиной 2,5—3 м, диаметром 2" и толщиной стенок 3—3,5 мм.

Необходимое число труб определяется расчетом в зависимости от величины сопротивления растеканию, удельного сопротивления грунта и ряда других показателей. Трубы соединяют друг с другом при помощи приваренной к ним стальной полосы, которую проводят внутрь цеха и присоединяют к магистрали заземления (контур заземлений), идущей вдоль стен помещения.

Магистральная линия заземления в установках до 1000 в представляет собой стальную полосу толщиной 4 мм и сечением не менее 48 мм<sup>2</sup>. При напряжении свыше 1000 в сечение должно быть не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Каждую часть оборудования, подлежащего заземлению, присоединяют параллельно к контуру заземления полосовой или круглой сталью площадью поперечного сечения 24 мм<sup>2</sup> (для полосовой) и  $\varnothing$  5—6 мм (для круглой стали). Проводники переносных заземлений и закоротки должны быть из меди и во всех случаях иметь сечение не менее 25 мм<sup>2</sup>.

В качестве заземлителей могут быть использованы металлические конструкции, постоянно соединенные с землей на большом протяжении, например водопроводные трубы, обсадные трубы, металлические шпунты гидротехнических сооружений, свинцовые оболочки кабелей и др.

Голые алюминиевые провода, алюминиевые оболочки кабелей и газовые трубопроводы не могут быть использованы в качестве заземлителей.

При использовании естественных и искусственных заземлителей необходимо обеспечить непрерывность сети заземления при всех эксплуатационных условиях и ремонтных работах.

**З а щ и т н о е з а н у л е н и е** применяют в четырехпроводных сетях напряжением до 1000 в с глухим заземлением нейтрали.

Зануление представляет собой присоединение всех нетокопроводящих металлических конструкций, которые могут оказаться под напряжением, к зануляющему проводу. В случае пробоя фазы на корпус зануление вызывает короткое замыкание и обеспечивает выключение поврежденного участка сети путем срабатывания максимальной защиты или расплавления плавкой вставки. При этом очень важное значение имеют быстрота и надежность отключения поврежденного оборудования.

Если по величине ток короткого замыкания своевременно не обеспечит расплавление вставки предохранителя или срабатывания автомата, зануление, как защита, не оправдывает себя. В момент короткого замыкания в нулевом проводе возникают опасные напряжения, поэтому другие приемники, подключенные к данной системе зануления, оказываются под напряжением, что может привести к несчастному случаю.

Расчетную величину тока короткого замыкания, обеспечивающего надежную защиту, принимают  $\geq 3 I_{\text{ном}}$  ( $I_{\text{ном}}$  — номинальный ток — плавкой вставки ближайшего предохранителя) или  $\geq 1,5 I_{\text{отк}}$  ( $I_{\text{отк}}$  — значение тока отключения автомата).

При выполнении защитного зануления требуется заземление нулевого провода у источника тока и повторно в сети, так как всякое замыкание на землю создает напряжение на всем зануленном оборудовании. Повторное заземление нулевого провода снижает его напряжение относительно земли и тем самым уменьшает опасность поражения током при соприкосновении с частью оборудования, случайно оказавшегося под напряжением. Во избежание обрыва нулевой провод следует тщательно и надежно укреплять.

Надежным способом защиты людей от поражения электрическим током при пробое изоляции на корпус является применение защитных выключателей.

Принцип действия защитного выключателя состоит в следующем. Корпус защищаемого оборудования через выключающую катушку и вспомогательный заземлитель соединяют с землей. В случае короткого замыкания на корпус выключающая катушка приводит в действие выключатель и отключает от сети поврежденную часть устройства. Для безопасности пользования переносные токоприемники (электроинструменты, контрольные лампы, трансформаторы, преобразователи частоты) необходимо заземлять или занулять. Заземление (зануление) переносных токоприемников осуществляется при помощи четырехжильных шлангов и проводов (в системе трех-

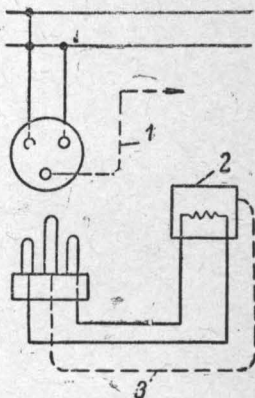
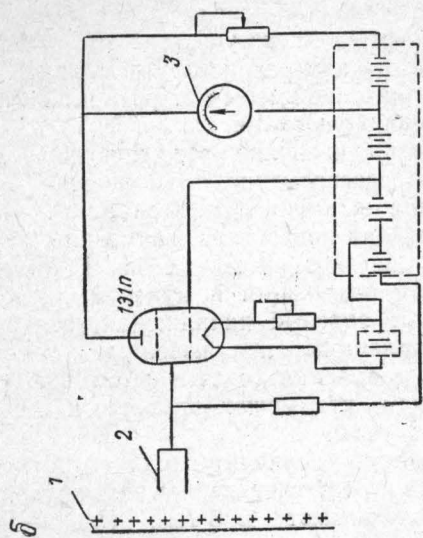
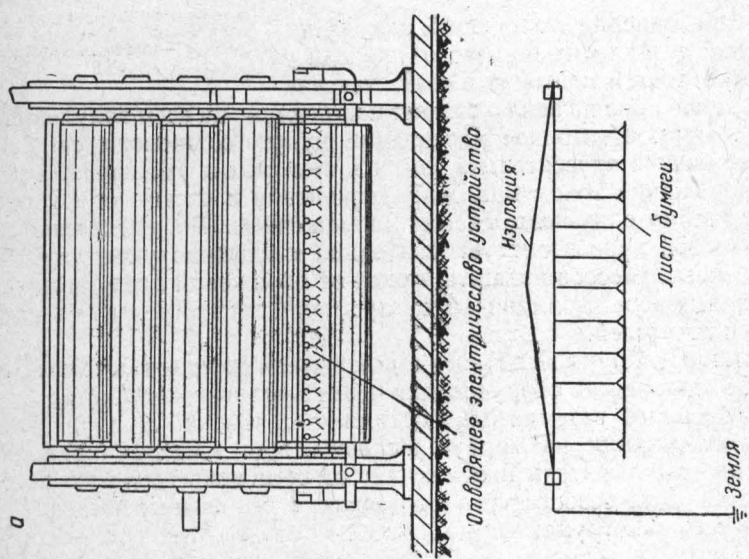
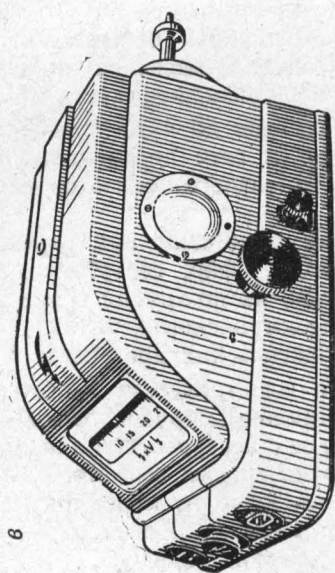


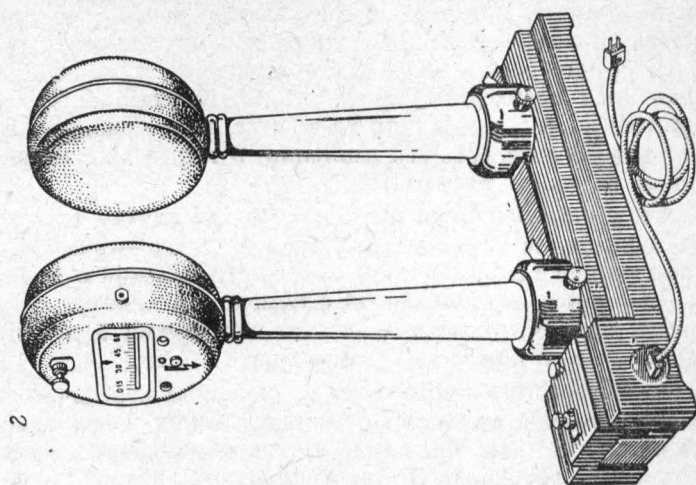
Рис. 105. Штепсельное соединение с заземляющим проводом:

1 — отвод к заземлению или занулению; 2 — приемник тока; 3 — заземляющий провод





а



б

Рис. 106. Удаление электрического заряда с бу-  
мажного полотна (а); схема прибора для обнару-  
жения статического электричества (б); статические  
киловольтметры (в, г)



фазного тока) или трехжильных шланговых проводов (в системе двухфазного тока) и штепсельного соединения (рис. 105). Указанная конструкция штепсельного соединения предусматривает заземляющий контакт, который обеспечивает включение токоприемника сначала в сеть заземления, а затем в рабочую электросеть.

Не реже одного раза в месяц и при выдаче на руки переносные приемники тока необходимо проверять на отсутствие оголенных токоведущих частей и замыкания на корпус, на исправность заземляющего провода и целость его изоляции, а также на соответствие приемников условиям работы.

Заземление рекомендуется применять и для снятия электростатических зарядов, получаемых при многих технологических процессах при трении ремня о шкив, бумажного полотна о цилиндры и валы. Для отвода электростатического заряда с бумажного полотна и ременных передач применяют медные заземленные щетки или цепочки, соприкасающиеся с полотном бумаги (рис. 106, а).

Отвод статического электричества от ременных передач, а также с бумажного полотна при помощи металлических щеток является небезопасным, так как при этом могут образовываться искры. С развитием радиоактивной техники появляется возможность применения радиоактивных веществ (например, полония) для ионизации воздуха и движущегося бумажного полотна и снятия с него электростатических зарядов.

Для снятия статического электричества с бумажного полотна, движущегося со скоростью до 400 м/мин Украинским научно-исследовательским институтом целлюлозно-бумажной промышленности предложена вновь разработанная установка, имеющая ионизатор с максимальной длиной не свыше 10 м и напряжением поля 4,5 кВ/см, дающая плотность нейтрализуемых зарядов до  $4 \cdot 10^{-9}$  кулон/см<sup>2</sup>.

Питание установки осуществляется от сети переменного тока 127 или 220 в с трансформацией тока питающего ионизатор напряжением до 45 кВ.

Заряды статического электричества возникают при перевозке органических жидкостей (бензол, бензин, эфир, сероуглерод, толуол, хлорбензол и др.), при перекачках их по трубам и при движении пылеобразующих смесей в пневмотранспорте, а также при размоле, прессовании и прочих технологических процессах.

Для отвода зарядов статического электричества необходимо заземлять резервуары, смесители, циклоны, трубопроводы, цистерны и прочее оборудование, связанное с переработкой или транспортировкой пожароопасных и мелкодисперсных веществ.

Увлажнение воздуха применяют как одно из мероприятий по борьбе со статическим электричеством. Являясь проводником, воздух предотвращает накапливание статических зарядов.

Кафедрой техники безопасности Московского института химического машиностроения разработан прибор для обнаружения статического электричества, схема которого приведена на рис. 106, б.

Действие прибора основано на зависимости ионного тока от напряженности поля, создаваемого электрическим зарядом.

В настоящее время Ленинградский завод «Вибратор» изготовляет статические киловольтметры типа С96 и С100 (рис. 106, в, г). Действие приборов основано на электростатическом взаимодействии, возникающем между двумя телами, находящимися под напряжением относительно друг друга.

Индивидуальные защитные средства, играющие важную роль при обслуживании электроустановок, подразделяются на следующие группы:

1) приспособления и инструменты для работ под напряжением (клещи, штанги, монтерский инструмент);

2) средства изоляции человека от земли и токоведущих частей (резиновые коврики, подставки, диэлектрические боты, деревянные настилы на фарфоровых ножках, изолирующие щиты и колпаки, предназначенные для ограждения соседних токоведущих частей установки);

3) приборы—указатели наличия напряжения (индикаторы напряжений, контрольные лампы).

1-я и 3-я группы представляют собою основные защитные средства, которые по изоляционным свойствам могут выдерживать в течение длительного времени соприкосновение с токоведущими частями. Во 2-ю группу входят дополнительные защитные средства, которые сами по себе не могут обеспечить безопасность при поражении током, но усиливают действие основных защитных средств и служат для защиты от напряжений прикосновения и шагового, а также от ожогов электрической дугой.

Одновременное применение основных и дополнительных защитных средств при обслуживании электрических установок более надежно обеспечивает безопасность работы, чем использование одного из них. Изолирующая способность основных защитных средств должна соответствовать рабочему напряжению.

Изготовленные на заводах защитные средства имеют клеймо, указывающее, для каких напряжений они предназначены. Материалы, применяемые для изготовления защитных средств, должны отличаться высокими диэлектрическими и механическими свойствами. В качестве изолирующего материала используют эбонит, бакелит, текстолит, проваренное в масле дерево, фарфор, а также резину различных сортов и видов.

Все электротехнические защитные средства подвергают тщательному наружному осмотру и периодически испытывают при повышенном напряжении. Результаты испытания должны быть зафиксированы протоколом. На изделиях, прошедших испытания, ставят клеймо с указанием организации, производившей испытание, даты испытания, величины испытательного и эксплуатационного напряжений.

Правильное и систематическое применение индивидуальных защитных средств при эксплуатации электроустановок во много раз снижает опасность поражения электрическим током.

Организационные мероприятия обеспечивают безопасность эксплуатации электроэнергии и производства работ. Одним из важных условий безопасной организации работ является надлежащая подготовка обслуживающего персонала. Лица, допускаемые к работе с электрическим оборудованием, должны иметь техническую квалификацию в соответствии с выполняемой операцией, а также усвоить безопасные методы труда на своем участке работы и проходить ежегодно квалификационную комиссию для проверки своих знаний.

Допуск в помещения электрических установок лиц, не имеющих к ним прямого отношения, как правило, не разрешается. В электрических установках, требующих систематического наблюдения и обслуживания, должны находиться дежурные, число которых зависит от величины объекта, величины напряжения, наличия дистанционного управления и других условий безопасного обслуживания. Старший по смене должен иметь квалификацию не ниже III группы.

При осмотре распределительных устройств дежурному персоналу запрещается снимать ограждения и выполнять работы, связанные с прикосновением к токоведущим частям оборудования. О замеченных неполадках в работе установки следует своевременно сообщить лицу, ответственному за ее исправное состояние. Если же обнаруженные неисправности угрожают аварией или несчастным случаем, дежурный имеет право сам выполнить предупреждающие их операции с последующим уведомлением об этом старшего по должности.

Из организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность ремонтных работ, необходимо указать следующие:

1) правильное оформление задания на работы по устному, телефонному или письменному распоряжению (в «Журнале производства работ») в установках напряжением до 1000 в; по наряду — в установках напряжением выше 1000 в;

2) подготовка участка для производства работ (отключение электроприемников и полное или частичное снятие напряжения с участка; принятие мер против ошибочного включения или самовключения его под напряжение; установка ограждения, присоединение к заземляющей шине переносных заземлителей; вывешивание предупредительных плакатов и другие технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ);

3) допуск ремонтников к работе с инструктированием производителем работ, проверкой отсутствия напряжения на ремонтируемом участке и указанием частей оборудования, оставшихся под напряжением, а также с уточнением места в бригаде;

4) контроль за работой (непрерывное наблюдение производителя работ за выполнением ремонта и предупреждение любого нарушения рабочими требований безопасности);

5) оформление окончания работ (уборка рабочего места и приемка участка производителем работ после выполнения ремонта).

До начала ремонта необходимо обесточить ремонтируемый участок, чтобы исключить возможность его подключения к электросети. Далее, надо проверить отсутствие напряжения соответствующими приборами (контрольными лампами, индикаторами напряжений), провести заземление и закорачивание токоведущих частей, а также поместить на включающем устройстве плакат с надписью: «Не включать — работают люди».

При работе с частичным снятием напряжения оставшиеся под напряжением и доступные для случайного прикосновения токоведущие части должны быть на время работ надежно ограждены изолирующими материалами.

Запрещаются работы на неотключенных токоведущих частях с применением металлического инструмента (ножовок, напильников, металлических метров и др.). Во избежании ошибочного включения под напряжение отдельных участков электроустановки каждая группа питания (фидер, соответствующий ему рубильник и группа предохранителей) на распределительных щитках должна быть пронумерована номером оборудования (станка, машины, аппарата), для питания которого она предназначена.

Электроустановки должны работать в строгом соответствии с правилами технической эксплуатации и соблюдением требований техники безопасности. Весьма важно также обучить рабочих оказанию первой помощи при электротравмах и электроударах.

### **Контроль защитного заземления и испытание диэлектрических защитных средств**

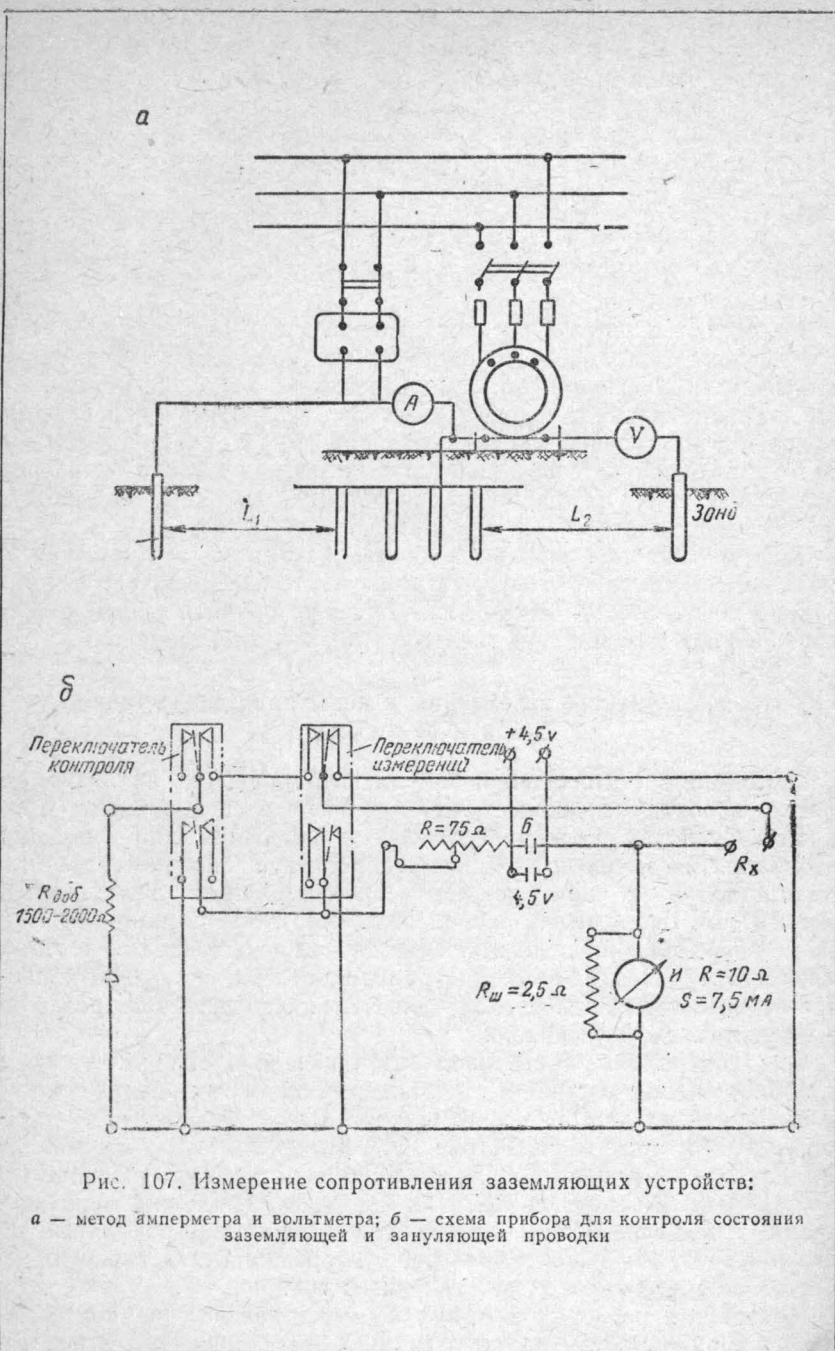
Состояние заземляющей и зануляющей проводки на любом ее участке необходимо систематически проверять специальными приборами. Существует несколько способов измерения сопротивления заземления, из которых наиболее распространен способ амперметра и вольтметра с применением вспомогательных заземлителей (рис. 107, а). Заземлители располагают так, чтобы потенциал земли в зоне расположения одного из вспомогательных заземлителей был равен нулю. Показания амперметра и вольтметра, включенных в соответствии с указанной схемой, позволяют определить сопротивление испытываемой установки.

Для контроля за состоянием заземляющей проводки, а также для обнаружения аварийного напряжения на частях оборудования, не находящихся нормально под напряжением, рекомендуется прибор, разработанный ЛИОТ (рис. 107, б). Этот прибор состоит из индикатора, питательной батарейки, щупа, струбины и реостата.

Визуальный осмотр внутренних контуров заземления производственных цехов необходимо проводить: в нормальных и сырых помещениях — не реже двух раз в год, в коррозионных и взрывоопасных помещениях — не реже трех раз в год.

Контроль и проверку внешних контуров заземления (контрольные раскопки) следует вести: в грунтах, не зараженных агрессив-





ными средами; — не реже одного раза в 3 года; в грунтах, зараженных агрессивными средами, — не реже одного раза в год.

Все резиновые диэлектрические перчатки, галоши, боты, коврики, дорожки необходимо периодически подвергать испытанию на пробой и утечку тока.

Согласно «Правилам пользования и испытания защитных средств, применяемых в электротехнических установках» диэлектрические перчатки, галоши и боты подвергают испытанию один раз в 6 месяцев, а диэлектрические коврики и дорожки — один раз в 2 года.

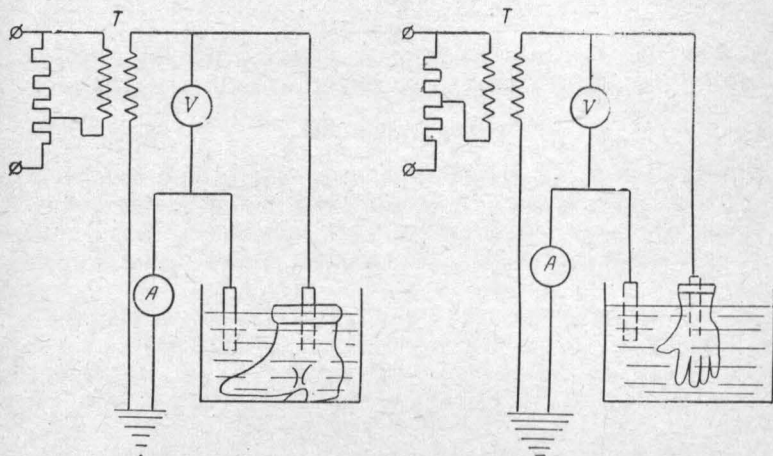


Рис. 108. Схема испытания индивидуальных защитных средств на утечку электротока

Схема установки для испытания диэлектрических перчаток и бот приведена на рис. 108.

Подлежащий испытанию предмет наполняют электролитом так, чтобы наружные и внутренние стороны его на расстоянии 5—2 см от края кромки не были смочены раствором, и помещают в ванну, тоже наполненную электролитом.

Далее, один электрод помещают в ванну, другой внутрь изделия.

Наличие проколов и других механических повреждений в изделии произведет замыкание цепи тока через электролит. При этом показания амперметра и вольтметра будут свидетельствовать о плохих диэлектрических свойствах изделия, подлежащего проверке.

Проверка на пробой и утечку тока резиновых ковриков и дорожек осуществляется путем прокатывания их между двумя вращающимися навстречу друг другу металлическими валиками, находящимися под напряжением. Появление скользящих разрядов на поверхности испытываемых предметов или пробой свидетельствует о их непригодности как средств личной защиты.

Изолирующие подставки подвергают электрическим испытаниям один раз в 3 года. Ножки испытывают отдельно или вместе с настилом. В последнем случае ножки подставки соединяют проволокой по их верхним и нижним основаниям отдельно. Затем от одного из зажимов испытательного трансформатора подают напряжение к верхним основаниям ножек, а от другого зажима (непосредственно или через землю) к нижним основаниям. После испытания на торцах ножек, выдержавших испытание, ставят клеймо, а забракованные ножки разбивают.

---

## *Часть II*

# **ОСНОВЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ**

---

### **Глава 11**

#### **ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ССР И ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

##### **Общие сведения**

Пожарные профилактические мероприятия имеют своей целью предотвратить возникновение пожаров, создать условия, препятствующие распространению огня и обеспечивающие успешные действия пожарных команд, а также эвакуацию людей и материальных ценностей.

Для народного хозяйства предупреждение пожаров является наиболее надежным и экономически целесообразным мероприятием, сохраняющим промышленные предприятия от пожаров.

Основными пожарно-профилактическими мероприятиями являются:

- 1) мероприятия, устраняющие возможные причины пожаров;
- 2) мероприятия, ограничивающие распространение возникшего пожара;
- 3) мероприятия, обеспечивающие успешную эвакуацию людей и имущества из горящих и находящихся в опасности помещений;
- 4) мероприятия, обеспечивающие организацию пожарных команд и успешное развертывание их тактических действий при тушении пожара путем устройства удобных подъездов к зданиям, проходов к труднодоступным местам, наружных пожарных лестниц, а также снабжения объекта средствами пожаротушения.

К мероприятиям, устраняющим причины пожаров, относятся:

- а) организационные (мероприятия, касающиеся технологического процесса с учетом пожарной опасности производства); б) эксплуатационные (мероприятия по надлежащей эксплуатации производственного оборудования); в) технические и конструктивные (мероприятия по правильному устройству разделок в отопительных системах и промышленных установках; монтажу электрооборудования по правилам устройства электротехнических установок, установке огнепреградителей на резервуарах с горючими, легко воспламеняющимися жидкостями и др.); г) мероприятия режимного характера (запрещение курения и применения открытого огня в помещениях, где это является опасным, и пр.).



В состав мероприятий, ограничивающих распространение пожаров, входят: правильная планировка промышленных предприятий; применение несгораемых или трудносгораемых конструкций в зданиях; устройство противопожарных преград (брандмауэров, противопожарных стен, противопожарных зон, перекрытий и стен).

Основные строительные мероприятия пожарной профилактики включены в «Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий, и населенных мест (Н102—54)»,<sup>1</sup> в технические условия и правила пожарной безопасности, обязательные для выполнения всеми целлюлозно-бумажными предприятиями, хозяйствами и строительствами.

Пожарная безопасность и охрана от огня социалистических предприятий имеют особо важное государственное значение, так как убытки, связанные с пожаром на предприятии, наносят прямой ущерб государству.

Непрерывный рост производства бумаги и целлюлозы должен быть обеспечен увеличением мощностей действующих предприятий за счет их реконструкции и расширения, а также вводом в действие большого числа новых предприятий и агрегатов. Это потребует тщательного проведения пожарно-профилактических мероприятий.

#### Основные принципы построения советской пожарной охраны

Начало организованной борьбы с пожарами путем их предупреждения положено декретом Совета Народных Комиссаров «Об организации государственных мер борьбы с огнем», подписанным В. И. Лениным 17 апреля 1918 г. Этот декрет, опубликованный 18 апреля 1918 г., явился первым важнейшим документом по организации пожарной профилактики в общегосударственном масштабе.

В апреле 1927 г. Совет Народных Комиссаров СССР вынес постановление «О мерах охраны государственных и имеющих государственное значение предприятий, складов и сооружений», возлагающее на руководителей предприятий и лиц, ответственных за сохранность отдельных корпусов, цехов, складов и сооружений, персональную ответственность за противопожарное состояние подведомственных им хозяйств.

Постановлением ЦИК и СНК от 7 апреля 1936 г. утверждено «Положение о Государственном пожарном надзоре и городской пожарной охране». В настоящее время Государственный пожарный надзор (Госпожнадзор) осуществляют Министерства охраны общественного порядка союзных и автономных республик через управления пожарной охраны (УПО) и его местные органы.

В порядке Госпожнадзора УПО и его органы осуществляют систематический контроль по всем вопросам противопожарной техники на целлюлозно-бумажных предприятиях. Эти органы имеют

<sup>1</sup> Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест — Н 102—54, Гос. изд. лит. по строительству, архитектуре и стройматериалам, М., 1959.

право производить осмотры территории, зданий, сооружений и ставить вопрос о привлечении к ответственности виновных в нарушении обязательных постановлений, правил, норм и инструкций пожарной безопасности, а в случае обнаружения нарушений, создающих непосредственную угрозу возникновения пожара, приостанавливать работу предприятий.

### **Организация пожарной охраны на целлюлозно-бумажных предприятиях**

На целлюлозно-бумажных предприятиях преобладает ведомственная охрана, подчиняющаяся дирекции предприятия.

В целях привлечения рабочих, служащих и инженерно-технических работников к участию в проведении противопожарных профилактических мероприятий и активной борьбе за сохранение социалистической собственности от пожаров на всех предприятиях создают пожарно-технические комиссии и добровольные пожарные дружины.

Комиссию в составе главного инженера (председатель), начальника пожарной охраны, энергетика, технолога, химика, инженера по технике безопасности и специалиста по водоснабжению назначает руководитель предприятия специальным приказом. В состав комиссии входят также представители общественности предприятия.

Пожарно-технические комиссии выполняют следующие обязанности: ежеквартально производят осмотр всего предприятия; намечают пути и способы устранения выявленных противопожарных недочетов и устанавливают сроки их выполнения; проводят беседы и лекции; разрабатывают и представляют в БРИЗ темы по противопожарным вопросам; принимают участие в разработке цеховых инструкций и правил; организуют общественные смотры противопожарного состояния цехов, складов, бирж; проверяют качество выполнения предложений Госпожнадзора и совнархоза.

Намеченные комиссией противопожарные мероприятия после утверждения их руководителем предприятия должны выполняться в установленные сроки.

В организации пожарной охраны целлюлозно-бумажных предприятий значительную роль играют добровольные пожарные дружины (ДПД), которые организуют так, чтобы в каждой рабочей смене находились ее члены. Для членов ДПД установлены меры поощрения: денежные премии, ценные подарки и дополнительный отпуск до 6 дней в году. Согласно положению о добровольных пожарных дружинах на промышленных предприятиях боевые пожарные расчеты участвуют в пожаротушении, выезжая на пожар на автонасосах, автоцистернах, мотопомпах и других передвижных средствах пожаротушения, а также обслуживают стационарные средства пожаротушения и принимают участие в дежурствах. Членам ДПД выдают за счет предприятия комплект спецодежды

и оплачивают их труд из расчета среднемесячного заработка на производстве.

Одним из важных участков профилактической работы пожарной охраны является противопожарная пропаганда среди рабочих, ИТР и служащих. При массовой разъяснительной работе, проводимой начсоставом, можно использовать различные формы: беседы, радио, местную печать, плакаты и др. Агитационную и пропагандистскую работу необходимо вести повседневно, а не от случая к случаю, увязывать с планом работы партийных и профсоюзных организаций объекта и учитывать в специальном дневнике.

## Глава 12

### ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВЫ

#### Физико-химические основы горения

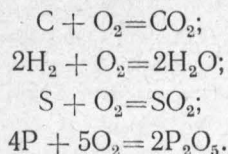
Для правильной организации противопожарных мероприятий и выбора наиболее эффективных средств тушения пожаров необходимо знание физических и химических процессов горения веществ.

Физико-химические основы теории горения были сформулированы в середине XVIII века великим русским ученым М. В. Ломоносовым.

Горение представляет собой быстро протекающую химическую реакцию соединения горючего вещества с кислородом воздуха или другим окислителем, при которой выделяются тепло и свет. Горение относится к процессу окисления и характеризуется высокой скоростью реакции и значительным тепловым эффектом.

Для процесса горения необходимо наличие горючего вещества, кислорода воздуха или другого окислителя и соответствующей температуры. Из необходимых для горения условий вытекают и способы его прекращения: изъятие горючего вещества из сферы реакции горения и изоляция от кислорода воздуха (или других окислителей) и понижение его температуры.

подавляющее большинство горючих веществ — органического происхождения и состоит главным образом из углерода, водорода, кислорода, азота, серы и фосфора. Приведем уравнения горения углерода, водорода, серы и фосфора:



При горении углерода (содержащегося в топливе в количестве 50—96%) в качестве конечного продукта получают углекислый газ. Такой процесс называется полным горением.

При недостатке кислорода горение органических веществ будет неполным, так как конечные продукты содержат способную гореть окись углерода.



Процесс горения зависит от состава твердого тела. Так, например, при горении сложных веществ (древесины, каменного угля и т. п.) происходит предварительно их разложение с образованием горючих газов, вызванное нагревом. При горении же простых веществ (серы, фосфора и др.) нагрев вызывает сначала их плавление, потом испарение и, наконец, горение паров этих веществ.

Жидкость также должна быть нагрета до определенной температуры для своего воспламенения. При наличии открытого огня горение происходит за счет паров, выделяемых нагретой жидкостью.

Следовательно, процессы горения характеризуются также физическими процессами превращения горючего вещества в газообразное. При выделении газообразных горючих продуктов в процессе горения образуется пламя. Рассматривая пламя свечи, можно видеть в нем три зоны: внутреннюю, центральную и наружную.

**Внутренняя** зона у самого фитиля — темная. Она состоит из паро- и газообразных продуктов, выделенных воском под влиянием высокой температуры свечи. В этой зоне горения почти не происходит, так как воздух проникает туда в крайне недостаточном количестве.

**Центральная** — светящаяся зона имеет более высокую температуру благодаря частичному сгоранию газов и их распаду. Свечение этой оболочки обусловлено мельчайшими раскаленными частицами углерода, являющимися продуктом распада.

**Наружная** зона едва светится и имеет наивысшую температуру за счет полного горения в условиях свободного доступа кислорода воздуха. В этой зоне происходит окончательное сгорание окиси углерода в углекислый газ и водорода в пары воды.

Пламя других видов горючего имеет аналогичную структуру. Некоторые вещества (кокс, древесный уголь и др.) не выделяют газообразных продуктов и в обычных условиях горят без пламени.

### Самовоспламенение и самовозгорание

Температура, до которой нужно нагреть горючее вещество, чтобы оно воспламенилось без внешнего воздействия открытого огня, называется температурой самовоспламенения. Она характеризует в известной мере степень пожарной опасности вещества и определяет содержание профилактических мероприятий.

Температура самовоспламенения зависит также от давления и состава летучих продуктов. Чем выше давление горючей смеси, тем ниже температура самовоспламенения. Она зависит также от состава воздуха: при увеличении концентрации кислорода в воздухе температура самовоспламенения будет понижаться.

Температура самовоспламенения газов и большинства жидкостей находится в пределах  $400-700^{\circ}$ , а у большинства твердых веществ она тем ниже, чем больше летучих продуктов выделяется при их нагревании.

Ориентировочная температура самовоспламенения древесины 270°, торфа 225°, бурых углей 250°, каменных углей 400°, серых колчеданов 340°. Температура самовоспламенения твердых веществ зависит также от степени их измельчения. Чем мельче вещество, тем ниже его температура самовоспламенения. Металлы в компактном состоянии не горючи, но некоторые из них в виде порошка способны гореть и даже взрывать (особенно в виде аэрогеля).

При определенных условиях некоторые вещества способны выделять теплоту и саморазогреваться вплоть до самовозгорания. Самовозгоранием называется процесс воспламенения вещества в результате его самонагревания (без воздействия внешнего источника тепла). Тепло, необходимое для воспламенения, выделяется в самом веществе в результате протекающих в нем тепловых процессов химического, физического или биологического характера.

В определенных условиях могут самовозгораться растительные продукты (солома, сено, солод, хлопок-сырец и др.); древесина и древесный уголь; сульфиды железа; ископаемое топливо; жиры и масла; химические вещества и смеси.

### Температура вспышки и взрывы газоздушных смесей

Температура, при которой пары горючей жидкости образуют с воздухом воспламеняющуюся смесь, называется температурой вспышки. При нагревании жидкости выше температуры вспышки последует горение, так как одновременно с повышением температуры увеличивается скорость испарения жидкости.

Взрывом называется химическая реакция с выделением большого количества тепла и образованием газов, способных производить разрушительную работу. Импульсами, вызывающими взрыв смеси, могут быть пламя, искра или накалившее тело.

Нижним пределом взрыва называется минимальная концентрация пара или газа, ниже которой взрыва не последует. Верхним пределом взрыва называется максимальная концентрация газа или пара, выше которой смесь перестает быть взрывчатой.

Пределы взрываемости веществ, применяемых или получаемых в производствах целлюлозно-бумажной промышленности, приведены в приложении 1.

Область взрывчатых концентраций, лежащих между нижним и верхним пределами взрыва, называется промежуточным (диапазоном) взрыва.

Во взрывоопасных цехах категории А (гл. 13) для предупреждения возможности искрения от механических причин (удар, трение):

а) все ударяющиеся друг о друга части машин, приборов, установок и приспособлений должны быть сделаны из неискрящих при ударе материалов;

б) трущиеся части оборудования, которые во время работы мо-

гут нагреваться до температуры  $70^{\circ}$  и выше, должны быть оборудованы охлаждением или взрывобезопасной термосигнализацией;

в) при работе следует применять неискрящие при ударах инструменты и приспособления.

### Взрывы пылевых смесей

Пыль состоит из газообразной среды и твердых дисперсных частиц различных размеров, способных быть взвешенными в дисперсионной среде в естественных и производственных условиях.

Обычно дисперсионной средой является воздух. Такая система называется аэрозолем. Аэрозольные дисперсные системы по физическому состоянию подразделяются на пыли, туманы (когда золям являются сконденсированные пары — жидкие частицы) и дымы (в которых дисперсная фаза образована твердыми частицами).

К пылям относят аэрозоли с размером частиц более  $10^{-3}$  см, к туманам — с размером частиц в пределах  $10^{-3}$ — $10^{-5}$  см и к дымам — с размером частиц  $10^{-5}$ — $10^{-7}$  см.

Пыль, осевшая из воздуха на стены, потолки и поверхности оборудования, называется аэрогель — или просто гель.

Все пыли подразделяются на взрывоопасные — в состоянии аэровзвеси и пожароопасные — в состоянии геля.

Степень взрывоопасности пылей зависит от величины нижнего предела взрыва: чем меньше нижний предел взрыва, тем быстрее могут образоваться взрывоопасные концентрации. Пожарная опасность пыли зависит от состава и содержания в ней летучих веществ, а также от ее влажности, дисперсности. Пыль с большей степенью дисперсности имеет сильно развитую поверхность, отличается химической активностью, адсорбционной способностью, более низкой температурой самовоспламенения и широким диапазоном взрыва.

Степень пожароопасности пылей в состоянии геля характеризуется температурой самовоспламенения. Чем ниже температура самовоспламенения осевшей горючей пыли, тем она пожароопаснее.

Наличие на поверхности пыли адсорбированного кислорода благоприятствует протекающим в ней при повышенных температурах окислительным процессам и ускоряет подготовку ее к горению. Химической активностью объясняется, например, самовозгорание на воздухе железа и цинка, находящихся в сильно диспергированном состоянии. Частицы пыли могут приобретать заряд статического электричества в следующих случаях:

- 1) при адсорбции ионов газов, в которых пыль взвешена;
- 2) при трении о твердую поверхность (при размоле на вальцах, при транспортировке по трубам и др.);
- 3) при ударах и трении друг о друга и о воздух.

Величина потенциала статического электричества, зависящая от скорости движения аэрозоля, концентрации пыли и степени ее измельчения, может достигать 10 000 в и более.

Минимальная концентрация, при которой пыль способна воспламеняться от источника огня и распространять горение на всю ее массу, называется нижним пределом взрыва или воспламенения. Этот процесс характеризуется низкими температурой и давлением, а также малой скоростью распространения пламени.

Для пыли характерно то, что при воспламенении ее в одной точке пламя распространяется на весь объем пылевой смеси. Горение происходит в тонком слое, называемом фронтом пламени. Скорость распространения фронта пламени возрастает с уменьшением величины частиц пылинок.

Скорость распространения пламени при взрыве углевоздушной смеси — 30 м/сек. Для различных образцов торфяной пыли эта скорость колеблется в пределах 16—26 м/сек при концентрации 1,2—2,8 кг/м<sup>3</sup>. Если при этом содержание кислорода ниже 16%, пламя в пыли не распространится и взрыва не последует.

Увеличение процента летучих в каменноугольной, торфяной и древесной пыли и уменьшение в ней золы ведет к возрастанию скорости распространения пламени. Взрыв пыли вызывает повышение давления, возникающее вследствие образования газообразных продуктов горения, объем которых в большинстве случаев превышает объем первоначальной смеси, и нагревание газообразных продуктов горения до высокой температуры.

При взрыве пыли серы  $S + O_2 + 3,76N_2 = SO_2 + 3,76N_2$  объем продуктов взрыва равен объему первоначальной смеси (без учета объема серы) и, следовательно, давление возникает лишь за счет нагревания и расширения продуктов горения.

По степени пожарной опасности пыли различают в соответствии со следующей классификацией:

#### А. Взрывоопасные пыли

I класс — наиболее взрывоопасные с нижним концентрационным пределом взрыва до 15 г/м<sup>3</sup> (сера, серный цвет, серно-рудная каинфоль, торфобрикет, пек, шеллак и др.).

II класс — взрывоопасные с нижним концентрационным пределом взрыва от 16 до 65 г/м<sup>3</sup> (лигнин, сланцевая пыль, казеин технический, угольные высокосольные пыли, крахмал картофельный и т. д.).

#### Б. Пожароопасные отложившиеся пыли

III класс — наиболее пожароопасные с температурой самовоспламенения до 250° (красители и др.).

IV класс — пожароопасные с температурой самовоспламенения выше 250° (древесные опилки и др.).

### Исследование воспламеняемости и взрывоопасности

Определение температуры вспышки паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Категории пожарной опасности производства определяют в соответствии с противопожарными нормами



строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест — Н102—54 и по температуре вспышки веществ (см. приложение 1).

Для определения температуры вспышки паров жидкостей в пределах 20—250° служит прибор (рис. 109), изготовленный по ГОСТ 1421—42. Прибор состоит из следующих основных частей:

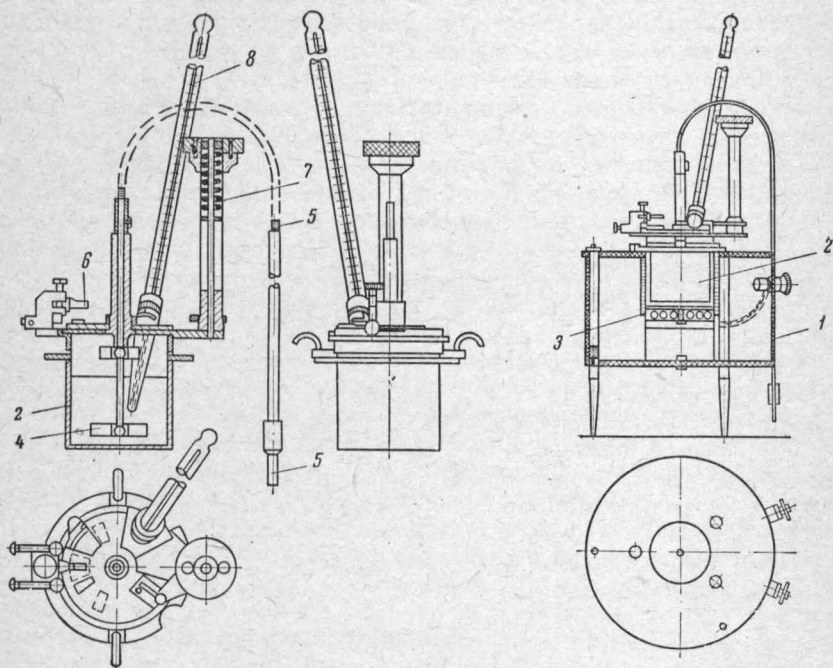


Рис. 109. Прибор для определения температуры вспышки паров жидкости:

1 — воздушная ванна; 2 — сосуд для испытываемой жидкости; 3 — электронагреватель; 4 — мешалка; 5 — гибкая передача; 6 — зажигательное приспособление; 7 — пружинный рычаг; 8 — термометр

воздушной ванны, сосуда для испытываемой жидкости, зажигательного приспособления и двух термометров.

Воздушная ванна представляет собой металлический сосуд, внутри которого находится цилиндрическая железная камера, обогреваемая электрическим током.

Сосуд для испытываемой жидкости выполнен в виде цилиндра с плоским дном. Сосуд помещают в воздушную ванну на фланце так, чтобы между камерой ванны и сосудом оставалась воздушная прослойка. На внутренней стенке сосуда имеется риска, указывающая, до какого уровня следует наливать испытываемую жидкость. Сосуд имеет плотно пригнанную крышку с тремя отверстиями, закрываемую с двумя отверстиями, трубку для термометра и мешалку

с гибкой передачей. Заслонка открывается и закрывается при помощи пружинного рычага.

Зажигательное приспособление подвешивается на цапфах в вырезах стойки, укрепленной на крышке прибора, и наклоняется пружинным рычагом так, чтобы оно доходило до центра отверстия в крышке. При полном совпадении отверстий крышки и заслонки конец трубки приспособления должен опуститься до середины толщины крышки и находиться на расстоянии 19 мм от оси сосуда.

Два ртутных термометра (один со шкалой 30—170°, другой — 100—300° с градуировкой через 1°) устанавливают в трубке сосуда так, чтобы латунная гильза термометра опиралась своим буртиком в верхний обрез трубки.

Для определения температуры вспышки паров жидкостей ниже + 20° С служит прибор специальной конструкции с дополнительной внутренней баней для охлаждения и отсутствием нагревательного устройства.

Порядок проведения работы следующий. Сначала проводят подготовку к определению температуры вспышки. Сосуд прибора промывают легким бензином и эфиром и тщательно высушивают. Испытываемую жидкость при температуре около + 20° заливают в сосуд до риски и закрывают его чистой сухой крышкой. После этого в сосуд с жидкостью вставляют термометр. Затем прибор помещают в затемненное место, где вспышка хорошо видна, но нет заметного движения воздуха, и присоединяют к газовой сети зажигательное приспособление. При этом пламя должно иметь ширину 3—4 мм и форму, близкую к шаровидной.

Включают электронагреватель и регулируют его реостатом. Для жидкостей с температурой вспышки ниже 150° температуру повышают со скоростью 10—12° в минуту, а для жидкостей с температурой вспышки выше 150° — со скоростью 5—8°. При повышении температуры жидкость периодически помешивают.

Когда температура жидкости будет на 30° ниже предполагаемой температуры вспышки, нагревание ведут так, чтобы температура жидкости повышалась со скоростью 2° в минуту.

Когда температура жидкости будет на 20° ниже предполагаемой температуры вспышки, начинают проводить испытания на вспышку, поворачивая головку пружинного рычага через каждые 2° повышения температуры. Жидкость все время перемешивают, вращая пружинную мешалку. Перемешивание прекращают только в момент испытания на вспышку. Отверстие крышки открывают на 1 секунду. Если вспышка не произошла, жидкость вновь перемешивают, повторяя операции зажигания через 2°.

Как только над всей поверхностью жидкости появится синее пламя, считается, что произошла вспышка.

После получения первой вспышки испытание продолжают, повторяя в тех же условиях зажигание через каждые 2°. Если при этом вспышка не произойдет, все испытание повторяют сначала.

При исследовании жидкостей с температурой вспышки паров

в пределах  $20-50^{\circ}$  за  $5^{\circ}$  до предполагаемой вспышки испытание на вспышку производят через каждый градус. За температуру вспышки принимают показание термометра в момент первой вспышки.

По окончании испытания составляют протокол установления категории пожарной опасности производства по температуре вспышки с указанием названия жидкости, температуры вспышки и установленной категории пожарной опасности в соответствии с Н102—54.

Пределы взрываемости газо- и паровоздушных смесей можно определить на лабораторных установках. Установка для газовой смеси обычно состоит из мерного цилиндра — смесителя для составления определенной смеси, взрывной трубки, внутрь которой подводят (для создания искры) металлические концы от индуктора, и аспиратора, при помощи которого газ и воздух подают в цилиндры.

При испытании паровоздушной смеси в установку, кроме взрывного цилиндра с индуктором, включают воронку для испытываемой жидкости, вакуум-насос, с помощью которого жидкость превращается во взрывной пипетке в пар, и ртутный манометр.

## Глава 13

### МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

#### Пожарная характеристика целлюлозно-бумажного производства и противопожарный режим

Целлюлозно-бумажное производство, перерабатывающее химическими и механическими способами горючий материал — древесину, является пожароопасным, несмотря на многочисленные процессы мокрой обработки промежуточных продуктов. Пожарная опасность здесь обуславливается прежде всего применением и получением веществ, которые на определенной ступени производственного процесса могут служить источником избыточного тепла (серы, хлора, серного колчедана, извести, угля, торфа, бензола, скипидара, сульфана, сульфитного этилового спирта и др.). Эта опасность еще более возрастает от присутствия в ряде цехов горючей пыли, бумажного брака и других легкосгораемых материалов.

Анализ пожаров и загораний на целлюлозно-бумажных предприятиях показывает, что одной из основных причин их возникновения является неосторожное обращение с огнем (при сварочных работах и отогреваний паяльными лампами трубопроводов), а также при пользовании открытым пламенем вблизи лесных бирж и складов с огнеопасными жидкостями, при курении в неотведенных для этого местах и т. п.

Нарушение правил пожарной безопасности выражается также в неудовлетворительном содержании территории предприятий, в беспорядочном навале горючих отходов производства (стружек, опилок и т. п.) несвоевременном вывозе полуфабрикатов и готовой продукции. Загромождение дорог и подъездов к зданиям (водосточникам), захламленность производственных помещений сгораемым сырьем и волокнистым браком, несвоевременная уборка производственной пыли с приборов отопления (освещения), трубопроводов, приводных валов (машин) и, наконец, недочеты в их обслуживании (плохая смазка подшипников и т. п.) — все это также увеличивает пожарную опасность на целлюлозно-бумажных предприятиях.

К основным и наиболее часто встречающимся причинам пожаров и загораний в этой отрасли промышленности относятся: искры ды-



мовых труб котельных (паровозов) и других производственных установок, неисправность электрооборудования (электросетей) и нарушение правил пользования ими. Загорания обмоток электродвигателей происходят вследствие их перегрузки, неисправностей подшипников, наличия горючей пыли и влаги, способствующих короткому замыканию. Загорания электросетей объясняются в основном их перегрузкой и отсутствием надлежащей изоляции.

Причинами пожаров в целлюлозно-бумажном производстве являются также самовозгорание, статическое электричество, неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса, течи и проливание смазочных веществ (особенно в залах бумагоделательных машин), плохая изоляция паропроводов и др.

Наибольшее число пожаров и загораний в целлюлозно-бумажном производстве происходит на лесных биржах и в залах бумагоделательных машин.

Противопожарные мероприятия предусматривают для каждого цеха, исходя из производственной обстановки и местных условий. В каждом цехе должен быть установлен противопожарный режим, соблюдение которого является наиболее радикальным средством в борьбе с пожарами из-за неосторожного обращения с огнем. Так, например, наличие горючей пыли в древесном, тряпичном, сушильном цехах и залах бумаго-, картоноделательных машин требует применения специальных пылесосов для удаления пыли с оборудования, ферм, вытяжных шахт и т. п. Пожарная опасность бракованной бумаги, срывов и обрезков в значительной степени может быть снижена применением для их переработки гидроразбивателей и роллов непрерывного действия.

Нормальная работа колчеданных печей (с водяным охлаждением) и содорегенерационных агрегатов должна обеспечиваться устройством качественных ручек и фурм, а также внимательным наблюдением за ними в процессе эксплуатации. Это исключит попадание воды на раскаленные своды, а следовательно, и образование взрывчатой смеси. Помимо проведения специальных противопожарных мероприятий, необходимо строго соблюдать общий противопожарный режим.

### **Классификация производств по признаку пожарной опасности**

На промышленных предприятиях характер противопожарных мероприятий устанавливают в зависимости от категории пожарной опасности производства, степени возгораемости отдельных конструкций и огнестойкости всего здания.

Согласно противопожарным нормам строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест (Н 102—54) все производства по степени пожарной опасности подразделяют на следующие пять категорий.

**Категория А.** Производства, связанные с применением веществ, воспламенение или взрыв которых может последовать в результате воздействия воды (карбид кальция) или кислорода воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров  $28^{\circ}$  и ниже (эфиров, спиртовых лаков, нитролаков, бензина и др.); горючих газов, нижний предел взрываемости которых менее 10% к объему воздуха при пользовании этими газами и жидкостями в количествах, образующих с воздухом взрывоопасные смеси.

В категорию А входят также цехи рекуперации и ректификации органических растворителей с температурой вспышки паров  $+ 28^{\circ}$  и ниже: аппаратные или брагоперегонные отделения сульфитспиртовых заводов; установки и цехи по сбору и переработке побочных продуктов сульфатно-целлюлозного производства (скипидара, одоранта сульфана, фитостерина); цехи приготовления составов для производства гранитоля при использовании спиртовых и других органических растворителей; отделение очистки водорода от ртути и перекачки водорода; гуммировочные и другие цехи покрытий с применением органических растворителей, водородные станции.

В эту категорию производства включают и помещения для хранения баллонов с горючими газами, ацетиленовых генераторов и легковоспламеняющихся жидкостей.

**Категория Б.** Производства, связанные с применением жидкостей с температурой вспышки паров выше  $28^{\circ}$  и до  $120^{\circ}$ ; горючих газов, нижний предел взрываемости которых более 10% к объему воздуха, при пользовании этими газами и жидкостями в количествах, образующих с воздухом взрывоопасные смеси. Производства, выделяющие горючие волокна или пыль, переходящие во взвешенное состояние, в количестве, образующем с воздухом взрывоопасные смеси (пыли I класса: сера, серный цвет, канифоль, торфяная пыль и II класса: лигнин, льняная костра и др.).

В эту категорию производства включают также цехи приготовления и транспортировки угольной пыли и древесной муки; отделения получения флотомасла; аммиачные холодильные установки; склады для хранения жидкого топлива; цехи жидкого хлората натрия, серы, помещения цимолоотстойника и сборника цимола; помещения, связанные с применением хлората и получением двуокиси хлора, зарядную для электропогрузчиков, кислородные станции.

**Категория В.** Производства, связанные с обработкой или получением твердых сгораемых веществ и материалов (целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона, лесоматериалов, каменных углей, торфа и др.) а также жидкостей с температурой вспышки паров выше  $120^{\circ}$ . Сюда относятся также пыли III и IV классов: угольная (высокозольная), цинковая, древесные опилки, красители и др.

В эту категорию производств включают следующие цехи: лесопильные; деревообделочные; столярные; модельные; бондарные; лесотарные; перегонные; предприятия первичной обработки хлопка; пековарки; трансформаторные и другие помещения с маслом наполненным электрооборудованием; насосные станции по перекачке жид-

костей с температурой вспышки паров выше 120°; пакгаузы смешанных грузов; склады сгораемых строительных материалов (леса) и др.

Кроме того, к категории В относятся все цехи и отделения целлюлозно-бумажного производства с сухими процессами: древесно-, тростниково-, соломоподготовительные цехи; тракты подачи щепы и бункера; цехи сухой обработки макулатуры и тряпья; сухая часть бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин; отделения разложения сульфатного мыла и ректификации таллового масла; цехи резки и упаковки целлюлозы; цехи отделки и упаковки бумаги или картона; цехи производства бумаги потребительских форматов, школьных тетрадей и беловых товаров из бумаги, картона и их отходов; цехи производства бумаги с обработанной поверхностью и обоев; цехи производства многослойных (склеенных) видов бумаги; цехи производства бумажных мешков, кулчков и конвертов; цехи производства многослойных склеенных тарных картонов и картонной тары; цехи производства бытовых и санитарно-гигиенических видов бумаги; цехи производства изделий из бумажного литья и др.

**Категория Г. Производства, связанные с обработкой нескоряемых веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии и сопровождающиеся выделением лучистого тепла, искр и пламени, а также производства, связанные со сжиганием твердого, жидкого и газообразного топлива.**

В эту категорию производства также входят: литейные и плавильные цехи металлов; печные отделения и сорогенерационные цехи целлюлозного производства и газогенераторных станций; сушильные отделения для колчедана; кузнцы; депо мотовозные и паровозные; помещения двигателей внутреннего сгорания; машинные залы электростанций; котельные отделения сухой газоочистки (электрофилтры); преобразовательные подстанции; цехи электролиза поваренной соли; цехи регенерации известкового шлама; автогаражи.

**Категория Д. Производства, связанные с обработкой нескоряемых веществ и материалов в холодном состоянии.** Кроме того, в эту категорию производства включают: механические цехи холодной обработки металлов; содовое производство (кроме печных отделений); воздуходувные и компрессорные станции воздуха и других негорючих газов; цехи регенерации кислот; депо электрокар и электровозов; цехи инструментальные, холодной штамповки и прокатки металлов; насосные станции для перекачки негорючих жидкостей; цехи с мокрыми процессами производства текстильной и бумажной промышленности. Сюда относятся: отделения промывки и мокрой очистки газа, кислотных башен и очистки кислоты; варочные (кроме тракта подачи щепы и бункеров), промывные, очистные, отбельные, выпарной и дефибрерный цехи; цехи регенерации тепла и сернистого ангидрида; цехи размола и промывки целлюлозы высокого выхода (ЦВВ); цехи сгущения и аккумуляирования целлю-

лозы; цехи приготовления белильных растворов (кроме помещений, связанных с применением хлората натрия и получением двуокиси хлора); цехи каустизации и пропарки балансов; цехи пропитки, варки и размола химической древесной массы; цехи роспуска и облагораживания макулатуры; цехи роспуска привозных полуфабрикатов; цехи подготовки бумажной и картонной массы; цехи приготовления химикатов (покровной массы, клеящих составов, красок); мокрая часть бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин; цехи очистки воды и насосные.

При классификации следует учесть, что к категориям А, Б и В не относятся производства, в которых горючие жидкости, газы и пары используются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания в этом же помещении, а также производства, в которых технологический процесс протекает с применением открытого огня.

Склады подразделяются на категории в соответствии с пожарной опасностью находящихся в них материалов. Так, например, к категории А относятся: склады легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ); скипидара; одоранта сульфана; растворителей для лаков; спиртовых и нитролаков. Склады жидкого хлората натрия и кислорода относятся к категории Б. Склады щепы, тростника, соломы, макулатуры, тряпья и других горючих материалов относятся к категории В, а склады негорючих материалов — к категории Д.

Приведенная классификация предусматривает только процессы производства. Предприятия же следует рассматривать как комплекс отдельных производств различных степеней опасности.

Чем опаснее в пожарном отношении категория производства, тем жестче требования, предъявляемые к огнестойкости конструкции зданий и материалам, идущим для их изготовления.

### **Классификация взрыво-пожароопасных помещений и наружных установок. Требования к электрооборудованию и электропроводке**

Согласно правилам устройства электроустановок <sup>1</sup> взрывоопасными называют помещения и наружные установки, в которых по условиям технологического процесса могут образоваться взрывоопасные смеси:

а) горючих газов или паров с воздухом или кислородом, а также с другими газами — окислителями (например, с хлором);

б) горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние.

По степени взрываемости эти помещения и наружные установки подразделяются на шесть классов: В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, П-II и П-IIa.

---

<sup>1</sup> Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Глава VII-3, Электрооборудование взрывоопасных помещений и наружных установок, М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, стр. 3—31 и Решение № Э—24/61 О внесении изменений и дополнений в гл. VII-3 ПУЭ, Союзглавэнерго, БТИ, Орггрэс, 1962.



Взрывоопасные помещения по Н 102—54 относятся в большинстве случаев к категориям производства А и Б. К взрывоопасным относятся: дробильное отделение для серы; установка по сбору побочных производств; скипидарный цех с отделением получения одоранта сульфана, фитостерина и флотомасла; цех приготовления составов для поверхностной обработки бумаги (при применении спиртовых и т. п. лаков); отделение очистки водорода от ртути и перекачки водорода; кислородные и водородные станции; аммиачные установки; центральная лаборатория; зарядная для электропогрузчиков; гуммировочная мастерская; склады скипидара, одоранта сульфана; легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и сжатых газов.

В соответствии с правилами устройства электроустановок<sup>1</sup> пожароопасными называются помещения или наружные установки, в которых применяют или хранят горючие вещества. Эти помещения и установки по степени пожарной опасности подразделяются на четыре класса: П-I, П-II, П-IIa и П-III. Пожароопасные помещения по Н102—54 относятся к категории производства В.

К классу П-I относятся помещения, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45°С. Сюда относятся склады минеральных масел, установки по регенерации минеральных масел, отделение омыления канифоли и пека с разливом.

К классу П-II относятся помещения, в которых выделяются горячие пыли или волокна, переходящие во взвешенное состояние. Опасность при этом ограничена пожаром (но не взрывом) либо вследствие физических свойств пыли или волокон (степень измельчения, влажность и т. п.), при которых нижний предел взрыва составляет более 65 г/м<sup>3</sup>, либо в силу того, что содержание их в воздухе по условиям эксплуатации не достигает взрывоопасных концентраций. Сюда относятся: древесноподготовительные цехи; тростниково- и соломоподготовительные цехи; деревообделочные цехи; закрытые склады древесины, щепы, тростника, соломы, макулатуры, тряпья, угля, серы; цехи сухой обработки макулатуры и тряпья; цехи предварительной дезинфекции тряпья; склады пропиточных и горючих смазочных материалов, таллоля, канифоли и жирных кислот.

К классу П-IIa относятся производственные и складские помещения, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (дерево, бумагу, целлюлозу, древесную массу, ткани), в которых горячей пыли или волокон, переходящих во взвешенное состояние, не имеется. Сюда относятся: сухая часть сушильных цехов и залов бумаго- и картоноделательных машин; цехи отделки упаковки бумаги или картона; цех производства листовых бумаг;

---

<sup>1</sup> Правила устройства электроустановок УП-4, электрооборудование пожароопасных помещений и наружных установок, М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, стр. 31—39.

цехи производства бумаги потребительских форматов, школьных тетрадей и беловых товаров из бумаги, картона и их отходов; цехи производства бумаги с обработанной поверхностью и обоев; цехи производства многослойных (склеенных) видов бумаги или картона и изделий из них; цехи производства бумажных мешков, торговых кулков и конвертов; цехи производства древесно-волоконистых плит; склады бумаги, картона, целлюлозы и изделий из них; склады древесно-волоконистых плит.

К классу П-III относятся наружные установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше  $45^{\circ}\text{C}$  (например, открытые склады минеральных масел), а также твердые горючие вещества (например, открытые склады древесного сырья, тростника, соломы, макулатуры, угля, торфа и др.).

Безопасная работа электрооборудования во взрыво- пожароопасных помещениях и наружных установках обеспечивается правильным его выбором (с учетом окружающей среды и условий эксплуатации), качеством изготовления и регулярным проведением осмотров, профилактических испытаний и ремонтов. Характеристика видов электрооборудования приведена в главе «Электробезопасность».

Освещение взрывоопасных помещений осуществляется взрывоне-проницаемыми, взрывозащищенными, искробезопасными или пыленепроницаемыми светильниками. При отсутствии таких светильников освещение выполняется светильниками нормального (невзрывозащищенного) типа через окна и устроенные в стене ниши или через фонари, установленные в потолке с двойным остеклением и устройством естественной вентиляции фонарей свежим воздухом.

Электрооборудование пожароопасных помещений и наружных установок имеет надежную защиту от механических, химических воздействий и сырости.

Электродвигатели изготовляют в основном закрытые, а нормально искрящие электродвигатели (с контактными кольцами) по условиям работы удаляют от мест скопления горючих материалов.

В пожароопасных помещениях всех классов в основном применяют защищенные виды проводок (трубчатые провода, кабели в полихлорвиниловой оболочке в стальных трубах) с изоляцией на напряжение не менее номинального напряжения сети, но не ниже 500 в; при распределительных пунктах — защищенные или щитосборники. Распределительные пункты и пусковую аппаратуру устанавливают в безопасных в пожарном отношении электропомещениях.

Светильники в пожароопасных помещениях классов П-I и П-II и на наружных установках должны быть в пыленепроницаемом исполнении, а в помещениях класса П-IIа допускаются светильники защищенного и открытого типов.

## Классификация строительных материалов и конструкций по возгораемости и зданий по степени их огнестойкости

Среди пожарно-профилактических мероприятий особо важное значение имеет правильное и целесообразное применение строительных материалов в отдельных конструкциях зданий (сооружений).

Строительные материалы и конструкции по степени возгораемости подразделяются (согласно Н 102—54) на три группы: 1) негораемые, 2) трудногораемые, 3) гораемые.

К группе негораемых материалов относятся такие, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К негораемым относятся конструкции, выполненные из негораемых материалов.

К группе трудногораемых материалов относятся такие, которые под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня (после удаления источника огня горение и тление прекращается). К трудногораемым конструкциям относятся такие, которые выполнены из трудногораемых материалов, а также из гораемых материалов, защищенных от огня штукатуркой или облицовкой из негораемых материалов.

К группе гораемых материалов относятся такие, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня. К гораемым относятся конструкции, выполненные из гораемых материалов.

Строительные конструкции в противопожарном отношении характеризуются пределом огнестойкости: так называют время, определяемое в часах, в течение которого строительные конструкции сопротивляются воздействию огня до потери ими несущей способности и устойчивости или до образования сквозных трещин, или же до повышения температуры на противоположной от огня поверхности до 150°.

Согласно Н 102—54 все здания и сооружения подразделяются на пять степеней огнестойкости. При определении степени огнестойкости здания необходимо, чтобы группы возгораемости и пределы огнестойкости всех его частей (стен, колонн, перекрытий, покрытий, перегородок и брандмауэров) были не ниже норм, установленных для зданий данной степени огнестойкости. Увеличение пределов огнестойкости одной части или нескольких частей здания не является достаточным для отнесения его к более высокой степени огнестойкости.

В зависимости от требуемой степени огнестойкости зданий (сооружений) минимальные пределы огнестойкости их частей и группы возгораемости принимают согласно табл. 18.

В одноэтажных зданиях II степени огнестойкости, а также в многоэтажных производственных зданиях с производствами ка-

**Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости  
частей здания**

Степень огнестой- кости здания или со- оружения	Минимальные пределы огнестойкости в часах					
	стены несущие и лестничные клетки	заполнение фахверка каркасных стен	колонны и столбы	междуэтажные и чердачные перекрытия	бесчердачные перекрытия	перегородки
I	Несгораемые 4	Несгораемые 1	Несгораемые 3	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1
II	Несгораемые 3	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3	Несгораемые 1	Несгораемые 0,25	Несгораемые 0,25
III	Несгораемые 3	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3	Трудно-сгораемые 0,75	Сгораемые	Трудно-сгораемые 0,25
IV	Трудно-сгораемые 0,4	Трудно-сгораемые 0,25	Трудно-сгораемые 0,40	Трудно-сгораемые 0,25	Сгораемые —	Трудно-сгораемые 0,25
V	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —

Примечание. Брандмауеры несгораемые — предел огнестойкости 5 часов.

тегорий Г и Д при отсутствии использования в них в качестве топлива горючих жидкостей допускается применение открытых несущих металлических конструкций (колонн и покрытий) с пределом огнестойкости 0,25 часа.

Двери, ворота, переплеты окон и фонарей, цеховые перегородки (щитовые остекленные или со стальной сеткой при высоте глухой части не более 1 м от уровня пола), полы и отделку стен (панели и др.), а также обрешетку и стропила надчердачных покрытий в зданиях всех степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми. Исключением из этого правила являются: двери, ворота и заполнения оконных проемов в брандмауерах и других противопожарных преградах.

Несущие элементы закрытых лестниц в зданиях I, II и III степеней огнестойкости должны быть несгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 1,5 часа, а в зданиях IV и V степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми.

В зданиях всех степеней огнестойкости кровли бесчердачных покрытий допускается выполнять сгораемыми. Кровли надчердачных покрытий в зданиях III—V степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми, в зданиях II степени огнестойкости — трудносгораемыми, а в зданиях I степени огнестойкости — только несгораемыми.



Применение сгораемых кровель по сгораемому основанию для зданий, располагаемых ближе 30 м от железнодорожных путей организованного движения поездов с паровой тягой, не допускается.

### Пожарная характеристика древесины и противопожарные мероприятия на лесных биржах

Древесина, будучи основным сырьем целлюлозно-бумажного производства, является также весьма распространенным строительным материалом, имеющим высокие конструктивно-строительные качества. Кроме того, на целлюлозно бумажных предприятиях древесину частично применяют в качестве топлива.

Самонагревание древесины начинается при  $130\text{--}150^\circ$  (ниже температуры ее самовоспламенения), потому ее относят к группе самовозгорающихся веществ. Нагрев древесины до  $110^\circ$  безопасен.

При  $230\text{--}270^\circ$  происходит наиболее интенсивное разложение древесины с образованием чрезвычайно пористого, так называемого пирофорного угля с большой поглотительной способностью. Этот уголь способен самовозгораться вследствие окисления и самопроизвольного повышения температуры.

Однако самовозгорание древесины может происходить и при более низких температурах за счет экзотермической реакции ее разложения, а также в случаях, когда количество выделяемого тепла превышает теплоотдачу в окружающую среду. Такие условия могут создаться, если скрытая деревянная конструкция (деревянная балка, уложенная в кладке кирпичной стены рядом с дымоходом) подвергается нагреву.

Опыты с образцами в виде сосновых кубиков, каждая сторона которых была равна 70 мм, проводили следующим образом.<sup>1</sup> Образец, изолированный со всех сторон слоем шлаковой ваты толщиной 55 мм и помещенный в ящик из водонепроницаемого огнеупорного материала этернита, устанавливали в термостат (рис. 110, а). Температура окружающего воздуха в термостате ( $t_1^\circ$ ) была  $166^\circ$ . Замеры температуры в середине деревянного кубика ( $t_2^\circ$ ) показали, что вследствие экзотермического процесса в нем наблюдается повышение температуры, достигающей максимума —  $640^\circ$  за 18 часов (рис. 110, б). Характерно, что температура в кубике, достигнув наивысшей точки, начинала быстро падать. Это объясняется тем, что древесина, претерпевая интенсивное разложение, изменяется как по химическому составу, так и по структуре.

Древесные опилки также могут самовозгораться, если их очень много, а теплоотдача затруднена вследствие плотности однородной массы. Самовозгорание древесных опилок, сложенных большой кучей, объясняют биологическими процессами. Под действием микроорганизмов происходит разложение клетчатки, брожение образо-

<sup>1</sup> А. И. Муромов, © самонагревании дерева, журн. «Строительная промышленность», 1937, № 5.

вавшихся продуктов и нагрев опилок до  $60-70^\circ$ . При такой температуре микроорганизмы погибают, а дальнейшим источником выделения тепла является процесс распада органических соединений типа пектинов и других веществ. При этом образуется пористый уголь, обладающий свойством адсорбировать пары и газы, что сопровождается выделением теплоты. Тепло адсорбции повышает температуру в растительных продуктах до  $100-130^\circ$ , вызывая распад новых соединений с образованием пористого угля и повышением температуры. При достижении температуры  $200^\circ$  начинается клетчатка с образованием угля, способного интенсивно

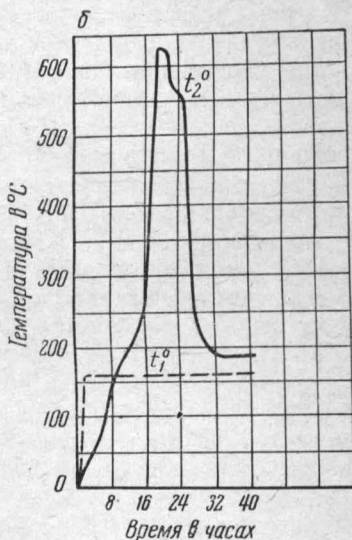
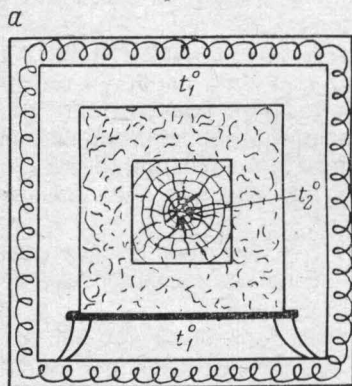


Рис. 110. Влияние температуры на саморазогревание древесины:

а — испытываемый сосновый кубик в термостате; б — кривые изменения температуры воздуха в термостате ( $t_1^0$ ) и температуры в середине соснового кубика ( $t_2^0$ )

окисляться. Окисление угля поднимает температуру до  $250-300^\circ$ , и опилки самовозгораются.

В целлюлозно-бумажном производстве большую пожарную опасность представляет древесная пыль, оседающая на строительных конструкциях, оборудовании, трубопроводах. При отсутствии регулярной уборки пыль скапливается на них толстым рыхлым слоем, что создает большую пожарную опасность, так как с течением времени она высыхает, приходит в пирофорное состояние и от малейшей искры вспыхивает. Древесная пыль, попадая внутрь подшипников, часто служит причиной их перегрева и при недостаточной смазке подшипников воспламеняется.

Температура самовоспламенения осажженной древесной пыли (геля) в куче  $275^\circ$ . Нижний предел взрыва несколько выше  $65 \text{ г/м}^3$ .

Процесс горения древесины от действия открытого пламени или высокой температуры расчлениют на три фазы: воспламенение, горение, тление.

Воспламенению древесины предшествует ее высушивание, выделение углекислого газа и химически связанной воды, а также разложение наружных слоев древесины с образованием газообразных горючих веществ. Эти вещества, нагретые до температуры самовоспламенения или подожженные внешним пламенем, воспламеняются и горят, выделяя большое количество тепла. Теплота горения, действуя на поверхностный слой древесины, вызывает дальнейшее ее разложение (см. предыдущий раздел).

В период второй фазы (собственно процесс горения) теплота горения передается глубинным слоям, вызывая их разложение. Через поры дерева, образовавшиеся трещины и слой угля продукты разложения непрерывно выходят на поверхность и сгорают, поддерживая процесс горения. Образование слоя угля проходит со скоростью до 2 мм в минуту.

Третья фаза характеризуется непрерывным нарастанием слоя угля. Поскольку уголь плохой проводник тепла, скорость выгорания уменьшается до 0,7—1 мм в минуту. Происходит естественная задержка горения, что ведет к замедлению разложения древесины и уменьшения интенсивности горения. По окончании выделения летучих веществ начинается тление угля, так как кислород воздуха получает к нему свободный доступ.

Различные породы древесины горят с неодинаковой скоростью. Древесина с меньшим объемным весом (меньшей плотностью) воспламеняется быстрее и горит более интенсивно.

При тушении древесины вода быстро поглощается порами угля, охлаждая его за счет отнятия тепла на подогрев воды до температуры кипения и на испарение. Образующийся в первый момент пар, смешиваясь с выходящими продуктами разложения, понижает их температуру и делает негорючими, так что самовоспламенения продуктов уже не происходит.

При недостаточной поливке водой высокая температура древесины под углем может полностью испарить влагу и разогреть его вплоть до воспламенения. Поэтому при тушении пожаров всегда следует повторять поливку водой деревянных конструкций. Из рассмотренного материала вытекают следующие принципы защиты древесины от воспламенения:

- 1) прекращение или замедление процесса разложения древесины;

- 2) уменьшение количества выделяемых древесиной продуктов разложения посредством термоизоляции и обмазки (гл. 15) так, чтобы их было недостаточно для образования с воздухом горючей смеси;

- 3) изоляция поверхности древесины от непосредственного соприкосновения с воздухом при помощи тех же средств;

- 4) создание над поверхностью разлагающейся древесины оболочки из негорючих газов посредством пропиточных составов, окрасок и обмазок;

- 5) ускорение процесса обугливания за счет химических реак-

ций клетчатки древесины с продуктами разложения пропиточных составов, обмазок, окрасок и прекращения тления угля.

**Лесные биржи.** Лесные биржи предназначены для хранения балансов (основного сырья целлюлозно-бумажной промышленности) и дров.

По способу хранения балансов и дров лесные биржи подразделяются на штабельные и кучевые. Как те, так и другие части достигают очень больших размеров.

Лесные биржи весьма опасны в пожарном отношении и требуют проведения следующих противопожарных мероприятий:

1) правильной планировки биржи с обеспечением пожарных проездов, дорог и разрывов как между штабелями, так и между биржей и строениями;

2) оборудования биржи противопожарным водоснабжением;

3) точного выполнения противопожарного режима на всей территории биржи и правил внутреннего распорядка.

Противопожарные разрывы между зданиями (сооружениями) и небольшими лесными биржами (по Н 102—54) зависят от емкости бирж (до 10 000 м<sup>3</sup>) и огнестойкости ближайшего здания (табл. 19).

Таблица 19

Противопожарные разрывы между небольшими лесными биржами и зданиями (сооружениями)

Емкость биржи в м <sup>3</sup>	Разрывы в м от границы биржи до здания (сооружения) при степени его огнестойкости		
	I и II	III	IV и V
1000—10 000	18	24	30
Менее 1000	12	16	20

Лесные биржи целлюлозно-бумажных предприятий обычно имеют емкость, значительно превосходящую 10 000 м<sup>3</sup>. При проектировании лесных бирж емкостью свыше 10 000 м<sup>3</sup> противопожарные разрывы и другие требования пожарной безопасности обусловлены противопожарными нормами<sup>1</sup> строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55). Классификация лесных бирж приведена ниже.

1. Биржи штабельного хранения древесины:

А. Хранение только в осенне-зимний период.

Б. Хранение в весенне-летний период.

В. Биржи коротких сортиментов (до 3 м), балансов и дров.

<sup>1</sup> Противопожарные нормы строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55), Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, М., 1955.



2. Биржи кучевого хранения древесины:

А. Биржи с кучами высотой до 14 м.

Б. Биржи с кучами высотой более 14 м.

Для противопожарных целей дороги, проезды, въезды, выезды на лесных биржах устраивают по требованию производственных условий. Если устройства дорог не требуется, территория биржи должна быть обеспечена пожарными проездами с шириной проезжей части не менее 3 м и обочинами по 2 м с каждой стороны. Мощные пожарные проезды и подъезды могут быть заменены полосами свободной спланированной территории шириной не менее 6 м.

Сквозные подъезды устраивают к водоемам и гидрантам, расположенным на территории бирж. Однако они могут быть заменены тупиковыми дорогами с площадками (размерами не менее 12 × 12 м) для разворота автомобилей.

Согласно требованию технологического процесса при хранении на лесной бирже из древесины должна быть максимально удалена влага, т. е. древесина должна подвергнуться естественной сушке. Для этого предусматривается переходящий запас древесины на несколько месяцев. Древесина, находившаяся на бирже в осенне-зимний период, переходит на хранение в весенне-летний. Поэтому для лесных бирж штабельного хранения древесины следует принимать нормы весенне-летнего периода, как наиболее опасного в пожарном отношении.

Нормы хранения бревен в весенне-летний период предусматривают следующие размеры штабелей: ширина в соответствии с длиной укладываемых бревен, длина не более 200 м, высота не более 14 м.

В случае установки кабель-крана с пролетом, большим, чем это необходимо для штабеля длиной 200 м, укладывается несколько штабелей с разрывами по 15 м. При этом площадь группы штабелей не должна превышать 2 га, а разрывы между ними должны быть не менее 15 м (рис. 111, 1).

Разрывы от штабелей до зданий (сооружений) принимают согласно приложению 5.

Кварталы (площадью не более 4 га) разделяют противопожарными разрывами не менее 25 м.

Биржи разделяют противопожарными зонами в зависимости от площади:

Площадь бирж в га более . . . . .	16	32	54
Противопожарные зоны в м не менее . . . . .	50	100	200

Предельное расстояние от штабелей до дорог должно быть не менее 10 и не более 25 м. Пожарные проезды должны обеспечивать подъезд с трех сторон к каждому кварталу.

На биржах площадью более 16 га устраивают противопожарный водопровод высокого давления, кольцевой системы, с подачей воды: на биржах площадью 16—32 га — 30 л/сек, свыше 32 га — 40 л/сек,

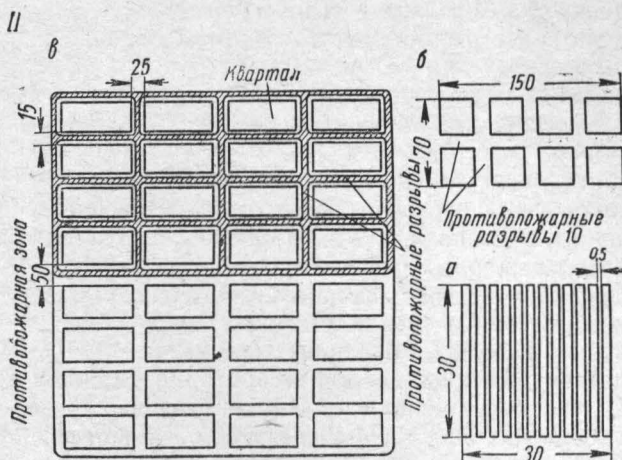
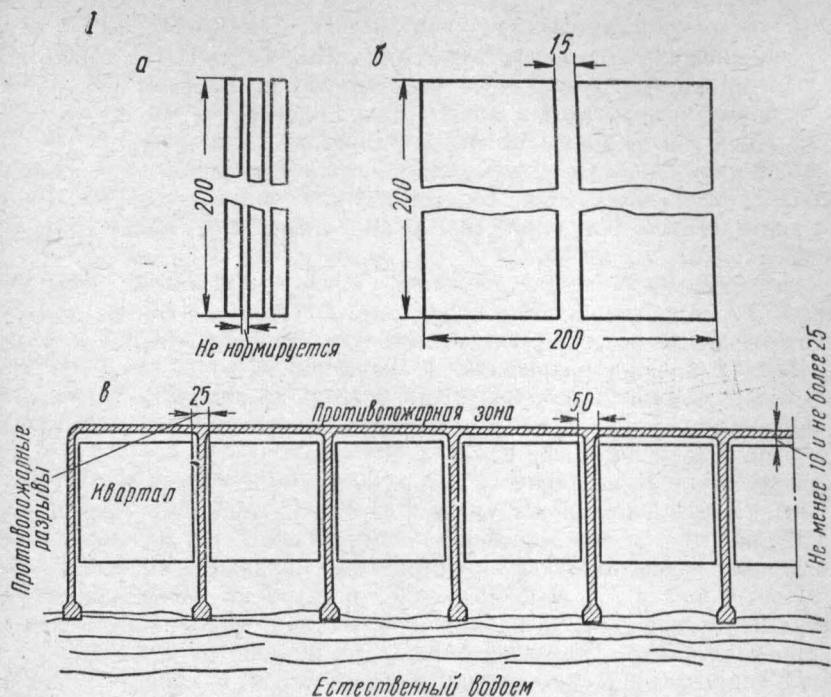


Рис. 111. Склады балансов и дров:

I — при хранении длинника: а — план группы штабелей; б — план квартала группы штабелей; в — план склада; II — при хранении коротья: а — план группы поленниц; б — план квартала групп поленниц; в — план склада

Биржи площадью менее 16 га снабжают водой из естественных или противопожарных водоемов емкостью не менее 200 м<sup>3</sup> каждый.

На биржах площадью 16 га и более устраивают электрическую пожарную сигнализацию, а на биржах площадью менее 16 га — простейшую (колокола, сирены, вызывные звонки и пр.).

Короткие балансы и дрова длиной до 3 м укладывают в поленицы (штабеля) высотой не более 4 м и длиной не более 30 м. Расстояния между поленицами должны быть не менее 0,5 м (рис. 111, II).

Нормами допускается пачковая укладка коротыя (длиной не менее 2 м) в сдвоенные или строенные поленицы. Группы полениц (площадью не более 900 м<sup>2</sup> каждая) отделяют одну от другой противопожарными разрывами не менее 10 м.

Кварталы биржи (площадью не более 1 га каждый) разделяют с продольных сторон противопожарными разрывами не менее 15 м, с поперечных — не менее 25 м.

Биржи площадью более 16 га разделяют противопожарными зонами не менее 50 м. При площади свыше 32 га биржи разделяют на две части противопожарными зонами не менее 100 м. В противопожарных разрывах и зонах устраивают пожарные проезды.

Противопожарное водоснабжение, пожарную сигнализацию и разрывы от полениц до зданий (сооружений) на биржах коротыя устраивают так же, как и на биржах длинника.

Планировку и расположение любых штабелей балансов и дров подчиняют основному требованию технологического процесса — просушиванию древесины, что достигается расположением штабелей по направлению господствующих ветров.

Противопожарным режимом на штабельных биржах запрещается:

1) разводить костры, применять открытый огонь, а также курить в неотведенных для этого местах;

2) загромождать пожарные проезды, подъезды к гидрантам, водоемам, лафетным стволам и проходы между штабелями балансов и дров;

3) засорять биржу древесными отходами;

4) загромождать погрузочно-разгрузочную площадку (при погрузке древесины железнодорожным транспортом) на всю ее длину без соблюдения пожарных разрывов;

5) пользоваться противопожарным водопроводом для удовлетворения производственных и хозяйственных нужд;

6) проводить работы на пожарных проездах;

7) производить окорку по всей территории биржи и др.

Ручная, а тем более механизированная разделка древесины (распиловка, окорка) должна быть сосредоточена в определенных и по возможности удаленных от производственных зданий местах с обеспечением подъездов к ним и разрывов не менее 10 м между штабелями.

Опилки, кору и стружки от окорки удаляют с территории биржи с последующим использованием в производстве древесно-волоконистых плит или в котельных в качестве топлива.

Территория лесной биржи входит в производственную территорию предприятия, ограждаемую со всех сторон забором. Один раз в год площадь биржи очищают от коры и прочего мусора.

Воздушная осветительная и силовая электросети должны проходить в плане не ближе 20 м от штабелей. В случае оборудования биржи кабельным краном электросеть должна отстоять от ближайших штабелей не менее чем на 10 м.

Трансформаторные киоски должны быть несгораемыми.

Кабельные и порталные краны, а также другое оборудование снабжают грозовой защитой в виде молниеотводов с заземлением.

Помещения для обогрева рабочих и курительные устраивают в несгораемых или трудносгораемых зданиях. Отопление этих помещений должно быть безопасным в пожарном отношении (паровое или водяное).

Эстакады и моторные будки для транспортирования круглого леса можно выполнять из сгораемых конструкций. Внутренние поверхности стен и потолка будок обязательно покрывают штукатуркой, гипсовыми листами или асбоцементными плитками, а пол обивают листовой сталью по асбесту или войлоку, пропитанному глиняным раствором.

Искры, выбрасываемые из фабрично-заводских труб могут служить причиной возникновения пожара. Поэтому цехи, работающие с применением открытого огня (котельные, литейные, печные), особенно цехи, расположенные вблизи лесной биржи, должны быть снабжены устройствами для искроулавливания или искрогашения. Известно несколько типов конструкций искроуловителей, принципы действия которых ясны из схем, приведенных на рис. 112, а, б, в.

Искроуловитель промышленного типа (рис. 112, г) сконструирован по принципу уменьшения скорости движения газов с искрами, для чего на пути их следования устраивают перегородки, меняющие направление движения газов и одновременно создающие такие условия, при которых искры теряют скорость своего полета вверх и, осаждаясь, скатываются в сборники.

Искрогаситель для дымовой трубы котельной действует по принципу прямоточного нагрева. Вода поступает в стальную трубу, находящуюся внутри дымовой трубы, в зоне с температурой отходящих газов до 330°. В нагретой зоне стальная труба изгибается в виде змеевика с четырьмя-пятью оборотами (витками), поднимается на одну треть высоты дымовой трубы и после изгиба опускается на расстояние 1,5—2 м. На конце трубы установлена насадка с 15 отверстиями диаметром 4 мм, расположенными так, чтобы внутри дымовой трубы могло происходить разбрызгивание образовавшейся в змеевике пароводяной смеси. Разбрызгиваемая пароводяная смесь гасит искры, не позволяя им вылететь наружу. В каждом отдельном случае искрогасительную установку описанной системы необходимо выполнять по расчету в зависимости от местных условий.



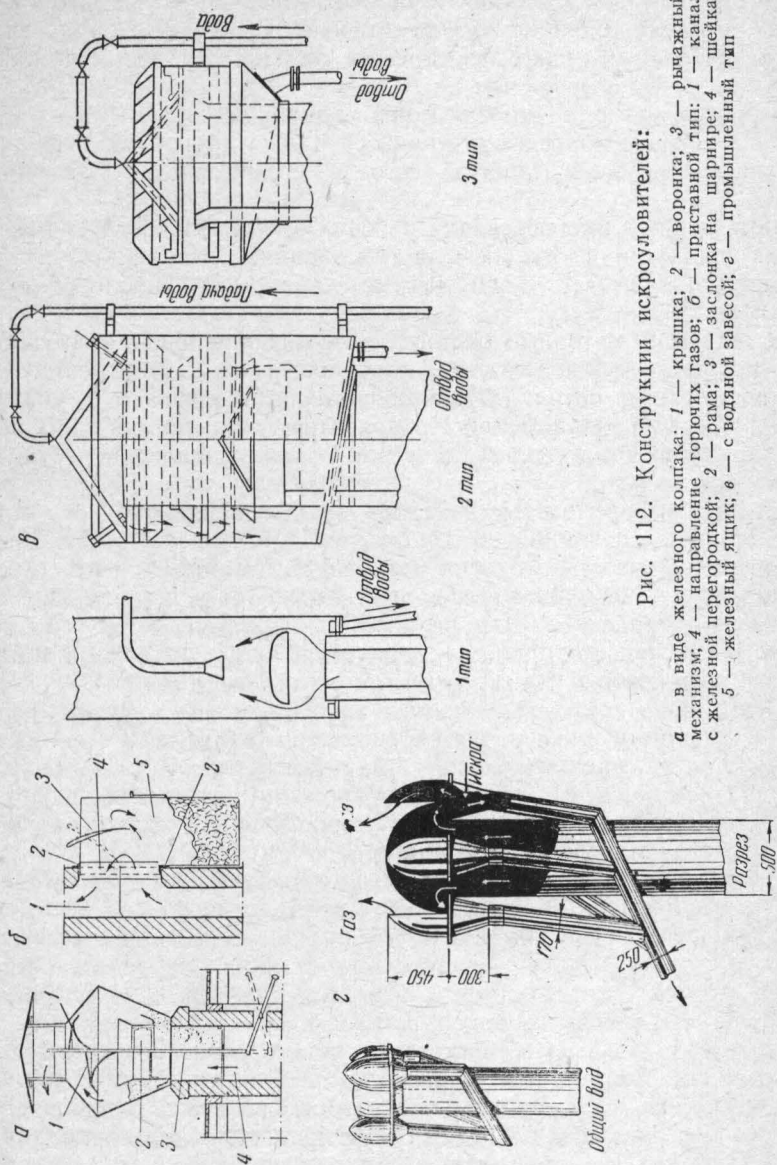


Рис. 112. Конструкции искроуловителей:

а — в виде железного колпачка: 1 — крышка; 2 — воронка; 3 — рычажный механизм; 4 — направление горючих газов; б — приставной тип: 1 — канал с железной перегородкой; 2 — рама; 3 — заслонка на шарнире; 4 — шейка; 5 — железный ящик; в — с водяной завесой; 2 — промышленный тип

Кучевой метод хранения балансов на биржах лесных материалов в пожарном отношении является самым опасным. В случае пожара куча представляет собой костер гигантских размеров (высота до 30 м, ширина до 90 м). Следовательно, пожарная профилактика на кучевых биржах имеет особо важное значение.

По американским данным, во время пожара кучевой лесобиржи сгорает 6—12 тыс. кг дерева в минуту. Огонь возникает на поверхности кучи и проходит в ее глубину по воздушным пространствам между отдельными поленьями, где создается сильная тяга. Вследствие тяги возникают вихревые движения воздуха, способствующего дальнейшему развитию пожара, подхватывая и разнося во все стороны не только искры, но и горящие поленья.

Территория кучевой лесобиржи, так же как и штабельной, входит в общий комплекс огражденной производственной территории и делится на участки, отделяемые один от другого противопожарными разрывами.

Границей кучевой лесобиржи считается линия, ограничивающая периметры куч по основанию. Для ограничения габаритов кучи по периметру ее основания выкладывают барьер из балансовых или дровяных клеток, а с торцов устраивают бетонные стенки высотой 1—1,5 м.

Кучевые лесобиржи подразделяются на две группы:

I группа — хранение древесины в кучах высотой до 14 м;

II группа — хранение древесины в кучах высотой более 14 м (до 30 м).

Емкость отдельных куч на лесобиржах I группы допускается не более 50 000 пл. м<sup>3</sup> при ширине основания каждой кучи не более 50 м, а на лесобиржах II группы соответственно до 250 000 пл. м<sup>3</sup> и 90 м (рис. 113).

Емкость бирж I группы не должна превышать 400 000 пл. м<sup>3</sup> (рис. 113).

Интервал между торцовыми сторонами соседних куч I группы должен быть не менее 15 м (для II группы не менее 20 м), а между продольными сторонами — не менее 25 м (для II группы не менее 30 м).

Участок биржи с кучами емкостью более 1 000 000 пл. м<sup>3</sup> отделяют от соседнего участка или от ближайшей кучи противопожарной зоной не менее 100 м.

Разрывы от границ кучевой лесобиржи II группы (от основания куч) до производственных зданий и сооружений и других объектов приведены в графе 2 приложения 5; для I группы разрывы принимаются на 30% менее указанных в графе 2 приложения 3.

Согласно Н 129—55 пожарные проезды на биржах I группы располагают так, чтобы были пожарные подъезды к каждой куче не менее чем с двух сторон, а на биржах II группы — не менее чем с трех сторон. Расстояние от края дорог до оснований куч должно быть не менее 5 м и не более 25 м.

Противопожарное водоснабжение на кучевых биржах должно быть оборудовано кольцевым водопроводом высокого давления

(без тупиков) с установленными стационарными лафетными стволами, обеспечивающими подачу воды для I группы в количестве 40 л/сек.

На складе лесных материалов кучевого типа (при высоте куч 28 м) противопожарный водопровод должен быть высокого давления (10—15 атм) и закольцован вокруг каждой кучи. Этот водопровод снабжают лафетными стволами, устанавливаемыми на железобетонных вышках. Лафетные стволы располагают на расстоянии 35—45 м, друг от друга в зависимости от рельефа местности и ширины кучи. Подача в сеть осуществляется насосами высокого давле-

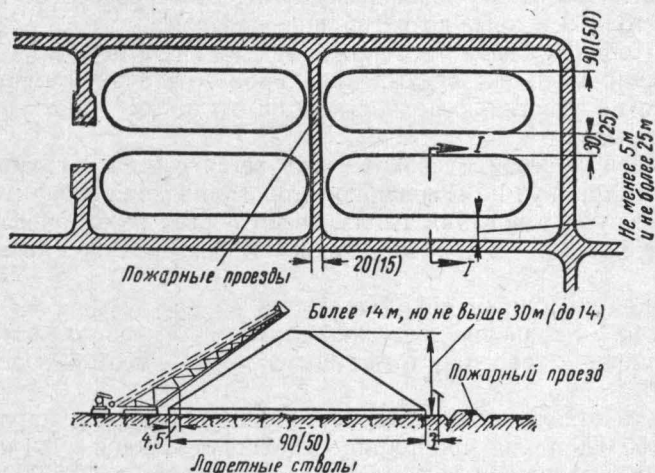


Рис. 113. Склады балансовой древесины и дров при куче-  
вом хранении древесины (размеры в скобка х даны для куч  
I группы высотой до 14 м)

ния, имеющими неограниченный источник водоснабжения и двой-  
ное питание электродвигателей от двух независимых источников  
электроэнергии.

Сеть прокладывают в земле из стальных труб диаметром 250—  
350 мм, ниже глубины промерзания. Этот тип водопровода является  
основным видом пожарной защиты кучевых бирж II группы и обес-  
печивает возможность быстрого приведения в действие лафет-  
ного ствола (до прибытия пожарной команды), а также мощность  
и дальноточность струи.

Лафетный ствол представляет собой располагаемый на несго-  
раемой вышке вращающийся брандспойт, которым обычно управ-  
ляет один человек. Поворот ствола в вертикальном и горизонталь-  
ном положениях дает возможность направлять струю в любую точку  
кучи. Поворотные механизмы с устройствами, снабженными зуб-  
чатыми колесами или бесконечными винтами, обеспечивают управ-  
ление стволом с верхней платформы вышки и с земли.

Расположение приспособлений для пуска воды должно быть на уровне земли, что видно из рис. 114, на котором изображена вышка, установленная на одном из целлюлозно-бумажных комбинатов. Вышка представляет собой железобетонную колонну высотой 9,6 м, снабженную лафетным стволом с диаметром выходного отверстия 45 мм при давлении в напорной сети 15 ат.

Действующими нормами предусматривается пожарный расход воды для II группы из условий одновременного питания четырех лафетных стволов с расходом 50 л/сек на каждый, т. е. не менее 200 л/сек.

Расчетный диаметр sprыска (наконечника) около 50 мм, но не менее 38 мм, так как дальнейшее его уменьшение увеличивает степень рассеивания струи и потребные напоры (табл. 20).

Таблица 20

Зависимость между диаметром sprыска, напором, расходом воды и радиусом действия компактной струи в лафетных стволах

Напор у ство- ла в м вод. столба	Диаметр sprыска 38 мм		Диаметр sprыска 50 мм	
	радиус действия в м	расход в л/сек	радиус действия в м	расход в л/сек
20	20,5	22,4	21	38,9
25	24	25,1	25	43,5
30	27	27,4	29	47,5
35	29,5	29,7	31	51,5
40	32	31,7	33	55,0
45	34	33,6	35,5	58,3
50	35,5	35,4	37,5	61,4
55	37	37,2	39	64,4
60	38	38,2	40,5	67,3
65	38,5	40,4	41,5	70,0
70	39	41,9	42,5	72,6
75	39,5	43,4	43,5	75,3
80	40	44,8	44,5	77,8
85	—	—	45,5	80,1
90	—	—	46	82,5
95	—	—	46,5	84,8
100	—	—	47	87,0

Дальность боя и высота струи должны обеспечивать перекрытие верхушки кучи, а также возможность подачи воды к любой точке по меньшей мере из двух стволов. При этом устраняется наличие мертвых зон на куче.

Согласно Н 129—55 в тех случаях, когда радиус действия компактной струи лафетного ствола диаметром 50 мм при давлении 7 ат у sprыска недостаточен для орошения любой точки кучи компактной струей, разрешается орошение раздробленными струями.

Задвижки на водопроводной сети согласно Н 129—55 должны быть установлены так, чтобы в случае неисправности на каком-либо



участке водопровода одновременно выключалось не более двух лафетных стволов.

При проектировании лафетных устройств предусматриваются на стоянках (у поверхности земли) контрольно-спускные краны диа-

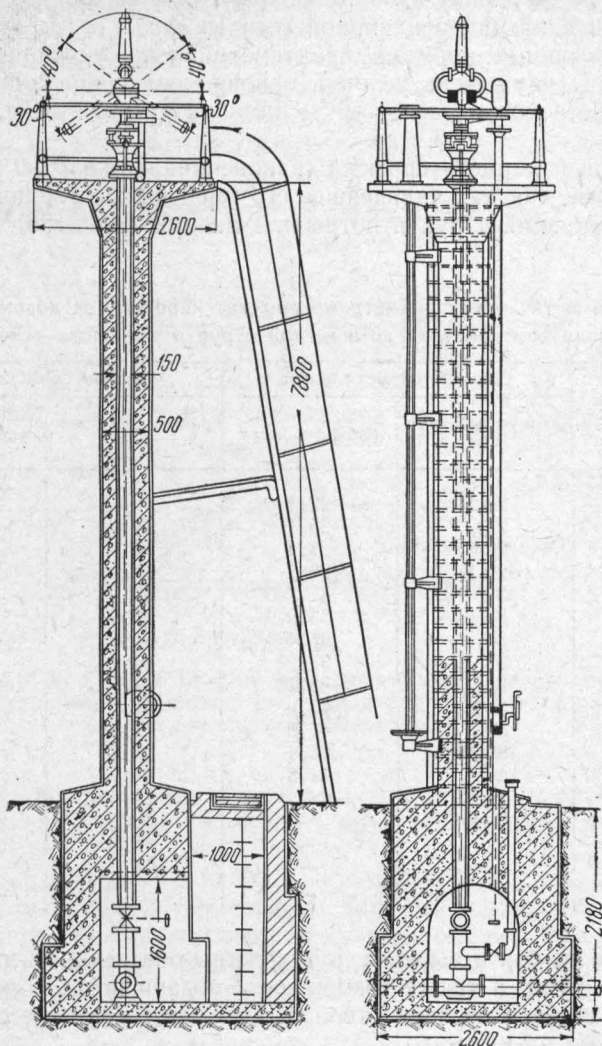


Рис. 114. Установка лафетного ствола на вышке

метром 50 мм и спускные устройства в канализацию или в грунт выше уровня промерзания.

Питание пожарных насосов высокого давления для лесобирж II группы производится из естественных водоемов. При установке

пожарных насосов на станции второго подъема должна быть обеспечена подача воды от насосов первого подъема к пожарным насосам в количестве, превышающем производительность пожарных насосов не менее чем на 10%. При этом расход воды на производственные нужды допускается уменьшать на 30%.

Пожарные насосы водопровода высокого давления должны иметь пусковые устройства, действующие автоматически по сигналу тревоги из помещения пожарной команды.

В летнее время (при отсутствии пожара и помимо периодов поливки куч) в водопроводной системе насосами производственного водопровода должно поддерживаться постоянное давление.

Для успешной борьбы с огнем лафетные вышки располагают у продольных сторон кучи следующим образом: со стороны, ближайшей к кучеукладчику, — в пределах кучи (на расстоянии до 5 м от края ее основания), а с другой стороны — вне кучи (на расстоянии 3 м от края ее основания).

В дополнение к стационарным лафетным стволам на кучевых биржах устанавливают инвентарные пожарные посты, присоединяемые к гидрантам, размещаемым один от другого на расстоянии не более 75 м. Каждый пост состоит из одного переносного лафетного ствола с двумя приемными штуцерами и прорезиненных рукавов длиной 300 м и диаметром 75 мм. Эти посты предназначены для тушения очагов огня, возникающих в нижней части куч.

При общем объеме биржи до 100 000 пл. м<sup>3</sup> устанавливают два поста, при объеме 100 000—250 000 пл. м<sup>3</sup> — четыре поста, при объеме более 250 000 пл. м<sup>3</sup> — шесть постов.

Противопожарный режим, указанный для штабельных бирж, на кучевых биржах должен выполняться самым жестким образом.

В целях пожарной безопасности к зданиям, оборудованию и режиму кучевых бирж предъявляют следующие требования:

1) паровозы с топками на территории кучевых бирж не допускаются; передвижение по железнодорожным путям должно производиться на мотовозах, электровозах, аккумуляторных паровозах или маневровых лебедках;

2) будки конвейеров моторные и приводные необходимо строить полностью из негорючих материалов;

3) электросеть открытая допускается лишь вне пределов действия пожарных струй из стационарных лафетных стволов; в пределах зоны действия струй силовые и осветительные электросети следует прокладывать кабелем;

4) применение взрывчатых веществ для разборки куч не допускается; рекомендуется разборка куч грейферными кранами.

5) направление господствующих ветров при планировке биржи, предприятия или поселка должно идти вдоль их границ, но ни в коем случае не должно быть с биржи на поселок;

6) заземление кучевых укладчиков должно быть надежным;

7) проезды высотой не менее 4,2 м должны находиться под транспортерами в месте пересечения с дорогами;

8) поливка поверхности куч в летнее и сухое время года должна производиться один-два раза в день;

9) площадь вокруг куч на расстоянии 30—40 м должна быть очищена от коры, щепы, древесной трухи, мусора, сухой травы и других горючих материалов;

10) биржа должна быть оборудована электрической пожарной сигнализацией, связывающей ее с пожарной командой; извещатели пожарной сигнализации должны иметь указатели, освещаемые в

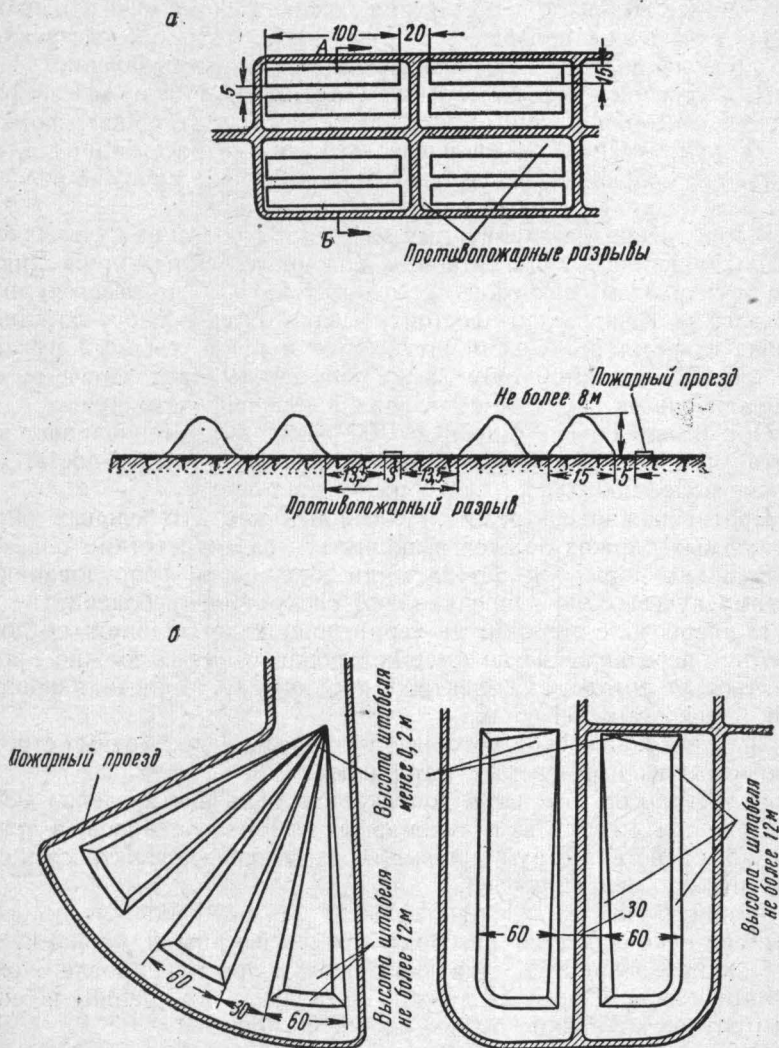


Рис. 115. Открытые склады дробленой или рубленой древесины:  
а — план квартала штабелей; б — план штабелей при скреперной механизации

темное время суток; кроме того, на бирже должна действовать акустическая пожарная сигнализация для немедленного сбора всего обслуживающего персонала.

**Склады рубленой древесины.** На целлюлозно-бумажных предприятиях склады рубленой древесины предназначаются преимущественно для хранения технологической щепы. Топливная щепка и древесные отходы (опилки, стружки, кора, крупная щепка), не используемые для производства древесно-волоконистых плит, обычно транспортируют с мест их скопления в бункера ТЭС.

Склады технологической щепы устраивают главным образом механизированные, закрытого типа. Противопожарные разрывы при планировке закрытых складов щепы приведены в табл. 21.

Таблица 21

**Противопожарные разрывы для закрытых складов щепы**

Степень огнестойкости здания склада	Наибольшая площадь пола склада в м <sup>2</sup>	Разрывы в м между зданиями складов, а также от зданий складов до зданий предприятия при степени их огнестойкости				Разрыв от зданий складов до жилых зданий населенных мест в м
		I—II	III	IV	V	
I—II	5000	13	15	20	23	30
III	2500	15	20	23	25	40
IV	1500	20	23	25	28	50
V	1200	23	25	28	30	50

Внутренний противопожарный водопровод устраивают только в пересыпных будках склада.

На открытых складах рубленой древесины приняты следующие размеры штабелей: по длине до 100 м, по ширине до 15 м, по высоте до 8 м. При скреперной механизации штабеля допускаются длиной до 200 м, шириной до 60 м и высотой до 12 м (рис. 115).

Моторные будки транспортеров для щепы устраивают I или II степени огнестойкости.

Эстакады и галереи (для транспортирования лесных материалов), располагаемые над зданиями и железнодорожными путями с паровой тягой поездов, должны быть несгораемыми.

**Пожарная характеристика и правила хранения химикатов, топлива, полуфабрикатов и готовой продукции**

Пожарная опасность целлюлозно-бумажного производства в первую очередь зависит от веществ, применяемых или хранимых на объекте.

Хранение и обработку самого опасного вещества можно организовать так, что случаи пожаров будут исключены. Однако это не значит, что такие процессы всегда безопасны и к ним можно предъявлять пониженные противопожарные требования. Всякое наруше-



ние противопожарных правил и режима технологического процесса может вызвать воспламенение того или иного вещества.

Рассмотрим пожарную характеристику и правила хранения химикатов, материалов, топлива, полуфабрикатов и готовой целлюлозно-бумажной продукции в той последовательности, которая предусматривается классификацией производств по степени пожарной опасности, т. е. начиная с пожаро-взрывоопасных веществ и кончая непожароопасными материалами.

О пожарной опасности горючих и негорючих газов-окислителей подробно сказано в гл. 7, в табл. 22 приведены данные о величине разрывов между складами баллонов, наполненных газами, и зданиями.

Таблица 22

Разрывы между складами баллонов с газами и зданиями		
Емкость складов в пересчете на 40-литровые баллоны	Разрывы в м	
	место	величина (не менее)
До 500 баллонов включительно	Между складами, а также складами и производственными помещениями	20
500—1500 баллонов включительно	»	25
Свыше 1500 баллонов	»	30
Независимо от емкости склада	Между складами и жилыми домами . . . . .	50
То же	Между складами и общепромышленными помещениями	100

На расстоянии 10 м вокруг склада баллонов с газами воспрещается хранить всякие горючие материалы и производить работы с открытым огнем.

Максимальная емкость отдельного складского помещения — не более 3000 баллонов (40-литровых) с отсеками емкостью до 500 баллонов с горючими и ядовитыми газами или до 1000 баллонов с негорючими и неядовитыми газами.

Стены, разделяющие помещения на отсеки, должны быть негорючими. Каждый отсек должен иметь самостоятельный выход наружу.

Внедрение новых технологических процессов в целлюлозно-бумажную промышленность (см. гл. 5) связано с получением ряда взрывоопасных веществ: водорода, двуокиси хлора, хлората натрия, одоранта сульфана, спиртов и др.

**Водород** получается при электролизе поваренной соли, в процессе которого образуется и хлор. Образование взрывоопасной смеси водорода с хлором в отдельном электролизере обычно приводит к «хлопкам», вызывающим выплескивание рассола из концевой кармана через затвор.

Водород образуется в разлагателях ванн в процессе разложения амальгамы натрия. При нарушении нормальной работы ванн, водород может образоваться непосредственно в электролизерах, что особенно опасно, так как в этом случае образуется взрывоопасная смесь водорода с хлором.

Причинами образования водорода в электролитических ваннах являются:

1) присутствие вредных примесей в ртути и рассоле (хрома, ванадия, германия и др.);

2) внезапное прекращение циркуляции ртути и оголение дна ванны, находящейся под током;

3) частичное оголение дна отдельных участков электролизера;

4) разрушение гуммированного слоя ванны и попадание железа в рассол;

5) нарушение режима работы разлагателя амальгамы и ряд других причин.

Для предотвращения образования взрывоопасной смеси в электролизерах должны быть предусмотрены следующие мероприятия по технике безопасности:

1) систематический анализ содержания водорода в хлоре с помощью газоанализаторов, позволяющий своевременно принять соответствующие меры или отключить водородящую ванну;

2) световая и звуковая сигнализация, предупреждающая обслуживающий персонал об опасности в случаях:

а) остановки циркуляционного ртутного насоса и оголения дна ванны;

б) отключения питающего трансформатора (автоматическое включение резервного трансформатора не позднее чем через 5 сек после отключения);

3) подача азота для разбавления газа и продувки аппаратуры.

Для предотвращения образования взрывоопасной смеси водорода с воздухом следует постоянно поддерживать избыточное давление в разлагателе амальгамы и водородной магистрали, препятствующее подсосу воздуха.

Полученный водород применяют в производстве синтетической соляной кислоты, необходимой для кислотки целлюлозы и приготовления двуокиси хлора.

Защиту водородных трубопроводов от проскока пламени из печи синтеза хлористого водорода (рис. 49, б) осуществляют с помощью огнепреградителей.

Огнепреградителями служат стальные вертикальные цилиндрические аппараты (диаметром и высотой около 600 мм) со сферическими днищами и крышками, имеющие внутри насадку из зерен гравия размером 3,5 мм.

**Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.** Температура вспышки положена в основу классификации горючих жидкостей, так как она является той низшей температурой, при которой жидкость впервые становится особо опасной в пожарном отношении.

По температуре вспышки паров жидкости подразделяются<sup>1</sup> на легковоспламеняющиеся (с температурой вспышки 45° и ниже) и горючие (с температурой вспышки паров выше 45°). К первым относятся: бензин, метиловый и этиловый спирты, бензол, лигроин, спиртовые лаки, простые эфиры, сероуглерод, ацетон, сульфан, керосин, газолин, сульфатный скипидар-сырец, бутиловый и амиловый спирты и т. п. Ко вторым — некоторые сорта скипидара, сивушные масла, смолы и смоляные масла, моторное топливо, мазут, зеленое масло, смазочные масла, мази.

Взрывоопасность паров жидкости определяется:

- 1) наименьшей и наибольшей температурой (температурным интервалом), при которых образуются взрывчатые смеси;
- 2) концентрациями нижней и верхней границ взрыва и промежутком между этими границами (диапазоном взрыва);
- 3) температурой и давлением при взрыве и скоростью распространения взрывной волны.

Пожароопасность (огнеопасность) жидкости определяется:

- 1) температурой вспышки и воспламенения;
- 2) температурой самовоспламенения;
- 3) температурой разложения;
- 4) теплотворной способностью, температурой горения и скоростью горения;
- 5) склонностью к самовозгоранию.

На складах наземных и в полуподземных допускается хранение в резервуарах и в таре легковоспламеняющихся жидкостей до 1000 м<sup>3</sup>, горючих жидкостей до 5000 м<sup>3</sup>, а в подземных складах соответственно до 2000 м<sup>3</sup> и 10 000 м<sup>3</sup>. Хранение расходуемого запаса легковоспламеняющихся и горючих жидкостей допускается в производственных и иного назначения зданиях I и II степени огнестойкости.

Для легковоспламеняющихся жидкостей резервуары устраивают по безопасной системе, с огневыми предохранителями, исключаящими непосредственный контакт с атмосферным воздухом паров жидкости и свободный выход их при «дыхании» резервуара.

Огнепреградителем называют устройство, состоящее из металлического стакана, заполненного гравием (диаметром 6—8 мм) или металлической лентой специального профиля. Пламя, проходя через слой гравия или ленту, гасится.

Для ограничения дыхания резервуаров применяют дыхательные клапаны с простейшими огнепреградителями (сетка Дэви). У нас применяют клапаны системы Апресова, Бензоскладстро и др.

Крышки резервуаров должны быть герметичными. Резервуары должны иметь автоматические указатели уровня жидкостей, установка водомерных стекол или пробных краников не допускается.

---

<sup>1</sup> Согласно Нормам и техническим условиям проектирования складских предприятий и хозяйств для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (Н и ТУ 108—56), М., Госстройиздат М., 1956.

Все резервуары, трубопроводы, железнодорожные цистерны, гибкие шланги, наконечники автоцистерны и прочие устройства должны быть заземлены для отвода статического электричества, образующегося при движении светлых нефтепродуктов по трубопроводам.

Резервуары с вязкими веществами (мазутом, маслом и т. п.) зимой обогревают паром или горячей водой, пропуская их через змеевики, уложенные на дно резервуаров, или же отепляют сам резервуар.

В складах легковоспламеняющихся жидкостей искусственное освещение должно быть взрывобезопасным или наружным (через окна, проемы). В складах горючих жидкостей допускается герметическая (пыленепроницаемая) осветительная арматура. Переносные фонари также должны быть взрывобезопасными, шахтного типа. Для проветривания складов устраивают естественную или механическую взрывобезопасную вентиляцию.

Площадка склада должна быть ровной и расположенной на той же высоте, что и соседние площадки. Чтобы предотвратить растекание жидкости у наземных резервуаров (складов), устраивают заградительные стенки высотой не менее 1 м или земляные валы такой же высоты. Ширина земляных валов поверху — не менее 0,5 м, причем кубатура обвалованной площади должна быть равной 50% емкости резервуарного парка.

Расстояние между стенками двух смежных наземных резервуаров должно быть не менее диаметра большего из них.

Противопожарные разрывы между зданиями или сооружениями и открытыми наземными расходными складами легковоспламеняющихся жидкостей выбирают (по Н 102—54 и Н 108—56) в зависимости от емкости складов и огнестойкости ближайшего здания (табл. 23).

Таблица 23

**Противопожарные разрывы между складами легковоспламеняющихся жидкостей и ближайшими к ним зданиями (сооружениями)**

Емкость склада в т	Разрывы в м между складами ЛВЖ и зданиями (сооружениями) при степени их огнестойкости		
	I и II	III	IV и V
500—1000	30	40	50
250—510	24	30	40
10—250	20	24	30
Менее 10	16	20	24

Для складов подземного хранения разрывы, указанные в табл. 23, уменьшают на 50%, а для складов полуподземного хранения — на 25%.

При хранении на складе только горючих жидкостей количество их может быть увеличено в 5 раз против указанного в таблице ко-



личества легковоспламеняющихся жидкостей. При совместном хранении этих жидкостей 1 *т* легковоспламеняющейся равна 5 *т* горючей.

Вдоль границы складских территорий должна лежать свободная полоса земли шириной 10—20 *м* (в зависимости от емкости склада). На всей территории складов категорически запрещается курение или разведение открытого огня.

К основным мероприятиям по борьбе с пожарами и взрывами относится недопущение возможности разлива огнеопасной жидкости в помещении и выделения ее паров в воздух. Это достигается путем герметизации, вентиляции и предотвращения возможности возникновения в помещении искр и открытого огня.

В процессе хранения и применения легковоспламеняющихся жидкостей следует поддерживать такой режим, при котором концентрации паров были бы выше верхнего или ниже нижнего пределов взрыва. Это достигается путем создания соответствующих температур и давлений в складах, аппаратах и других емкостях.

**Карбид кальция.** Технический карбид кальция имеет серый цвет, обусловленный наличием в нем примесей свободного углерода, фосфористых и сернистых соединений. Пожароопасность карбида кальция объясняется фосфористыми соединениями, образующимися при воздействии случайно попавшей в барабан с карбидом воды фосфористый водород ( $\text{PH}_3$ ), который самовоспламеняется, вызывая горение или взрыв образующейся при этом смеси ацетилена с воздухом.

Известны также случаи саморазогрева карбида кальция до  $1000^\circ\text{C}$  с разложением и взрывом ацетилена или самовоспламенение при запуске генератора системы «вода на карбид» при содержании в ацетилене 0,15%  $\text{PH}_3$ .

Карбид кальция хранят чистым весом 50 и 100 *кг* в металлических барабанах с герметически закрытой крышкой. Хранение в такой таре может представлять опасность в том случае, если барабаны раскроются или в них появятся повреждения, через которые может проникнуть вода. Следовательно, основным противопожарным мероприятием является защита барабанов от попадания в них воды. Это достигается устройством складов карбида кальция в отдельных (I или II степени огнестойкости) сухих зданиях с легкими и негорючими кровлями.

Пол склада должен быть поднят на 50 *см* выше уровня затопляемости участка. Барабаны укладывают на решетки в два-четыре ряда (в зависимости от механизации). Во избежание взрывов вскрывать барабаны зубилом и молотом запрещается. Порожние барабаны следует тщательно очищать и хранить отдельно.

Отопление в складах отсутствует. Освещение — по нормам взрывоопасных помещений. Разрывы между складами карбида кальция и другими зданиями (сооружениями) 15—40 *м* (в зависимости от емкости). Противопожарный режим для складов карбида кальция устанавливают такой же, как и для взрывоопасных помещений

Сера и серный колчедан. Серу и серный колчедан в сульфит-целлюлозном производстве применяют в качестве сырья для получения сернистого ангидрида, из которого вырабатывают башенную кислоту.

Температура плавления серы 112—119°, температура самовоспламенения — 260—290°, точка кипения — 444,6°. Пары серы очень опасны, так как, соединяясь с воздухом, они дают взрывчатые смеси. Следовательно, перед подачей к форсункам печей серу не следует перегревать.

Температура горения (пламени) серы весьма высокая (1820°), поэтому при пожарах возможна деформация и обрушение даже огнестойких строительных конструкций. Образующийся сернистый ангидрид тяжелее воздуха, вследствие этого хранение серы в подвальных помещениях производственных зданий не допускается.

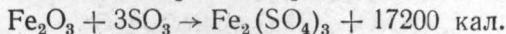
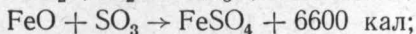
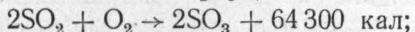
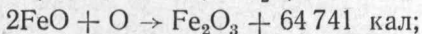
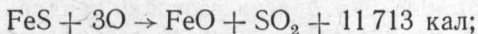
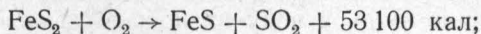
Нижний предел взрыва пыли серы лишь около 3 г/м<sup>3</sup>, т. е. по взрывоопасности она относится к I классу. Являясь диэлектриком, сера легко электризуется. Известны неоднократные случаи разрядов в самом облаке пыли. Так как температура самовоспламенения серы невысокая, то взрыв пыли возможен от незначительных источников воспламенения (искры при работе дробилок, неисправных грузоподъемных механизмов в складах). Легкая окисляемость пыли серы при известных условиях может привести к самовозгоранию.

Сернистые соединения железа (сульфида железа) обладают пираторными свойствами и относятся к I группе пираторов, характеризующейся способностью к самовозгоранию при нормальных температурах воздуха. Пираторы II группы самовозгораются при некотором начальном повышении температуры. Поэтому сульфиды железа представляют наибольшую пожарную опасность.

В природе сульфиды железа встречаются в виде серного колчедана в составе некоторых руд и ископаемых углей. В производственных условиях сульфиды железа образуются в результате действия сероводорода на окислы железа.

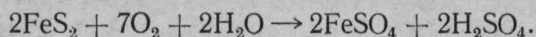
Основная причина самовозгорания всех сульфидов — способность окисляться кислородом воздуха с выделением тепла. Случаи самовозгорания серного колчедана отмечены на сернокислотных заводах, в рудниках и на складах.

В литературе<sup>1</sup> приведен следующий ряд реакций, которые могут протекать в процессе самовозгорания серного колчедана:



<sup>1</sup> А. В. Б р и ч к и н, Природа подземных колчеданных пожаров и метод борьбы с ними, М., ГОНТИ, 1932 (Цитировано по Демидову).

Из приведенных реакций видно, что все они экзотермичны и при накоплении тепла могут привести к самовозгоранию серного колчедана. Самовозгоранию серного колчедана способствует влага. При этом возможная реакция протекает по следующему уравнению:



В дальнейшем возможно и образование основных солей трехвалентного железа.

Образующийся железный купорос, увеличиваясь в объеме, вызывает растрескивание серного колчедана и его измельчение, что благоприятствует процессу самовозгорания.

Из сульфидов железа ( $\text{FeS}$  и  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ), образующихся в заводской аппаратуре, наибольшими пирофорными свойствами обладает сульфид трехвалентного железа  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ .

Мерами борьбы с образованием пирофорного сульфида железа являются: антикоррозионное покрытие внутренней поверхности аппаратуры; очистка газов от сероводорода; очистка поверхности аппаратуры от продуктов коррозии.

Для самовозгорания сульфидов железа характерен разогрев их до высокой температуры без появления пламени. Пожарная опасность состоит в самовоспламенении горючих веществ, соприкасающихся с сильно разогретыми сульфидами. Такие случаи наблюдаются при сливе нефтепродуктов из резервуаров, а также при опорожнении и вскрытии аппаратов с горючими жидкостями.

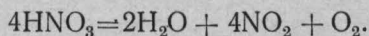
Серу транспортируют и хранят в рогожных кулах и мешках. На складах штабеля следует делать в плане не более  $10 \times 6$  м и высотой до 2 м.

При хранении серы навалом делают лари из негорючих материалов или разгораживают склад на отдельные небольшие закрома. Такие склады пригодны и для хранения серного колчедана.

Здания складов могут быть I, II и III степеней огнестойкости. Склад должен быть холодным, неотапливаемым, с естественной вентиляцией, освещение электрическое — взрывобезопасное (особенно при наличии в складе процессов дробления и образования пылевоздушных смесей). Общая площадь склада не должна превышать  $1200 \text{ м}^2$ . При возникновении пожаров на складе средством тушения является вода.

**Минеральные кислоты.** При работе с концентрированными кислотами необходимо иметь в виду их пожарную опасность.

Среди кислот наиболее опасна азотная, применяемая в целлюлозно-бумажном производстве лишь в лабораториях. Пожарная опасность обуславливается тем, что азотная кислота на свету разлагается на воду, кислород и двуокись азота, являющуюся сильным окислителем:



Азотная кислота крепостью свыше 60% может вызывать самовозгорание древесных опилок и стружек, а также соломы, сена и

др. Опасность действия азотной кислоты на горючие вещества увеличивается, если она смешана с серой и другой кислотой. При этом происходит нитрация с образованием нитропродуктов, самовозгорающихся или воспламеняющихся от любого источника воспламенения. Так, на складе реактивов одного из целлюлозных заводов произошел пожар, вызванный воздействием смеси  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$  на деревянные стеллажи. На складах азотной кислоты следует избегать применения и хранения дерева и других органических и нитрирующихся веществ.

Применяемая на целлюлозно-бумажных предприятиях серная кислота, изготовленная для разложения сульфатного мыла и кислотки целлюлозы, пергаменты, зарядки аккумуляторов опасна тем, что, реагируя с металлами, образует соли с выделением водорода.

Соприкосновение серной кислоты с горючими измельченными твердыми веществами опасно лишь в тех случаях, когда они смешаны с такими окислителями, как бертолетова соль и марганцево-кислый калий.

Соляная кислота, применяемая для кислотки целлюлозы, пайки сеток и для других целей, менее пожароопасна. Однако при смешении соляной кислоты с кислорододающими соединениями выделяется хлор, который при наличии известных веществ может вызвать их воспламенение.

Для кислот склады строят обычно из негорючих материалов, но без применения металла. Полы складов должны быть кислотоупорными и иметь сточные канавы или лотки с приямками для улавливания пролитых кислот.

Склады для той или иной кислоты выбирают в зависимости от температур их замерзания.

Для азотной кислоты нужны закрытые хранилища, полуоткрытые навесы и открытые площадки.

Для серной кислоты тип хранилища выбирают в зависимости от ее концентрации. Для дымящей серной кислоты (олеума) требуются закрытые и обязательно отапливаемые склады.

Для соляной кислоты пригоден любой тип хранилища: открытый, полуоткрытый и закрытый.

Кислоты хранят в бутылках, наполняемых не более чем на 0,9 их емкости и упакованных в корзины или деревянные ящики с обрешеткой, выложенные соломой или стружками. При хранении азотной кислоты стружки пропитывают раствором хлористого кальция, жидкого стекла или квасцов.

Во всех случаях бутылки устанавливают группами по 100 штук (не более), в два ряда по 50 бутылей или в четыре ряда по 25 бутылей. Между группами и рядами должны быть разрывы, обеспечивающие свободный проход и выполнение складских операций.

При совместном хранении разных кислот для каждой из них отводят площадки с бортиками высотой 15 см, чтобы в случае разрыва бутылей исключить взаимодействие кислот.

С кислотами можно хранить только щелочи.



При хранении кислоты, особенно азотной, надо тщательно следить за целостью тары.

При хранении бутылей на стеллажах категорически запрещается помещать на одном стеллаже минеральные и органические кислоты.

Склад кислот должен быть оборудован емкостями со щелочными растворами или ящиками с запасами извести для нейтрализации пролитой кислоты.

На складах кислот огнегасительным средством являются распыленная вода, углекислый газ и четыреххлористый углерод. Попадание воды в серную кислоту должно быть исключено.

**Каменный уголь.** Хранящийся в кучах или штабелях ископаемый уголь способен саморазогреваться, а при недостаточном отводе тепла и самовозгораться. Пожарная опасность угля зависит от содержания в нем углерода, непредельных и сернистых соединений, а также от их адсорбционной способности, влажности и условий хранения. Самовозгорание ископаемого угля начинается при низких температурах, без нагрева извне.

Процесс адсорбции является источником выделения тепла вплоть до 60—75°, после чего теплота выделяется за счет окисления угля.

Способность угля к адсорбции находится в прямой зависимости от его возраста, температуры и степени измельчения. Процесс окисления угля складывается из окисления серного колчедана и других сернистых соединений, а также самой массы угля (за счет непредельных соединений).

Согласно противопожарным нормам проектирования складов ископаемого угля Н 104—52 уголь всех месторождений по подверженности к окислению и самовозгоранию подразделяется на две группы (табл. 24).

Таблица 24

Характеристика ископаемого угля по пожарной опасности

Группа угля	Род угля	Характеристика угля по его подверженности к окислению и самовозгоранию
Первая	Антрациты всех сортов и каменный уголь марки Т (тощий)	Устойчивый
Вторая	Бурый и каменный уголь, за исключением марки Т	Опасный

Примечание. Смесь угля разных групп относится ко второй группе.

Укладка угля на место хранения, наблюдение за его температурой и осуществление мероприятий по борьбе с самовозгоранием угля на складе должны производиться в соответствии с «Противопожарными правилами хранения ископаемых углей».

Ископаемый уголь можно хранить как в штабелях на открытых площадках, так и под навесом или в специальных помещениях. Склады угля подразделяют на механизированные (с применением грейферов, скреперов и др.) и немеханизированные (с применением ручного труда).

Основные мероприятия по предотвращению самонагревания и самовозгорания угля на складе, а также по борьбе с этими явлениями в тех случаях, когда они возникли, заключаются в следующем:

1) на немеханизированных складах: ограничение высоты укладки угля, а также выгрузка разогретшегося угля на запасные площадки для охлаждения;

2) на механизированных складах: уплотнение угля в штабелях, чтобы воспрепятствовать проникновению в них воздуха.

Для складов с механизированной укладкой размеры штабелей и их высота не ограничиваются при условии послойной укладки и уплотнения углей.

На немеханизированных складах согласно Н 104—52 размеры штабелей не должны превышать величин, указанных в табл. 25.

Таблица 25

Размеры штабелей в зависимости от категории углей

Группа угля	Вид угля	Размеры штабеля в м		
		высота	ширина	длина
Первая	Антрациты всех сортов и каменный уголь марки Т	Не ограничивается		
Вторая	Бурый и каменный уголь, за исключением марки Т	2,5	Не более 20	Не ограничивается

Устройство в штабелях угля с целью охлаждения каких-либо вентиляционных каналов и вытяжных труб воспрещается.

Площадь складов, устраиваемых в закрытых помещениях, а также навесов для хранения угля в зависимости от степени его огнестойкости определяют по табл. 25, считая, что хранение угля приравнивается к производству категории В.

Высота закрытых складов и навесов для хранения угля должна быть такой, чтобы расстояние по вертикали между поверхностью угля и конструкцией покрытия было не менее 1,9 м. В складах предусматривают устройства, обеспечивающие проветривание пространств над поверхностью сложенного угля.

При хранении угля в подвальных и полуподвальных помещениях или в первых этажах (при котельных) стены и перекрытия должны быть несгораемыми, а помещения обеспечены естественным провет-

риванием. Предел огнестойкости для подвальных помещений должен быть не менее 3 часов, а для полуподвальных — 1,5 часа.

Расстояние между смежными штабелями угля должно быть не менее 1 м при высоте их не более 3 м и не менее 2 м при большей высоте штабелей.

При наличии на складе зданий или сооружений для погрузки, разгрузки угля и прочих работ с ним, а также в случае хранения угля в закрытых складах и под навесами площади их и противопожарные разрывы между двумя зданиями (сооружениями) и закрытыми складами определяют по табл. 31 (см. главу 15).

Противопожарные разрывы между зданиями, сооружениями и открытыми наземными складами угля по Н 102—54 зависят от емкости складов и огнестойкости ближайшего здания (табл. 26).

Таблица 26

**Противопожарные разрывы между открытыми (наземными) складами каменного угля и ближайшими зданиями (сооружениями)**

Емкость склада в т	Разрывы между открытыми складами и ближайшими зданиями (сооружениями) при степени огнестойкости		
	I и II	III	IV и V
5000—100 000	12	14	16
500—5000	8	10	14
Менее 500	6	8	12

Расстояние от подошвы штабеля до ограждающего забора должно быть не менее 3 м, до железнодорожного пути и бровки автогужевой дороги — не менее 1,5 м.

Чтобы исключить опасность самовозгорания, установлены следующие противопожарные правила хранения угля.

Перед укладкой угля в штабель площадка должна быть очищена от мусора, щепы, торфа, растительной земли, корней растений, разлагающихся пород, колчеданов, остатков горных выработок и др. Площадка должна быть плотно утрамбованной или замощенной с уклоном для стока воды в сточные канавы. Водосточные канавы, обеспечивающие удаление дождевых и талых вод за пределы территории склада, не должны быть расположены под штабелями.

При укладке и хранении угля необходимо тщательно наблюдать, чтобы в штабель не попали куски дерева, тряпки, бумага, сено, солома, торф и др. Уголь необходимо укладывать плотно, выравнивать откосы, покрывая их сплошным слоем из смеси извести, глины и песка толщиной не менее 5 мм.

В процессе хранения угля следует вести наблюдение за сохранением ровности и плотности поверхности, а также за температу-

рой внутри штабеля, чтобы не допустить самовозгорания угля. Наблюдение за температурой ведут путем установки в откосах штабелей контрольных железных труб или хвостовых термометров. Расстояние между трубами должно быть не более 10 м. Нижние заваренные концы труб должны отстоять от подошвы штабеля на расстояние не более 0,5 м, а верхние — выступать над поверхностью его на 0,2 м. Трубы должны плотно закрываться пробками. Для наблюдения за температурой применяют также термосигналы системы Королева и др.

За штабелями необходимо повседневно вести тщательное наблюдение. При температуре в штабеле выше 60° необходимо срочно извять разогревшийся уголь и немедленно засыпать выемку свежим углем с тщательным его уплотнением. Разогревшийся уголь охлаждают, разбрасывая его по запасной площадке слоем не толще 0,5 м.

Тушение и охлаждение угля водой в штабелях не разрешается во избежание распространения нагрева на соседние пласты. Загоревшийся уголь можно тушить водой только на запасной площадке после того, как он будет вынут из штабеля.

На территории склада угля должен поддерживаться строгий противопожарный режим.

**Торф.** Из двух видов торфа, кускового и фрезерного, наибольшую пожарную опасность представляет фрезерный.

Во фрезерном торфе биохимические процессы идут более интенсивно, чем в кусковом, вследствие повышенной аккумуляции тепла. Торф способен саморазогреваться и самовозгораться вследствие содержания в нем непредельных гуминовых веществ.

Саморазогревание торфа, вызываемое жизнедеятельностью микроорганизмов, начинается при 10—18° и заканчивается при 60—70°, образуя полукокс — хрупкую сухую углеродистую массу с высокой адсорбционной способностью. При доступе воздуха полукокс самовозгорается, вызывая горение всей массы торфа в штабеле.

Самовозгоранию, возможно, способствует окисление солей железа гуминовых кислот, начинающееся с 60°.

По степени пожарной опасности торф разделяется на три категории: А — малоопасный; Б — среднеопасный; В — опасный.

Кусковой торф можно хранить в подвальных помещениях при котельных с соблюдением режима для хранения каменного угля.

Фрезерный торф рекомендуется хранить в подвальном помещении в количестве не свыше недельной потребности, так как он более опасен в пожарном отношении. Остальной запас торфа следует складывать на открытых площадках, у теневой стены зданий.

Для исключения опасности саморазогревания и самовозгорания рекомендуется следующая высота штабелей: для торфа с большой склонностью к саморазогреванию — 1 м; со средней склонностью — 1,5 м и малой склонностью — 2 м. Размеры штабеля в плане должны быть: по ширине (основанию) не более 1 м; по длине



не более 50 м. Разрывы между торцами штабеля по ширине делают равными 5 и по длине 10 м.

Между каждой группой штабелей (два, четыре) делают разрывы для кускового торфа — 30 м, для фрезерного — 45 м. Смешанное хранение в штабеле кускового и фрезерного торфа, а также сухого и влажного запрещается.

Противопожарные разрывы между зданиями или сооружениями и открытыми наземными складами торфа (по Н 102—54) зависят от емкости складов и степени огнестойкости ближайшего здания (табл. 27).

Таблица 27

**Противопожарные разрывы между открытыми (наземными) складами торфа и зданиями (сооружениями)**

Емкость складов в т	Разрывы между складами и зданиями (сооружениями) при степени огнестойкости		
	I и II	III	IV и V
Для кускового торфа:			
1000—10 000	24	30	36
менее 1000	20	24	30
Для фрезерного торфа			
1000—5000	36	40	50
менее 1000	30	36	40

Подготовка площади для штабелей торфа производится по тем же правилам, что и для складов угля.

На территории склада запрещается: курение; разведение открытого огня; пользование поддувалом и сифоном при въезде паровозов на территорию склада; выбрасывание шлака из топок; подъезд автомашин задним ходом к штабелям; заправка горючим и ремонт автомашин.

В целях своевременного предупреждения самовозгорания торфа устанавливают систематический контроль за температурой в штабеле. Опасной температурой считается 60°. При такой температуре прорывают траншеи на глубину 0,5 м для охлаждения разрытого участка. При самовозгорании производится изъятие торфа из очага с заполнением выемки сырым торфом с влажностью не ниже 70%.

**Солома, тростник, тряпье, макулатура.** Кроме древесины, сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности служит солома, тряпье и макулатура.

Солома (тростник), как и другие растительные материалы, способна самовозгораться. Повышение температуры до 70° (не более) в недосушенных растительных продуктах обусловливается деятельностью микроорганизмов. Дальнейший процесс самовозгорания в растительных продуктах протекает так же, как и в древесных опилках.

Сноповую и тюковую (прессованную) солому хранят на соломенных складах целлюлозно-бумажных предприятий в скирдах размером  $20 \times 40 \times 15$  м, т. е. объемом 12 тыс. м<sup>3</sup>. Интервал между скирдами должен быть не менее 15—20 м, так как на этой площади производят растаскивание и промывку загоревшейся соломы.

Склад соломы должен быть достаточно удален от завода (желательно на 500 м) ввиду ее большой огнеопасности. Целесообразнее устраивать два-три склада со значительными разрывами между ними. Планировка должна предусматривать деление склада соломы на участки дорогами и разрывами.

Крупные склады оборудуют противопожарным водопроводом, а мелкие — водоемами с помещением для пожарного насоса и рукавов.

Как крупные, так и мелкие склады соломы должны обязательно иметь молниезащиту.

При работе паровозов на древесном или угольном топливе железнодорожные пути должны отстоять от складов соломы (скирд) не менее чем на 100 м. Желательно использование мотовозов и аккумуляторных паровозов, не имеющих топок и паровых котлов.

Для предупреждения самовозгорания соломы необходимо контролировать влажность и температуру внутри скирды. Температуру можно измерять хвостовыми термометрами (с длинной ножкой) или лучше термосигналами. Другие меры пожарной безопасности на складах соломы (борьба с открытым огнем, искрами производственных установок и др.) те же, что и на лесных биржах.

Тюки тростника размерами  $0,35 \times 0,35 \times 1,75$  м (весом 60 кг) увязывают в пачки при помощи возвратных строп-контейнеров, изготовляемых из стального троса диаметром 11 мм. Пачка состоит из 16 тюков и весит около 1 т. Формирование пачек производят на самоходной тележке, доставляющей их под крюк крана.

Тростник хранят на бирже в виде пачек в штабелях. Биржа тростника должна быть удалена от целлюлозно-бумажного комбината на расстояние около 1 км.

Резка (сечка) тростника осуществляется с помощью рубительных барабанных машин тяжелого типа с автоматическим разделителем кип и прессовым питателем. Пыль, получаемая при отпыловке и сортировке тростниковой и соломенной сечки, представляет большую опасность в пожарном отношении. Поэтому пыль необходимо отсасывать в пыльные камеры или циклоны и периодически удалять, не допуская ее проникновения в воздух производственных помещений.

Отделение металлических включений производится на магнитных сепараторах.

Основная пожарная опасность тряпья — самовозгорание при наличии на нем растительного масла. Самовозгорание масел вызывается теплом, которое создают реакции окисления и полимеризации непредельных соединений. Для самовозгорания масел необходимы: большая поверхность окисления; содержание в волокнистом

материале определенного количества масла; малая теплопроводность промасленного материала.

Для предотвращения самовозгорания необходимо отдельно хранить чистое и промасленное тряпье, а также систематически следить за температурой в кучах тряпья. В случае повышения температуры тряпье нужно немедленно разворошить.

На складах тряпье должно храниться в штабелях с оставлением разрывов (для тактических действий пожарной команды): между стенками и потолком не менее 1 м и между штабелями не менее 2 м. Противопожарным мероприятием в складах тряпья является также изоляция их от производственных помещений и других складов путем установки автоматически закрывающихся дверей с плавкими вставками.

По сравнению с тряпьем макулатура значительно опаснее в пожарном отношении. Она должна храниться на складе спрессованной в кипы (весом 150—126 кг) или упакованной в кули (мешки) весом 25—30 кг. Архивную и полиграфическую макулатуру пакуют в пачки весом 10—100 кг. Укладка и планировка штабелей макулатуры такая же, как и штабелей тряпья. Хранение макулатуры россыпью можно допускать только в закрытых помещениях.

**Полуфабрикаты и готовая продукция целлюлозно-бумажного производства.** Полуфабрикаты (целлюлоза, древесная масса) и готовая продукция (бумага, картон) в упакованном виде не представляют значительной пожарной опасности.

Полуфабрикаты при горении дают короткое пламя, так как в спрессованном виде (в кипах) они загораются с трудом и обгорают главным образом с поверхности. Поэтому тушение полуфабрикатов не представляет особых трудностей. Несколько опаснее в пожарном отношении оберточная бумага, которая быстро загорается и дает длинное пламя.

При использовании в качестве упаковочного материала деревянных щитков пожарная опасность резко возрастает. Этому в значительной мере способствует просвет в 5—8 см между щитками.

Менее пожароопасны полуфабрикаты и картон в виде валиков, имеющих повышенную влажность (до 60%) по сравнению с полуфабрикатами обычной влажности (12—20%) в упаковке. Относительно большую пожарную опасность представляет сухая размельченная целлюлоза в виде лепестков или жгутиков.

Опасность возгорания бумаги значительно выше, чем полуфабрикатов и картона. Лабораторные опыты показали, что при поднесении пламени обрывки бумаги загораются при нагреве до 165°, а масляная бумажная пыль — при 180°. При нагревании тех же проб (без наличия открытого пламени) самовоспламенение бумаги наступало и при температуре 300—450° (обугливание при 160—180°), чистой бумажной пыли — при 180° (обугливание при 160°).

Бумага, упакованная в кипы; или в рулонах обгорает только с краев на 1—1,5 см и горит коротким пламенем. Разбросанная неупакованная бумага или собранный в кучи бумажный брак и обертка

легко загораются большим пламенем, которое быстро распространяется по всей открытой поверхности бумаги. При этом огонь может легко переброситься на другие сгораемые материалы и на конструктивные элементы здания.

Учитывая пожарную опасность полуфабрикатов и готовой продукции целлюлозно-бумажного производства, при их хранении необходимо выполнять соответствующий противопожарный режим.

В сушильных цехах целлюлозных заводов, в залах бумаго-, картоноделательных машин и в отделочных цехах нельзя допускать скопления отходов упаковочного материала и загромождения их полуфабрикатами и готовой продукцией. В зависимости от габаритов указанных цехов на каждом предприятии определяют максимально допустимое количество продукции для кратковременного хранения.

На складах полуфабрикатов и готовой продукции также не допускается скопления кип целлюлозы, древесной массы, картона и рулонов бумаги сверх установленной нормы. Полуфабрикаты и готовую продукцию укладывают в штабеля с соблюдением продольных и поперечных противопожарных разрывов, величина которых зависит от степени механизации складских операций, а также от размеров кип и рулонов.

Во избежание загорания от искр паровозов скопление продукции на погрузочно-разгрузочной площадке склада не допускается. Если операции не производятся, склад должен быть закрыт. Склад обязательно снабжают всеми необходимыми первичными средствами пожаротушения и оборудуют электролампами с пыленепроницаемой арматурой.



## Глава 14

### СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

#### Первичные средства пожаротушения

Современная противопожарная техника располагает разнообразными огнегасительными средствами и машинами для тушения пожаров на промышленных предприятиях. Применение тех или иных средств пожаротушения зависит от вида производства, его технологии и физико-химических свойств обрабатываемого сырья.

Все системы пожаротушения подразделяются на стационарные, полустационарные и передвижные.

К первичным средствам пожаротушения относятся: пожарные краны; огнетушители; ящики с песком и лопатой; бочки с водой и ведрами; гидropульты; войлок; асбестовое полотно; кошмы и др.

Количество и расстановка этих средств определяются в каждом отдельном случае нормами первичных средств пожаротушения для производственных, складских, общественных и жилых помещений.<sup>1</sup>

При размещении пожарного инвентаря в производственных помещениях и создании условий для лучшего пользования инвентарем целесообразно устраивать специальные стенды.

Первичные средства, как правило, предназначаются для тушения начавшегося пожара силами рабочих и служащих.

#### Противопожарное водоснабжение

Из основных средств тушения самым распространенным и наиболее мощным является вода. Огнегасительный эффект воды весьма высок, что объясняется большой ее теплоемкостью и значительным количеством тепла (639 ккал/кг), которое нужно затратить, чтобы превратить воду (с температурой в 0°С) в пар.

Водой нельзя тушить легковоспламеняющиеся жидкости, карбиды, щелочные металлы, некоторые химические вещества (плав регенерационной печи и др.) и электроустановки, находящиеся под

<sup>1</sup> Нормы первичных средств пожаротушения для производственных, складских, общественных и жилых помещений, М.—Л., изд. Минкомхоза РСФСР, 1950.

током. В некоторых случаях распыленной водой можно тушить горючие жидкости. Горящую древесину, картон, бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы рекомендуется тушить компактными струями воды и пара.

На целлюлозно-бумажном комбинате должна быть осуществлена единая противопожарная сеть для промплощадки и склада лесных материалов штабельного типа и две самостоятельные сети: одна на промплощадке, а вторая на складе лесных материалов кучевого типа при высоте куч 28 м.

В соответствии с требованиями действующих «Противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий

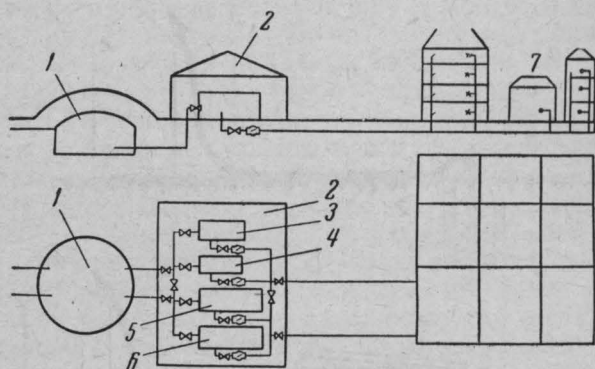


Рис. 116. Схема противопожарного водопровода высокого давления, объединенного с производственным водопроводом:

1 — резервуар; 2 — насосная станция; 3, 4 — насосы производственного водопровода; 5, 6 — пожарные насосы; 7 — сеть

и населенных мест» противопожарный водопровод на промплощадке и в производственных помещениях должен быть высокого давления с установкой стационарных пожарных насосов напором 7—8 *ати* в несгораемом помещении.

Во внутренних противопожарных сетях производственных помещений в обычное время необходимый напор поддерживается установленным для этой цели насосом производительностью 5—10 л/сек.

При возникновении пожара включают пожарный насос, обеспечивающий внутреннее и наружное пожаротушение потребными напорами и расходами воды. При включении пожарного насоса насос, поддерживающий напор во внутренних пожарных сетях, отключается от пожарной сети с помощью обратного клапана, которым он с ней соединяется.

Противопожарное водоснабжение осуществляют противопожарным водопроводом, обычно объединяемым с производственным (рис. 116) или иногда с хозяйственно-питьевым водопроводом. На лесных биржах используют и водоемы.

Различают два основных вида противопожарного водопровода: высокого давления и низкого давления. Первый или второй вид противопожарного водопровода выбирают на основании соответствующих технико-экономических расчетов. При системе противопожарного водопровода высокого давления воду для тушения пожара подают в достаточном количестве и под необходимым давлением непосредственно из наружных гидрантов (рис. 117, *а*) и внутренних пожарных кранов. Необходимый напор в сети создается стационарными насосами, устройство которых должно гарантировать вклю-

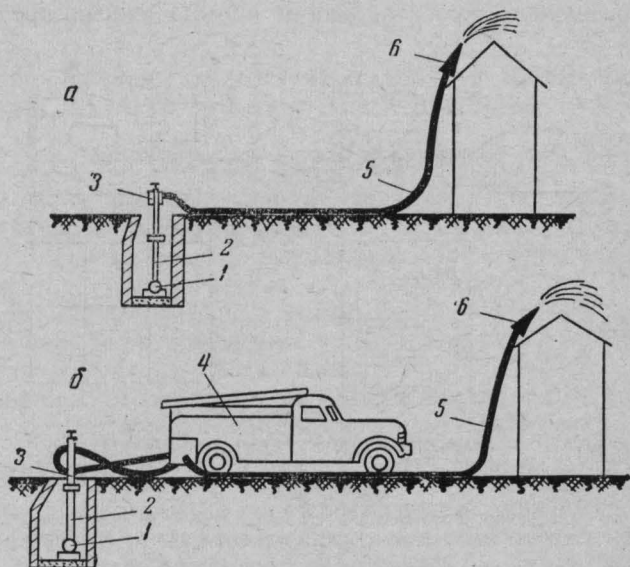


Рис. 117. Схема подачи воды на тушение пожара от водопроводов высокого (*а*) и низкого (*б*) давления:

1 — водопроводная линия; 2 — гидрант; 3 — стендер; 4 — пожарный автонасос; 5 — рукавная линия; 6 — ствол со sprыском

чение их в работу не позднее чем через 5 минут с момента подачи сигнала о возникшем пожаре.

При снабжении водой из водопровода низкого давления необходимый напор создается передвижными насосами, которыми берут воду из гидрантов водопроводной сети и подают ее по рукавам к месту тушения пожара (рис. 117, *б*).

Из водоисточника воду чаще всего подают автонасосом (рис. 117, *б*). Кроме того, автонасос предназначен для доставки к месту пожара личного состава и пожарно-технического вооружения пожарной команды. Автонасос может быть использован и для подачи воздушно-механической (химической) пены. Широко распространен автонасос АН-30 (164), смонтированный на шасси

ЗИЛ-164, грузоподъемностью 4 т. На автонасосе установлен центробежный насос и бак для пенообразователя.

Центробежный насос (однотупенчатый без направляющего аппарата) расположен в заднем отсеке кузова и приводится в действие от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности, смонтированную в одном блоке с коробкой перемены передач. Заливка воды во всасывающую линию и насос осуществляется газоструйным вакуум-аппаратом. Подача воды при давлении 9 кгс/см<sup>2</sup> и высоте всасывания 3,5 м составляет 1800 л/мин.

Система охлаждения двигателя автонасоса — водяная с принудительной циркуляцией. В систему включен теплообменник для дополнительного охлаждения воды, циркулирующей в системе охлаждения при стационарной работе двигателя в летний период. Автонасос, как и всякий пожарный автомобиль, оборудован звуковым сигналом (сиреной), фарой — прожектором, лобовой мигающей фарой и световыми указателями поворота.

Помимо автонасоса, к основным пожарным автомобилям относятся автоцистерны с насосами. Автоцистерны предназначены для доставки к месту пожара личного состава и пожарно-технического сооружения пожарной команды, запаса воды и пенообразователя; для подачи первого ствола без установки и с установкой на водосточник; для подачи воздушно-механической пены. Кроме того, в безводных районах автоцистерна используется для подвоза воды и как промежуточная емкость при работе вперекачку.

От водосточника вода может быть подана к месту пожара с помощью мотопомп, состоящих из двигателя внутреннего сгорания и центробежных насосов, смонтированных на переносной раме или на одноосном прицепе. Мотопомпы служат также для откачки излишне пролитой воды.

Для забора воды из водосточника и перекачки ее для тушения пожара может быть использован подколесный шестеренчатый насос ПН-460, подающий 400 л/мин, при давлении 7 кгс/см<sup>2</sup> и высоте всасывания 1,5 м.

Вал насоса с помощью кулачковой муфты соединен с валом, на котором заклинен рабочий валик. Параллельно с первым валиком на оси заклинен второй валик. Как насос, так и валики смонтированы на литой раме. Характерно то, что привод насоса осуществляется от заднего колеса двухосного автомобиля.

Согласно противопожарным нормам Н 102—54 расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) через гидранты на промышленных предприятиях надлежит принимать по тем зданиям, для которых требуется наибольший расход воды (табл. 28).

Одновременное расчетное число пожаров следующее: при площади территории промышленного предприятия менее 150 га — один пожар; при площади 150 га и более — два пожара; при площади до 150 га и имеющемся при нем поселке с численностью населения до 10 тыс. человек — один пожар; при площади 150 га и более и числе



## Расход воды на наружное пожаротушение

Степень огнестойкости здания	Категория производства	Расход воды в л/сек на один пожар при объеме здания в тыс. м <sup>3</sup>				
		до 3	3—5	5—20	20—50	свыше 50
I и II	Г, Д	5	5	10	10	15
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	5	10	15	25	35
III	В	10	15	20	30	40
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—
IV и V	В	15	20	25	—	—

жителей до 25 тыс.— два пожара, оба на предприятии или оба в поселке по наибольшему расходу.

Расчетная продолжительность тушения пожара 3 часа.

При наличии пенных установок и установок с лафетными стволами, а также для подачи распыленной воды принимают пожарный расход воды, потребный на эти установки, с добавлением к нему 25% расхода воды на тушение пожара от гидрантов по табл. 28.

При установке стационарных насосов для противопожарного водоснабжения при расходе 25 л/сек и более устанавливают один резервный насос мощностью не менее мощности основного насоса. Питание насосов энергией должно быть обеспечено двумя независимыми источниками электроэнергии.

Противопожарная сеть на промплощадке осуществляется из стальных и чугунных труб. Сети, обслуживающие противопожарные нужды, должны быть, как правило, кольцевыми. Тупиковые противопожарные линии допускаются длиной не более 200 м.

Диаметр труб наружного противопожарного водопровода по Н 102—54 должен быть не менее 100 мм. Эти сети должны быть заложены на такой глубине, чтобы исключалось их замерзание.

Сеть противопожарных водопроводов (наружного и внутреннего) разделяется задвижками на отдельные участки так, чтобы на каждом из них устанавливалось не более пяти гидрантов или пяти пожарных кранов (в одном этаже).

Гидрантом называется устройство, устанавливаемое на водопроводной сети и служащее для отбора воды на пожаротушение.

Пожарный гидрант (рис. 118, а) представляет собой полый корпус 1, внутри которого проходит стержень 2 для открывания клапана гидранта. На нижнем конце этого стержня при помощи квадратной муфты 3 укреплен шпindel 4, имеющий шаровой клапан 5 с резиновой прокладкой 6. Стержень 2 в верхней части имеет квадратный выступ 7, закрываемый крышкой 8. При опускании шаровой клапан пропускает воду внутрь полого корпуса 1. Для спуска

остающейся в гидранте воды в корпусе имеется отверстие 9, которое при работе гидранта закрывается задвижкой 10, а в нерабочем состоянии остается открытым. Гидрант укрепляют на водопроводной магистрали при помощи тройника 11.

Приведение гидранта в действие производится при помощи стендера (рис. 118, б), состоящего из полого корпуса 1, в котором внизу, с внутренней стороны, имеется нарезка 2 для наворачивания его на

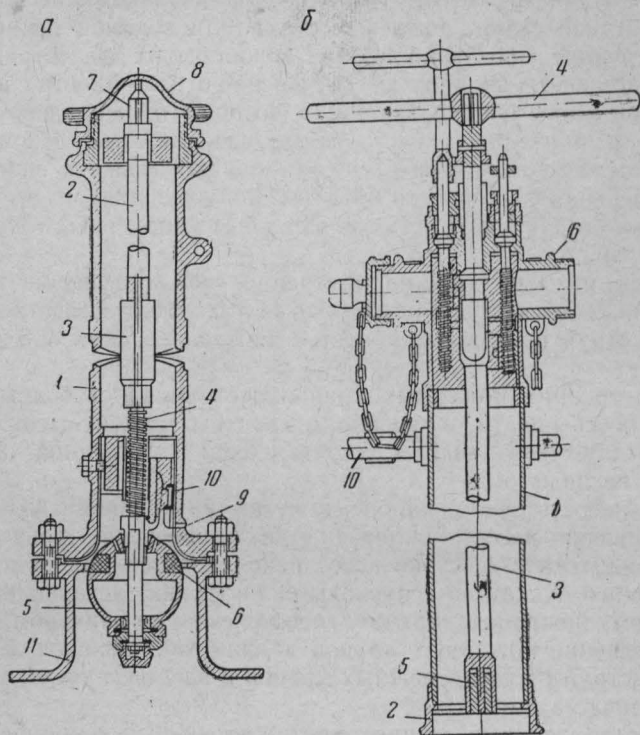


Рис. 118. Пожарный гидрант и стендер:  
а — подземный гидрант; б — стендер

головку гидранта. Через трубу проходит центральный торцовый ключ 3 с поворотной ручкой 4 и расширением 5, надевающимся на квадратный выступ стержня гидранта. При вращении торцового ключа шаровой клапан гидранта опускается и вода поступает в стендер через штуцеры 6 в выкидные рукава.

Гидранты устанавливают вдоль дорог и проездов на расстоянии не более 100 м друг от друга, не ближе 5 м от стен здания и 2 м от дороги, исходя из расчета прокладки рукавных линий. Длина рукавных линий должна быть не более 125 м при системе водопровода высокого давления и не более 150 м при системе водопровода низкого давления (считая от гидранта до места пожара).

Для подачи воды к месту пожара от гидранта через стендер или пожарный кран применяют пенные рукава диаметром 50, 63, 76 мм, соединяемые быстросмыкающимися гайками «Рот». Чтобы придать воде необходимое направление, рукава снабжают металлическими или резиновыми стволами со spryskami различных диаметров. Это уменьшение диаметра spryska увеличивает скорость истечения воды и усиливает эффект тушения. В настоящее время применяют универсальные стволы и spryski, подающие воду в виде компактной струи, дождевых струй или водяной пыли.

Внутренние противопожарные водопроводы не устраивают в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости с несгораемым внутренним оборудованием, в которых обрабатывают, транспортируют или хранят несгораемые изделия, полуфабрикаты, и материалы. Эти водопроводы не устраивают также в зданиях III и V степеней огнестойкости объемом не более 1000 м<sup>3</sup> с производствами категорий Г и Д, а также в складах малоценных товаров, металла и др.

Нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях принимают по Н 102—54 из расчета двух пожарных струй производительностью каждая не менее 2,5 л в 1 секунду.

У внутренних пожарных кранов постоянный свободный напор должен обеспечивать получение компактных струй высотой, необходимой для обслуживания самой высокой и удаленной части здания, но не ниже 6 м.

При недостаточном напоре в сетях внутреннего водопровода устанавливают насосы-усилители, обеспечивающие требуемый напор. Приводить в действие насос рекомендуется при помощи дистанционного пускателя с пусковыми кнопками, устанавливаемыми у каждого пожарного крана с обеспеченным напором.

Размещение пожарных кранов должно обеспечивать соприкосновение струй от двух смежных кранов в наиболее высокой и удаленной точке здания.

В неотапливаемых зданиях противопожарный водопровод снабжают задвижками, расположенными в утепленном месте, а также спускными устройствами.

Внутренние пожарные краны устанавливают на высоте 1,35 м от уровня пола, преимущественно у выходов внутри помещений, на площадках отапливаемых лестничных клеток, в коридорах и проходах (в наиболее заметных местах).

### Спринклерные и дренчерные устройства

Спринклерные устройства служат для автоматического тушения пожара и одновременной подачи сигнала тревоги.

Преимущество этих устройств перед другими противопожарными средствами заключается в том, что с их применением тушение пожара начинается с первых же минут его возникновения, и он может быть ликвидирован в самом начале.

Принцип автоматического действия спринклерных установок основан на действии высокой температуры, возникающей при пожаре. Спринклеры автоматически открываются и разбрызгивают воду над очагом горения.

Спринклерное устройство (рис. 119) состоит из трех основных элементов:

1) из водопитателей, которыми могут быть противопожарный водопровод, насос или водонапорный бак;

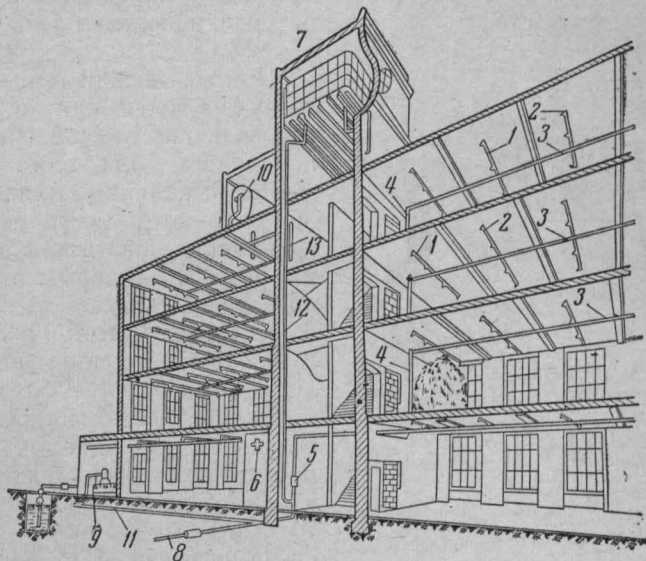


Рис. 119. Общий вид здания, оборудованного спринклерным устройством:

1 — разводящие трубы; 2 — спринклеры (один показан в действии на втором этаже); 3 — питательные трубы, к которым присоединены разводящие трубы; 4 — главная питательная труба-стояк, подающая воду к питательным трубам; 5 — контрольно-сигнальный клапан; 6 — сигнальный аппарат; 7 — водонапорный бак; 8 — ввод от противопожарного водопровода; 9 — насосная установка для питания сети от резервного водисточника; 10 — воздухонапорный бак (пневматический водопитатель); 11 — главная магистраль; 12 — магистраль от бака 7; 13 — указатель уровня воды в баке 7

2) из сети водопроводных труб со спринклерными головками, располагаемыми под потолком и объединяемыми в отдельные секции;

3) из аппаратуры (контрольно-сигнальные клапаны; сигнальные аппараты — водяная турбинка и колокол; акселераторы; компрессоры).

Водопитатель подает воду по магистральной сети к контрольно-сигнальному клапану, а от него по главной питательной трубе к питательным, разводящим трубам и спринклерным головкам.

Спринклерная головка (рис. 120) состоит из конусного бронзового штуцера с винтовой нарезкой, при помощи которого головка ввинчивается в сеть трубопровода. В нижнюю часть штуцера ввер-



тывается кольцевая часть со стремечком, имеющим медную розетку для разбрызгивания вытекающей воды.

Между кольцом и штуцером плотно зажимается упругая металлическая диафрагма, через отверстие которой (диаметром 12,7 мм) вода при пожаре вытекает из спринклера. До начала действия отверстие спринклера в диафрагме закрыто стеклянным клапаном, плотно прижатым к диафрагме при помощи замка, состоящего из трех медных пластинок. Эти пластинки спаяны между собой легкоплавким припоем с определенной температурой плавления (72, 93, 141 и 182°).

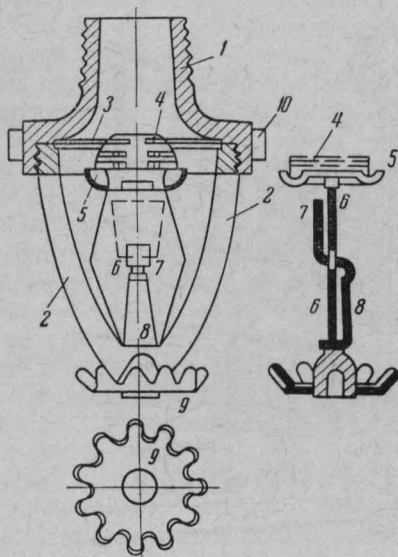


Рис. 120. Спринклерная головка (спринклер) с металлическим замком:

1 — штуцер; 2 — стремечко; 3 — диафрагма; 4 — стеклянный клапан; 5 — шайба; 6, 7, 8 — замок спринклера, состоящий из трех пластинок; 9 — распылительная розетка; 10 — выступы

При повышении температуры воздуха в помещении до указанной величины припой замка расплавляется, пластинки распадаются, стеклянный клапан с силой отлетает от диафрагмы, вода начинает выливаться и, попадая на розетку, разбрызгивается в виде душа, орошая площадь до 9 м<sup>2</sup>. Потому расстояние между спринклерами принимается около 3 м, а от стен — 1,5 м.

Ввертывание спринклерных головок и удаление их из сети производится при помощи спринклерного ключа, опорным пунктом которого являются два выступа на внешней стороне ободка штуцера.

Недостатками описанной системы спринклера являются:

1) невозможность понижения температуры плавления припоя ниже 72°;

2) подверженность действию кислотных паров и обрастание окислами.

Указанные недостатки устранены в спринклере, в котором металлический замок заменен замком в виде запаянной стеклянной колбочки, содержащей жидкость с большим коэффициентом расширения.

При пожаре жидкость расширяется, создается большое давление, разрывающее колбочку, чем и достигается вскрытие спринклера. Температура разрыва колбочек 57, 68, 92, 141 и 260°. Разрыв колбочки, если даже она покрыта осадками и коркой грязи, гарантирует открытие головки.

Во всех помещениях, где имеются опасения, что случайными ударами спринклер может быть поврежден, спринклерные головки

ограждают. Ограждение удерживается на спринклере при помощи специальных выступов (рис. 120).

Для отличия по внешнему виду корпус спринклера с металлическими замками и жидкости в колбочках спринклеров окрашивают в зависимости от температуры в различные цвета (табл. 29).

Таблица 29

Окраска корпуса обычного спринклера и жидкости в колбочках

Температура вскрытия головки в °С	Корпус спринклера с металлическими замками	Жидкость в колбочках спринклера
57	—	Красная
68	—	Желтая
72	Не окрашивается	—
92	—	Зеленая
93	Белая	—
141	Синяя	Синяя
182	Красная	—
260	—	Фиолетовая

Как указано выше, одним из главных аппаратов спринклерного устройства является контрольно-сигнальный клапан, конструкция которого зависит от условий работы спринклерной сети. В теплых помещениях устанавливают водяную спринклерную систему, а в холодных сухотрубную или смешанную.

При водяной системе спринклерная сеть все время наполнена водой и находится под давлением водопитателя.

Контрольно-сигнальный клапан водяной системы (рис. 121, а) по конструкции представляет собой вертикальный обратный клапан, состоящий из собственно сигнального клапана 1 и задвижки Лудло 2. Собственно сигнальный клапан представляет собой круглую чугунную коробку 3, внутри которой помещается медная тарелка 4 клапана, плотно прилегающая к кольцевому седлу.

Движение тарелки клапана вверх и вниз направляется при помощи отростка 5. Предельный подъем тарелки ограничивается задержкой 6, наглухо укрепленной в коробке 3. В седле коробки сделана кольцевая канавка 7, которая сообщается посредством трубки 8 с турбинкой, приводящей в действие сигнальный колокол.

Для контроля за работой клапана устанавливают два манометра 9 и 10: один (9) для показания давления в спринклерной сети, другой (10) — в трубопроводе водопитателя.

Когда спринклерная сеть наполнена водой (давление постоянно), тарелка клапана 4 опускается на седло и прикрывает рабочее отверстие клапана и канал, ведущий к сигнальному колоколу. При этом условии оба манометра будут показывать одинаковое давление.

Если же во время пожара откроется хотя бы один спринклер и из него начнет вытекать вода, давление в верхней части клапана

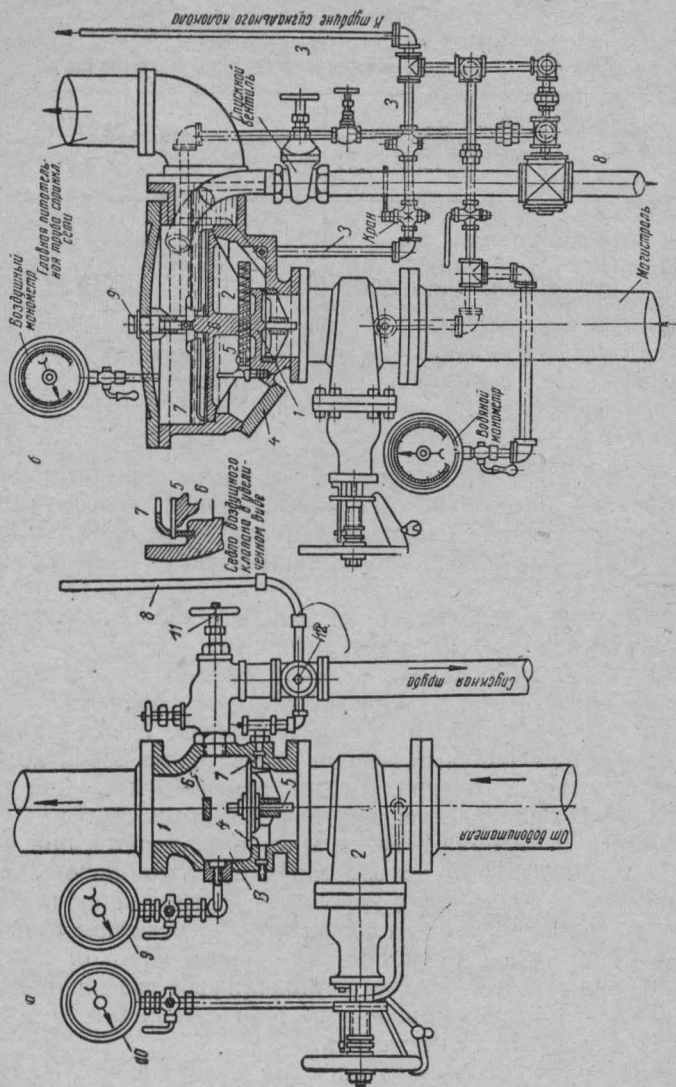


Рис. 121. Контрольно-сигнальные клапаны:

станет меньше, чем в нижней части. Вследствие этого тарелка клапана поднимается, и вода через постоянно открытую задвижку и отверстие контрольно-сигнального клапана устремится в спринклерную сеть и к сигнальному колоколу.

С правой стороны коробки 3 находится: комбинированный кран 11, предназначенный для спуска воды из спринклерной сети (при закрытой задвижке Лудло), и вентиль 12 для проверки работы сигнального аппарата.

При воздушной системе спринклерная сеть обычно наполнена сжатым воздухом под таким давлением, которое преодолевает давление воды на нижний диск контрольно-сигнального клапана и держит его закрытым. Контрольно-сигнальный клапан сухотрубной системы представляет собой следующую конструкцию (рис. 121, б). Над задвижкой Лудло расположен корпус дифференциального клапана, состоящего из дисков 1 и 2, соединенных между собой. Снизу и сверху дисков помещены вертикальные стержни, предупреждающие (при посредстве втулок) возможность отклонения клапанных дисков от требуемого направления.

Нижнее отверстие клапанной коробки соединено с водопитателем, вследствие чего нижний диск находится под давлением в магистрали водопитателя, а верхний диск — под давлением сжатого воздуха в спринклерной сети. Площадь верхнего диска в восемь раз больше, чем нижнего, а давление воздуха на него поддерживается на таком уровне, чтобы оно превышало давление воды на нижний диск.

Когда открывается хотя бы один спринклер, давление воздуха в спринклерной сети падает и клапанный диск посредством давления воды приподнимается и отрывается от своего седла. Вследствие этого через постоянно открытую задвижку Лудло и корпус клапана вода устремляется в спринклерную сеть, а через особую трубку 3 — к турбине сигнального колокола.

Во время течения воды клапанные диски при помощи пружинной защелки удерживаются в открытом положении. Для осмотра частей клапана имеется люк 4, ведущий в пространство между дисками. У клапана воздушной системы, как и у клапана водяной, имеются вентиль и труба для пуска воды из спринклерной сети.

В целях обеспечения герметичности воздушный диск-клапан имеет круглую резиновую диафрагму 5, зажатую между дисками 6 и 7. Пространство над воздушным диском до отверстия спускной трубы 8 заливается водой через отверстие 9. Воздушная система сложнее водяной.

При смешанной системе спринклерная сеть бывает наполнена: зимой — сжатым воздухом, как воздушная система, а летом — водой, как водяная. Следовательно, смешанная система работает зимой, как воздушная, а летом, как водяная. Контрольно-сигнальный клапан этой системы представляет собой простую комбинацию клапанов, применяемых в водяной и воздушной системах, и особого описания не требует.



Как указано выше, к аппаратуре спринклера относится также механическое сигнальное устройство, сообщающее акустическим сигналом пожарной тревоги о возникновении пожара и вступлении сигнальной системы в действие. Принцип действия сигнального устройства основан на движении воды, возникающем при открытии хотя бы одного спринклера. Как только начинается расход воды, диск контрольно-сигнального клапана поднимается, открывая воде доступ к водяной сигнальной турбинке, начинающей вращаться и вовлекающей во вращательное движение шпиндель с молотками, ударяющими о колокол.

Сигнальное устройство устанавливают вблизи контрольно-сигнального клапана и располагают обычно на наружной стене здания. Колокол находится на наружной стороне стены и защищен от атмосферного воздействия предохранительным кожухом.

Сигнальная турбинка имеет сопло, которое направляет струю воды, поступающей от контрольно-сигнального клапана, на лопатки рабочего колеса турбинки. Вращение рабочего колеса турбинки через соединительную муфту передается шпинделю колокола, на конце которого закреплен «молоток». При вращении «молоток» ударяет по чашке колокола, сигнализируя о пожарной тревоге.

К аппаратуре спринклерного устройства относится также акселератор, предназначенный для применения в воздушных спринклерных системах емкостью до  $3 \text{ м}^3$  с целью ускорения ее действия. Акселератор состоит из корпуса и воздушного колпака. Корпус имеет две камеры (рабочую и заднюю), разделенные эластичной резиновой диафрагмой, и два отверстия: одно для соединения рабочей камеры с воздушной сетью спринклерной системы, другое для патрубка замка, присоединяемого к атмосферной камере воздушного контрольно-сигнального клапана.

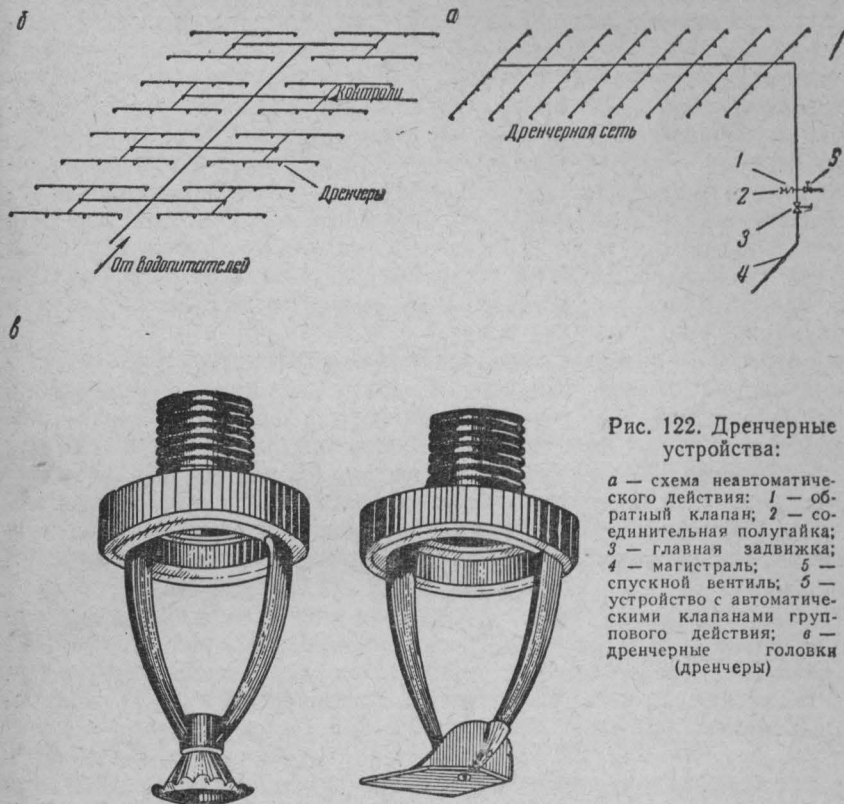
Принцип действия акселератора основан на том, что при понижении давления в спринклерной сети, понижается давление и в рабочей камере. Диафрагма, разделяющая рабочую и заднюю камеры, прогибается в сторону рабочей камеры, что заставляет срабатывать механизм, соединяющий полость рабочей камеры с наружным воздухом. В результате этого спринклерная сеть соединяется с окружающим воздухом и трубы спринклерной системы быстро освобождаются от имеющегося в них воздуха.

Для поддержания требуемого давления воздуха в сухотрубных и смешанных системах применяют воздушные компрессоры. С эксплуатационной точки зрения наиболее удобными являются электроприводные компрессоры.

Для тушения пожара и создания водяных завес применяют также дренчерные устройства, отличающиеся от спринклерных тем, что дренчерные головки не имеют замков и отверстия для истечения воды всегда остаются открытыми. В дренчерной системе неавтоматического действия (рис. 122, а) на магистральном трубопроводе устанавливают задвижку, открываемую вручную, а на ответвлениях от питательных трубопроводов располагают дренчеры. Вблизи от

затем устанавливают приспособление для включения в сеть пожарного автонасоса, состоящее из соединительной полугайки и обратного клапана.

На рис. 122, в показаны два дренажа: один с розеткой, а другой с лопаткой, служащими для разбрызгивания воды. Дренаж с розеткой предназначен для орошения площадей и создания водяных завес, преграждающих путь огню внутри помещения. Дренаж



с лопаткой применяют для орошения стен и оконных проемов с целью защиты зданий от огня и высокой температуры.

Дренажные установки подразделяются на заливные и сухотрубные системы, состоящие из отдельных секций и завес, каждая из которых обслуживается клапаном группового действия или задвижкой и вентилем управления.

Клапаны группового действия предназначены для автоматического пропуска воды и приведения в действие автоматических дренажных систем (рис. 122, б).

Кроме того, эти клапаны могут быть использованы для автоматизации действия водораспылителей, лафетных стволов и т. п. Каж-

дый клапан состоит из чугунного корпуса и двухтарельчатого дифференциального клапана, разделяющего корпус на три камеры: побудительную, дренажную и питающую.

Побудительная и питающая камеры клапана сообщаются между собой посредством крана 3-МО с малым отверстием. Давление в камерах одинаковое, но диск дифференциального клапана со стороны побудительной камеры больше диска со стороны питающей камеры, поэтому в условиях эксплуатации клапан закрыт.

После срабатывания пускового устройства (побудителя) давление в побудительной камере падает, и под действием давления воды от водопитателей клапан открывается, пропуская воду в дренажную камеру и далее к дренажам, а также к другим средствам стационарного пожаротушения.

Побудительный клапан предназначен для автоматизации действия дренажных систем и применяется в качестве пускового устройства для сброса давления в побудительном трубопроводе. Побудительный клапан состоит из корпуса и полусферического клапана, связанного шарнирно с системой двух рычагов. Клапан удерживается в закрытом состоянии системой тросов с легкоплавкими замками 2-ЗТ.

В случае пожара легкоплавкий замок раскрывается, разъединяя систему тросов. Консольный рычаг побудительного клапана не препятствует более открытию полусферического клапана, который и открывается под действием давления воды в побудительном трубопроводе. В результате открытия побудительного клапана сбрасывается давление в побудительном трубопроводе, что приводит к раскрытию клапана группового действия и автоматическому включению дренажной системы или других средств стационарного пожаротушения.

Кран с малым отверстием предназначен для выравнивания давления в побудительной и питающей камерах клапана группового действия и применяется в автоматических дренажных системах, а также при автоматизации других стационарных средств пожаротушения.

Кран состоит из корпуса и конусной пробки, один конец которой заканчивается квадратом для крепления рукоятки. Для прочистки отверстия пробки в корпусе крана имеются два противоположных отверстия диаметром по 5 мм.

Замок тросовой системы используется в качестве побудителя в автоматических дренажных системах и предназначается для автоматизации их действия. Замок связан с установленным на побудительном трубопроводе побудительным клапаном, который он удерживает в закрытом положении при помощи троса. В случае пожара легкоплавкий припой замка расплавляется от повышения температуры, и замок распадается под действием натянутых звеньев троса, что приводит к раскрытию побудительного клапана и автоматическому включению дренажной системы.

Спринклерные сети имеют большое распространение на бумаж-

ных фабриках. Над ленточными транспортерами, проходящими в наклонных железобетонных эстакадах тракта подачи щепы с рубительной станции на склад щепы, а отсюда в бункера варочных котлов устройство дренчерных или спринклерных сетей не требуется, за исключением ленточных транспортеров, проходящих под бункерами склада щепы.

Устройство дренчерных завес у входа и выхода транспортеров из склада щепы и у входа их в помещение бункеров варочных котлов является обязательным. Дренчерные завесы делают по всей ширине проема.

Устройство дренчерных или спринклерных сетей на тракте подачи угля в ТЭС не требуется. Дренчерную завесу необходимо устраивать только у входа транспортера в помещение ТЭС.

Устройство дренчерной сети у наката бумагоделательных машин является обязательным, за исключением современных машин, где при обрыве бумага непосредственно попадает в приспособление для переработки брака.

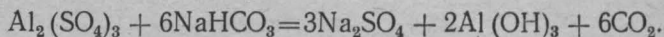
### Пожаротушение пенами

Пеной называется такая связанная дисперсная среда, в которой газ заключен в ячейки, отделенные друг от друга жидкими стенками.

В настоящее время пена имеет широкое применение при тушении пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Пена является почти единственным эффективным средством тушения их на больших поверхностях. Тушение водой легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, имеющих удельный вес меньше 1, бесполезно, а в некоторых случаях даже опасно (рис. 123). Пена имеет удельный вес, значительно меньший, чем легковоспламеняющиеся жидкости, и, попадая на их поверхность, не оседает, а держится на ней, вследствие чего выделение горючих паров прекращается и пламя затухает.

Пенное тушение широко применяется также при горении твердых веществ.

Химическая пена получается в результате взаимодействия в водной среде кислых и щелочных солей (сернокислого алюминия и двууглекислой соды) по реакции

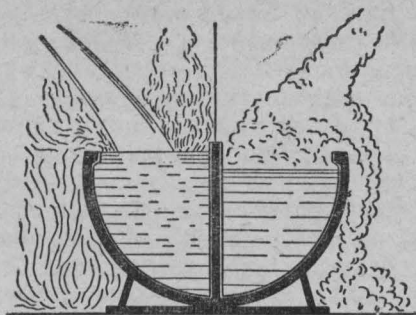


В качестве стабилизатора пенных пузырьков применяют экстракт или порошок солодкового (лакричного) корня, сосновых шишек, сапонины и др. Пена получается при помощи огнетушителей (ОП-1, ОП-3, ОП-4; ОП-5), пеногенераторов двух типоразмеров (ПГ-50/М и ПГ-100) и пенных камер.

Пеногенератор ПГ-50М (рис. 123, б) состоит из корпуса и загрузочной воронки — бункера. Корпус подразделяется на сопло, диффузор и вакуум-камеру. В верхней части корпуса находится обрат-



а



б

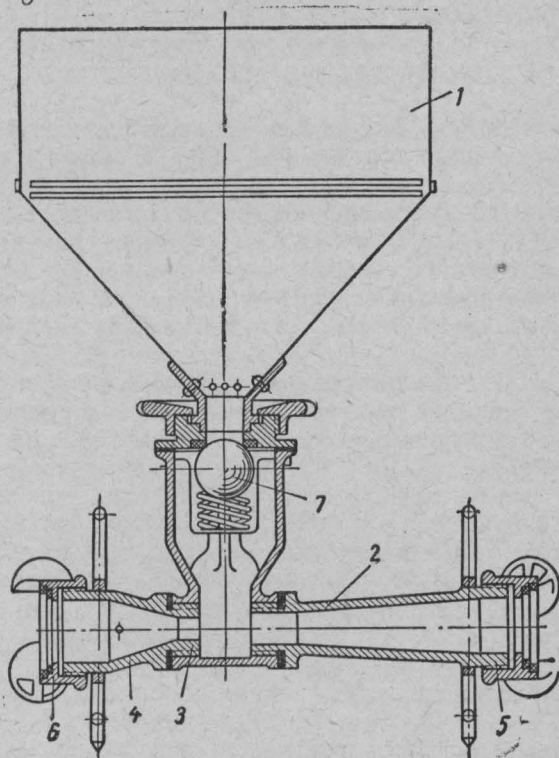


Рис. 123. Тушение пенами:

а — сравнительное действие воды и пены на гашение легковоспламеняющейся жидкости; б — пеногенератор ПГ-50М: 1 — бункер; 2 — диффузор; 3 — сопло; 4 — входной патрубок; 5 — выходной патрубок; 6 — гайка; 7 — шаровой клапан

ный клапан конусного типа, предназначенный для предотвращения доступа воды в бункер при внезапном перекрытии рукавной линии за пеногенератором. Внутри бункера имеется сетка для просеивания пенопорошка.

Струя воды, проходя через сопло и диффузор, создает в вакуум-камере разрежение, вследствие чего из бункера засасывается пенопорошок (сернистый алюминий, двууглекислая сода, лакричный экстракт), который далее захватывается струей воды и увлекается в рукавную линию. При рабочем давлении перед пеногенератором  $4 \text{ кгс/см}^2$  производительность пеногенератора ПГ-50М по пене — 50 л/сек.

Воздушно-механическую пену получает путем насыщения водяной струи воздушными пузырьками, для стабилизации которых в воде растворяют пенообразователь, состоящий из керосинового контакта, клея, спирта и других компонентов. Воздушно-механическая пена менее стойка, чем химическая, и применяется для тушения небольших резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями главным образом для тушения горючих жидкостей.

Для получения воздушно-механической пены применяют воздушно-пенные стволы и пеносмесители, в которые путем эжекции вода засасывает воздух, образуя пену.

### Тушение пожаров паром

При наличии на объектах технологического пара допустимо применение его для целей пожаротушения. Тушение паром экономически целесообразно только в условиях ограниченного воздухообмена закрытых помещений, в объемах, легко поддающихся герметизации, а также при незначительной площади горения на открытом воздухе.

Пар, снижая содержание кислорода в воздухе до 15% и менее, прекращает горение многих веществ. Кроме того, конденсируясь, пар увлажняет горящий предмет, что также способствует прекращению горения.

Пар особенно рекомендуется для тушения пожаров в различных сушилках, в которых он является теплоносителем, или в закрытых реакторах, если применение его не противопоказано.

### Газовое тушение пожаров

Тушение огня углекислотой происходит:

- 1) за счет изоляции горящего предмета от кислорода воздуха или путем понижения в нем содержания кислорода, что достигается на короткое время при тушении в замкнутом объеме;
- 2) путем сильного охлаждения горящего предмета, достигаемого при тушении пожара углекислым снегом.

Первичным средством пожаротушения является ручной углекислотный огнетушитель типов ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, вмещающий 25—

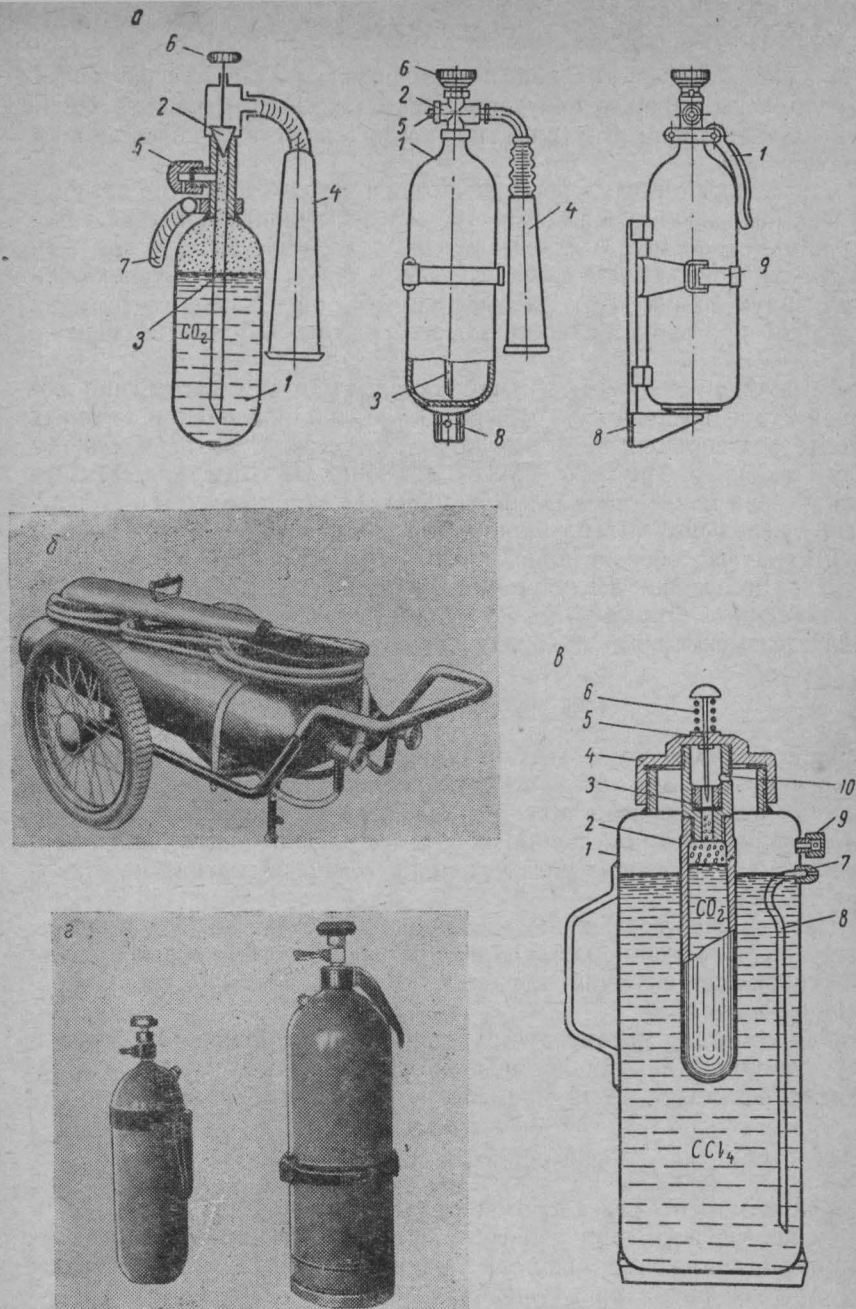


Рис. 124. Типы огнетушителей:

а — углекислотный однобаллонный огнетушитель ОУ-2 (схема и общий вид): 1 — баллон; 2 — вентиль; 3 — сифонная трубка; 4 — раструб-снегообразователь; 5 — предохранитель; 6 — маховичок; 7 — ручка; 8 — кронштейн для подвески; 9 — стяжной хомут; б — двухбаллонный передвижной углекислотный огнетушитель УП-2М; в — тетрагалогенный огнетушитель: 1 — стальной корпус; 2 — стальной баллон с углекислотой; 3 — медная прокладка; 4 — крышка; 5 — ударник; 6 — пружина; 7 — штуцер; 8 — сифонная трубка; 9 — предохранитель; 10 — отверстие для  $\text{CO}_2$ ; г — углекислотно-бром-этиловые огнетушители УД-3 (слева) и УБ-7 (справа)

55 л жидкой углекислоты. Имеются и передвижные системы, состоящие из батареи баллонов, каждый емкостью 40 л. Жидкую углекислоту наливают в баллон в количестве 30 л.

Углекислотный огнетушитель (рис. 124, а) состоит из толстого баллона 1, в котором содержится под давлением жидкая углекислота, запорно-пускового вентиля 2 с сифонной трубкой 3 и раструба 4. Вентиль-запор снабжен предохранительной мембраной, рассчитанной на разрыв при давлении в баллоне 220 ат.

Для приведения огнетушителя в действие вращением маховика 6 открывают вентиль-запор, и углекислота устремляется через сифонную трубку и вентиль в раструб, где происходит расширение газа и резкое понижение его температуры. Вследствие этого углекислота переходит в туманообразную снежную массу, которую направляют на очаг горения. Струя газа и снега сбивает пламя, а испарение снега снижает температуру и уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения.

При работе огнетушителя корпус, вентиль и раструб сильно охлаждаются. Во время тушения пожара огнетушитель надо держать только за ручку 7, иначе можно сильно обморозить руки.

Зарядку углекислотных огнетушителей производят на стационарных углекислотных установках (рис. 125) или при помощи полевых зарядных станций (рис. 126). В процессе хранения огнетушителей производят периодическую проверку наличия в них заряда путем взвешивания. Огнетушитель считается неисправным, если утечка газа превысила 250 г.

Нельзя размещать огнетушители вблизи отопительных и нагревательных приборов, так как при температуре заряда, равной примерно 50° С, может произойти разрыв предохранительной мембраны и саморазряд огнетушителя.

Одно-двухбаллонные (рис. 124, б) передвижные углекислотные

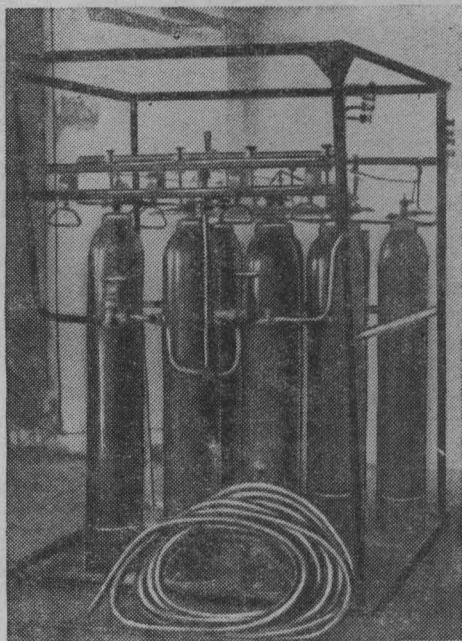


Рис. 125. Стационарная углекислотная установка СУМ-8



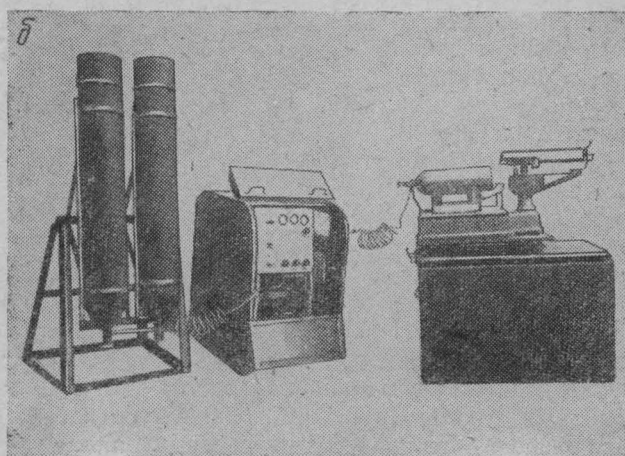
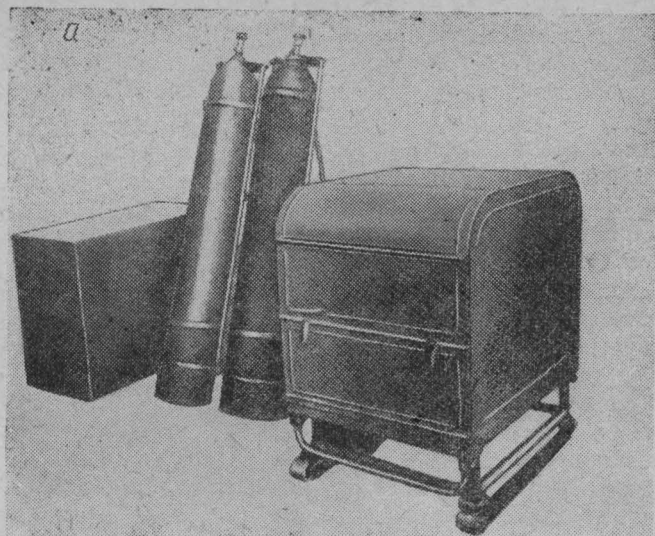


Рис. 126. Полевая зарядная углекислотная станция ПЗУС:  
*а* — в комплекте; *б* — подготовленная к работе

огнетушители помещают на двухколесных тележках. Время действия однобаллонного огнетушителя 50 секунд, а двухбаллонного 120 секунд, эффективная дальность струи первого 2—2,5 м, а второго 3—3,5 м.

Стационарная углекислотная установка СУМ-8 (рис. 125) состоит из восьми баллонов с запорными вентилями, заряженных углекислотой и объединенных общим коллектором из двух распределительных вентилей и гибкого бронированного шланга, из раструба и газового наконечника.

Установка оборудована предохранительным приспособлением, состоящим из предохранительных и сигнальных очков для каждого баллона, которые автоматически разряжают баллон при повышении в нем давления углекислоты сверх рабочего.

Газовый наконечник применяют для получения углекислоты в газообразном состоянии при срабатывании установки.

Стационарная углекислотная установка приводится в действие посредством четырех пусковых механизмов для попарного включения баллонов.

К группе газовых огнетушителей относится также тетрахлорный огнетушитель, схема которого показана на рис. 124, в. Этот огнетушитель состоит из стального корпуса 1, внутри которого помещен небольшой стальной баллон 2 с углекислотой, плотно закрытый медной прокладкой 3. На горловину корпуса навинчивают крышку 4, сквозь которую проходит ударник 5, оттягиваемый пружиной 6 в верхнее положение. Через штуцер 7 из корпуса выводится сифонная трубка 8. Для предохранения огнетушителя от взрыва имеется предохранитель 9.

В корпус огнетушителя наливают четыреххлористый углерод ( $\text{CCl}_4$ ). Чтобы привести огнетушитель в действие, необходимо ударить рукой по кнопке ударника, который прокалывает медную прокладку углекислотного баллона. Углекислый газ устремляется из углекислотного баллона через отверстие 10 в основной баллон огнетушителя, вытесняя четыреххлористый углерод через сифонную трубку. Струю жидкости направляют на очаг горения.

В зоне огня четыреххлористый углерод быстро испаряется. Окутывая очаг горения, пары четыреххлористого углерода препятствуют доступу свежего воздуха к горящему предмету, и горение прекращается.

Четыреххлористый углерод не электропроводен и не портит предметов, поэтому тетрахлорные огнетушители широко применяют при загорании электрооборудования и различной аппаратуры. Существенным недостатком таких огнетушителей является то, что при температуре 250° и выше четыреххлористый углерод в присутствии паров воды разлагается на соляную кислоту  $\text{HCl}$  и сильно ядовитый газ фосген  $\text{COCl}_2$ . Поэтому при тушении тетрахлорным огнетушителем пожара, возникшего в закрытых небольших помещениях, необходимо или пользоваться противогазом, или воздействовать на пламя из другого помещения.

Тушение пожаров с помощью заряда бромистого этила ( $C_2H_5Br_2$ ) по своей огнегасительной способности в несколько раз эффективнее углекислотного способа. Бромистый этил обладает хорошей смачивающей способностью, что обеспечивает эффективное тушение им тлеющих материалов. Существенным преимуществом углекислотно-бромэтиловых огнетушителей по сравнению с другими огнетушителями является возможность их применения в широком диапазоне температур (от  $-60$  до  $+60^\circ C$ ).

Углекислотно-бромэтиловый огнетушитель предназначен для тушения загораний твердых и жидких горючих материалов, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Огнетушитель представляет собой цилиндрический стальной баллон, на верхних днищах которого ввернута специальная запорная головка со спрыском.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо отвернуть вентиль запорной головки. При этом сжатый воздух, находящийся над жидкостью, выжмет заряд через спрыск.

Огнетушители УБ-3 и УБ-7 показаны на рис. 124, г.

Углекислоту рекомендуется применять для тушения пожаров в замкнутых объемах (технологическая аппаратура, бункеры и др.), в помещениях, легко герметизируемых (сушилки, склады и т. п.), в электрогенераторах и других электроустановках, судовых трюмах, танках и др. Во всех случаях углекислоту выпускают в количестве не менее 30% объема горящего объекта.

### Пожарная связь и сигнализация

Основной задачей пожарной сигнализации является быстрое и точное уведомление команды о пожаре и месте его возникновения.

Пожарная сигнализация может быть:

- 1) звуковая, осуществляемая гудками, колоколами, сиренами и др.;
- 2) телефонная, осуществляемая обычно телефонами общего пользования, реже — специальными автоматами (таксофонами) для безмонетного вызова экстренной помощи;
- 3) электрическая.

Электрическая пожарная сигнализация наиболее надежна и в течение нескольких секунд извещает пожарную команду о начавшемся пожаре.

Выбор типа электрической пожарной сигнализации зависит от производственной мощности предприятия, а также от степени его пожарной опасности.

Всякая электрическая пожарная сигнализация имеет:

- 1) извещатели, т. е. датчики сигналов, устанавливаемые на улице и в зданиях;
- 2) приемную станцию, обеспечивающую прием сигналов и находящуюся в помещении пожарной команды;
- 3) сеть проводов, т. е. линии, соединяющие извещатели с приемной станцией.

По способу включения извещателей все системы электрической сигнализации подразделяются на лучевые и шлейфные.

При лучевой системе (рис. 127, а) от приемной станции пожарной команды к каждому извещателю идет луч, состоящий из двух проводов — прямого и обратного.

Извещатель лучевой системы имеет несложную контактную систему без каких-либо механизмов. Большое распространение получил пожарный кнопочный извещатель лучевой системы — ПКИЛ.

Приемный аппарат тревожной лучевой оптической сигнализации (ТЛО) подобно телефонному коммутатору допускает одновременный прием сигналов тревоги от любого числа извещателей. В зависимости от числа извещателей приемные аппараты системы ТЛО выпускают трех типов на 16 лучей (16 ТЛО), на 30 лучей (30 ТЛО) и на 60 лучей (60 ТЛО). Применяют также приемные аппараты других систем.

Лучевая сигнализация надежна в эксплуатации, но требует большого расхода проводов на устройство самостоятельных лучей к извещателям. При шлейфной системе (рис. 127, б) всех извещателей включают последовательно в один общий провод (шлейф), начало и конец которого поданы на приемную станцию. В один шлейф допускается включение до 50 извещателей.

Принцип действия шлейфной системы состоит в том, что извещатель передает определенное число импульсов (код номера извещателя), принимаемых телеграфным аппаратом Морзе или специальным прибором-перфоратором.

Извещатель шлейфной системы относится к группе кодовых извещателей с часовым механизмом, воздействующим на контактную систему при помощи типового колеса, по окружности которого нарезаны зубцы, образующие номер извещателя.

Приемный аппарат пожарной шлейфной системы, записывающий сигнал, по своему устройству более сложен, чем приемный аппарат лучевой системы. Это дает возможность приемной станции не только принимать оптические и акустические сигналы тревоги, но и записывать номер извещателя на ленту. Преимущество аппарата шлейфной системы по сравнению с лучевой состоит в меньшем расходе проводов.

Как при лучевой, так и при шлейфной системе, для подачи сигнала о пожаре надо разбить стекло извещателя (твердым предметом или локтем), нажать (до отказа) и отпустить кнопку.

Автоматические извещатели устанавливают: в закрытых, без внутренней охраны помещениях с ценным оборудованием, горючими подверженными самовозгоранию материалами; в помещениях с автоматизированными установками, где длительное время отсутствуют люди; в помещениях с пожароопасным производством и на складах огнеопасных материалов. Эти приборы действуют либо за счет повышения температуры (термонизвещатели), либо за счет появления искры, пламени или дыма (фотоэлектрические и ионизационные извещатели).



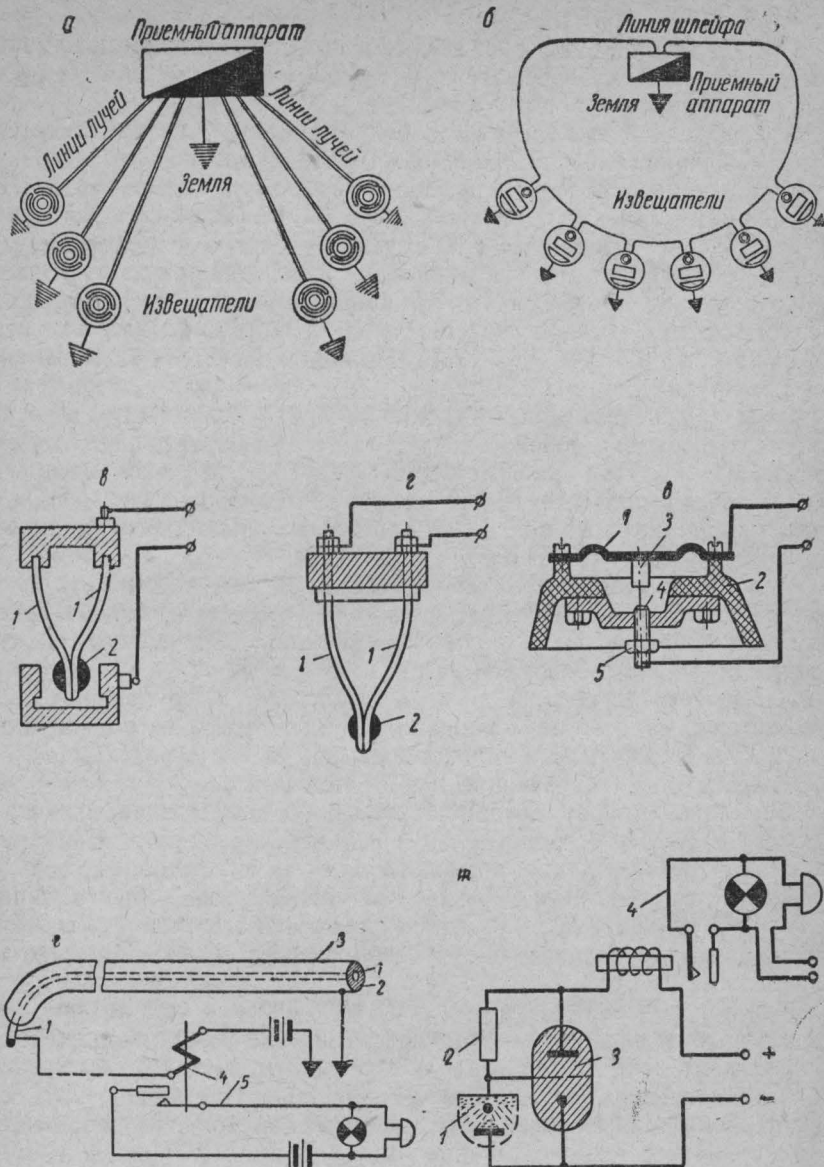


Рис. 127. Схемы электрической пожарной сигнализации и автоматических извещателей:

а — лучевая; б — шлейфная; в — плавкий извещатель, замыкающий сигнальную линию; г — плавкий извещатель, размыкающий сигнальную линию; д — сам восстанавливающийся извещатель типа АТИМ; е — схема включения коаксиального кабеля (термистора) в сигнальную линию; ж — схема ионизационного извещателя

Автоматические извещатели производят замыкание или размыкание контактов сигнальной цепи, вследствие чего на приемной станции появляются световые и звуковые сигналы пожарной тревоги<sup>1</sup>. На рис. 127, *г* дана схема теплового (плавкого) извещателя однократного действия. Плавкий извещатель состоит из двух пружин 1, спаянных легкоплавким сплавом 2. При возникновении пожара припой расплавляется за счет повышения температуры, вследствие чего пружины расходятся и замыкают контакты цепи пожарной сигнализации.

По такому же принципу действует извещатель, показанный на рис. 127, *г*, но в этой схеме свободные концы пружин укреплены на изолирующем (эбонитовом) основании. При расплавлении припоя 2 пружины расходятся и замыкают цепь сигнальной линии. После срабатывания таких извещателей концы пружин должны быть снова запаяны и они могут быть использованы для дальнейшего действия. Температуру срабатывания извещателя устанавливают подбором припоя в пределах 50—75° С.

На рис. 127, *д* изображена схема извещателя многократного действия типа АТИМ (автоматический тепловой извещатель максимальный). Этот извещатель состоит из биметаллической пластинки 1, прикрепленной концами к изолирующему основанию 2. При повышении температуры пластинка изгибается в сторону основания и замыкает контакты 3 и 4 сигнальной линии, как только температура достигнет заранее установленной величины. Температура регулируется расстоянием между контактами, которое устанавливается при помощи регулировочного винта 5. При снижении температуры окружающей среды (после ликвидации пожара) биметаллическая пластинка принимает первоначальное положение, и извещатель готов к дальнейшему действию. Такие извещатели называются самовосстанавливающимися.

Весьма надежными и чувствительными извещателями являются термосопротивления (термисторы). На рис. 127, *е* показана схема извещателя, состоящего из коаксиального кабеля. Центральная жила 1 окружена полупроводниковой прослойкой 2, покрытой металлической оболочкой 3. Цепь электромагнита 4 присоединяется к центральной жиле кабеля и внешней металлической оболочке. При нормальной температуре сопротивление между центральной жилой и оболочкой кабеля очень велико. При нагревании участка кабеля (в случае загорания вблизи этого участка) происходит значительное понижение сопротивления полупроводникового слоя, через который замыкается цепь электромагнита, включающего цепь пожарной сигнализации 5.

После ликвидации пожара при снижении температуры сопротивление полупроводниковой прослойки снова увеличивается и извещатель самовосстанавливается. Однако тепловые извещатели не

<sup>1</sup> Р. М. Горбовицкий, Основы техники безопасности и противопожарной техники, Связьиздат, М., 1960.

всегда достаточно быстро реагируют на возникновение пожара. Во многих случаях температура в помещении, где возник пожар, повышается медленно. Поэтому в настоящее время находят применение быстрореагирующие автоматические извещатели, действующие за счет появления дыма или пламени.

На рис. 127, *ж* показана схема быстрореагирующего извещателя ЦНИИПО, основанного на применении радиоактивных изотопов.

Извещатель имеет камеру 1 с отверстиями для сообщения с окружающим воздухом. В камере помещается радиоактивный элемент, который непрерывно ионизирует воздух внутри камеры. К электродам камеры подводят напряжение в 220 в постоянного тока, которое распределяют между ионизационной камерой и уравнивающим сопротивлением так, чтобы напряжение на управляющей сетке тиратрона 3 с холодным катодом было ниже напряжения зажигания, т. е. чтобы тиратрон был закрыт. Дым проникает в ионизационную камеру и увеличивает сопротивление ионизационному току, вследствие чего увеличивается напряжение на управляющей сетке до величины тиратрона. При зажигании тиратрона в цепи начинает проходить ток, достаточный для срабатывания реле сигнальной линии 4.

Для надежной и безотказной работы система сигнализации имеет автоматический контроль. Каждое повреждение отмечается на приемной станции особым сигналом, отличным от сигналов пожарной тревоги.

Пожарная сигнализация должна отвечать следующим требованиям:

- 1) строиться на принципе использования электрической энергии;
- 2) работать на постоянном токе и автоматически отмечать повреждения линии (обрыв, заземление);
- 3) обеспечивать возможность быстрой и безотказной подачи сигнала тревоги с фиксацией его оптическими и акустическими приборами, записью на ленте (в шлейфной системе) и с пометкой времени получения сигнала;
- 4) обеспечивать возможность двусторонней телефонной связи между извещателем и приемной станцией;
- 5) подавать обратный сигнал при сигнале тревоги, оповещающий подателя о том, что его сигнал станцией принят;
- 6) обеспечивать возможность принятия сигнала тревоги при одностороннем повреждении линии;
- 7) охватывать сигнализацией весь охраняемый ею район;
- 8) подавать сигнал извещателя простым, легким и удобным способом так, чтобы все сигналы на приемной станции были простыми, понятными, удобочитаемыми;
- 9) удовлетворять требованиям ГОСТ 4186—48.

## Глава 15

### ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

#### Конструктивно-строительные противопожарные мероприятия

В связи с блокированием цехов современные производственные здания имеют значительные размеры (длину, ширину и высоту): их площадь иногда исчисляется десятками тысяч квадратных метров.

Для ограничения возможности распространения огня и снижения пожарной опасности здания необходимо разъединять на части при помощи противопожарных преград, к которым относятся: 1) брандмауеры; 2) противопожарные зоны; 3) противопожарные стены и перекрытия.

Брандмауером называется несгораемая (обычно глухая) стена с пределом огнестойкости не менее 5 часов, перерезающая по вертикали все элементы здания. Брандмауер обычно возвышается над кровлей и выступает за габариты сгораемых и трудносгораемых стен и карнизов. Брандмауеры бывают внутренние и наружные, или внешние. Как видно из рис. 128 внешний брандмауер одновременно служит наружной стеной. Брандмауеры должны опираться непосредственно на фундаменты или на опоры для сохранения устойчивости после сгорания примыкающей к ним части здания.

Брандмауеры должны возвышаться над кровлей, а также над габаритом перерезаемых фонарей и других выступающих над крышей конструкций не менее чем на 70 см при сгораемых покрытиях и не менее чем на 40 см при трудносгораемых покрытиях (рис. 128, а, б). При сгораемых или трудносгораемых наружных стенах брандмауеры должны выступать за наружную плоскость стен, за сгораемые и трудносгораемые карнизы и свесы крыш не менее чем на 40 см (рис. 128).

По условиям эксплуатации согласно Н 102—54 двери, ворота и заполнения проемов в брандмауерах и других противопожарных преградах должны быть несгораемыми или трудносгораемыми с пределами огнестойкости не менее 1,5 часа. Двери должны быть прочными и жесткими, чтобы они не могли искривиться при нагревании. Противопожарные двери могут быть скользящими или задвижными, вращающимися, спускными или вертикально-скользящими. Двери снабжаются механизмами (с применением легкоплав-



кого металла), автоматически закрывающими их в момент возникновения пожара.

Наиболее удобной является автоматически закрывающаяся дверь. Она поддерживается в открытом положении при помощи термостатов легкоплавкого замка. Температура плавления замка обычно составляет  $70^{\circ}$ , и для его расплавления необходимо, чтобы тепло достигло двери. Дверь закрывается, если пожар возник на далеком от нее расстоянии, а термостаты расположены рядом с ней

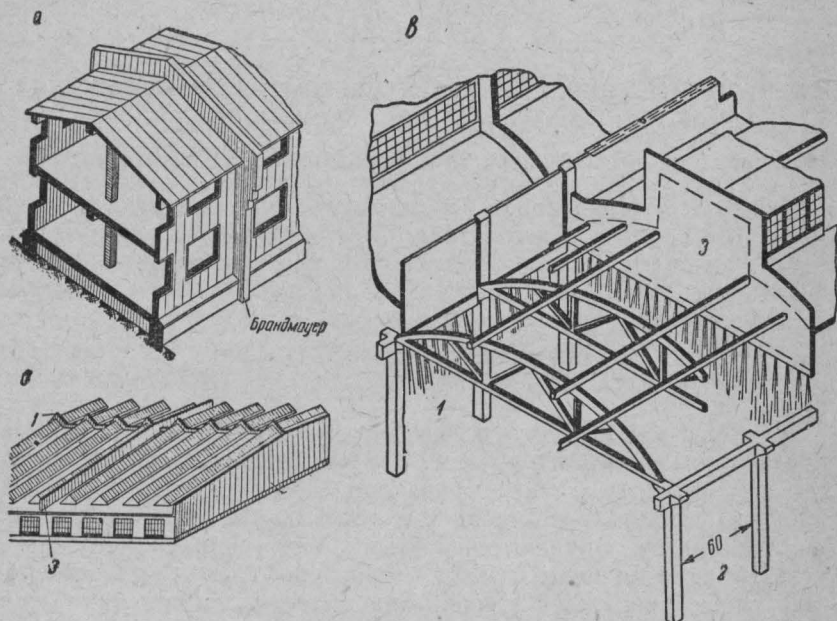


Рис. 128. Виды брандмауеров в промышленном здании:

а — общий вид здания с брандмауером; б — расположение брандмауеров в здании: 1 — поперечный брандмауер; 2 — внешний продольный брандмауер; 3 — внутренний продольный брандмауер; в — висячий брандмауер (подвесная противопожарная стенка); г — водяная завеса; 2 — отсек; 3 — огнестойкая перегородка

или на потолке. Двери такого типа устраивают в тряпично-подготовительных отделах, характеризующихся большой пыленностью.

Для промышленных предприятий площадь пола, ограниченная брандмауерами, принимается в зависимости от категории производства, этажности и степени огнестойкости по табл. 30.

При оборудовании производственных помещений спринклерными или автоматическими дренчерными установками площади полов, ограниченные брандмауерами, могут быть увеличены на 50% против указанных в таблице.

Лесопильные цехи до четырех рам включительно и станции дробления древесины в виде исключения можно размещать в двухэтажных зданиях V степени огнестойкости.

## Степень огнестойкости зданий в зависимости от их этажности и категории производства

Категории производств	Допускаемое число этажей (наибольшее)	Требуемая степень огнестойкости	Допускаемые площади наибольшие между brandмауерами в м <sup>2</sup>	
			одноэтажное здание	многоэтажное здание
А	1	I	Не ограничиваются	
	1	II	3000	—
Б	6	I	Не ограничиваются	
	3	II	4000	2000
В	Не ограничивается	I	Не ограничиваются	
	6	II	7000	4000
	3	III	3000	2000
	1	IV	2000	—
	1	V	1200	—
Г	Не ограничивается	I и II	Не ограничиваются	
	2	III	3000	2000
	1	IV	2500	—
	1	V	1500	—
Д	Не ограничивается	I и II	Не ограничиваются	
	3	III	4500	3000
	2	IV	3000	2000
	2	V	2000	1250

Если по условиям технологического процесса устройство brandмауера по всей высоте здания невозможно, устраивают всячий brandмауер, опирающийся на несгораемые опоры.

Всячий brandмауер (рис. 128, в) представляет собой вертикальную несгораемую стенку, разъединяющую помещение в верхней его части. Эти brandмауеры должны выступать над покрытием так же, как обычно, и опускаться ниже затяжек ферм на 25 см. В этом случае защита нижней части помещения производится при помощи водяной завесы, устраиваемой по всей длине всячего brandмауера. При определении предельно допускаемой площади водяные завесы в расчет не принимают.

Противопожарные зоны (рис. 129) — это несгораемые покрытия, опирающиеся на железобетонные балки и несгораемые опоры, которые разделяют трудносгораемые и сгораемые покрытия, перекрытия и стены на отсеки. Противопожарная зона является надежным местом для работы пожарной команды, занятой тушением горящего перекрытия. Ширина противопожарных зон для зданий III—V степеней огнестойкости должна быть не менее 6 м. Торцы зон должны окаймляться вертикальными гребнями, выступающими над кровлей не менее чем на 70 см, а внутри здания — стенками. Эти стенки опускаются:

а) до низа затяжек или нижних поясов ферм и других сгораемых и трудносгораемых элементов конструкций покрытия при расстоянии до 5 м от края зоны до ближайшей фермы;

б) на 45 см ниже сгораемой или трудносгораемой конструкции покрытия, примыкающей к зоне, при расстоянии более 5 м от края зоны до ближайшей фермы.

Пределы огнестойкости несущих стен и колонн противопожарных зон должны быть не менее 5 часов, а покрытий — не менее 2 часов.

Противопожарные зоны должны быть поперечными, пересекающими продольные световые фонари, если они имеются (рис. 129, в).

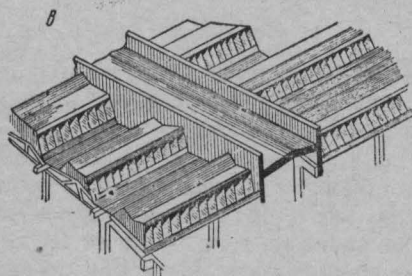
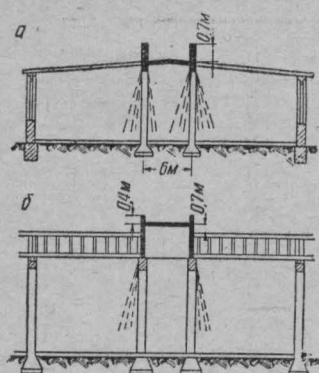


Рис. 129. Противопожарные зоны:  
а — при наклонных стропилах; б — при наличии ферм; в — при наличии фонарей

Согласно Н 102—54 перекрытия над подвальными и полуподвальными помещениями в зданиях I, II и III степеней огнестойкости во всех случаях устраивают несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа.

В многоэтажных зданиях I, II и III степеней огнестойкости перекрытия над лестничными клетками и проходами, ведущими от лестницы к наружному выходу, должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа.

Покрытия зданий, в которых размещены производства пожарной опасности категории А, должны быть легкосбрасываемыми при воздействии взрывной волны.

Соединительные галереи и эстакады, расположенные над зданиями, устраивают несгораемыми.

Пристройки вспомогательных помещений отделяют от промышленных зданий брандмауерами.

Перекрытия и стены встроенных вспомогательных помещений, размещаемых внутри габаритов производственных зданий I и II степеней огнестойкости, должны быть (по Н 102—54) несгораемыми, а при размещении внутри зданий III и IV степеней огнестойкости — трудносгораемыми.

Для изоляции взрывоопасных помещений категории А и Б (производство скипидара, одоранта сульфана, флотомасла, гранитоля, двуокиси хлора, соляной кислоты и др.) от помещений других категорий пожарной опасности, устраивают надежно вентилируемые шлюзы-переходы. Рекомендуемые планировочные решения шлюзов-переходов показаны на рис. 130.

Устройство шлюзов должно удовлетворять следующим требованиям:

1) шлюзы должны быть расположены у наружных стен и обеспечены естественным проветриванием (через оконные, дверные проемы и жалюзи), а также постоянно действующей напорно-побудительной вентиляцией;

2) стены шлюзов должны быть газонепроницаемыми;

3) электроарматура и проводка должны иметь повышенную надежность против взрыва или должны быть того же типа, что и в производственном помещении.

Межэтажные перекрытия и площадки цехов категорий А и Б должны исключать возможность образования в помещении непро-

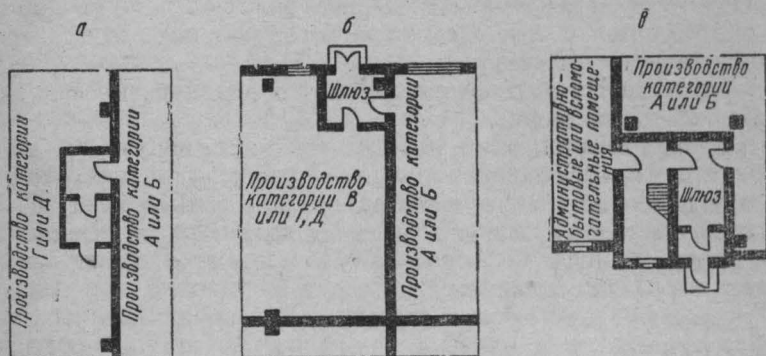


Рис. 130. Рекомендуемые планировочные решения шлюзов-переходов:

а — схема расположения тамбура-шлюза у внутренней поперечной стены; б — схема расположения тамбура-шлюза у наружной стены; в — схема расположения тамбура-шлюза у основного входа

ветриваемых пространств, для чего рекомендуется делать их преимущественно решетчатыми.

При наличии на перекрытиях и площадках крепких кислот, щелочей и других веществ, которые могут быть опасны для обслуживающего персонала, емкости и аппараты для них следует располагать на отдельных поддонах или на глухой части перекрытия (площадки), ограниченной бортом.

Здания цехов, в которых применяют газообразные вещества с удельным весом менее единицы (приложение 2), должны быть обеспечены соответствующей вентиляцией путем устройства аэрационных фонарей, дефлекторов и других приспособлений для удаления легких взрывоопасных газов из-под верхнего перекрытия.

В межэтажных перекрытиях многоэтажных цехов категорий А и Б должны быть предусмотрены аэрационно-взрывные проемы. Площадь этих проемов по отношению к площади пола должна быть:

а) при наличии в производственных помещениях водорода, ацетилена и других веществ, удельный вес которых по воздуху менее единицы, — не менее 15%;

б) во всех прочих случаях — не менее 5%.



Для покрытия полов в цехах категории А следует применять материалы, не дающие искр при ударах.

Металлические площадки и ступени лестниц в этих цехах следует выполнять из материалов, не дающих искр при ударах, или защищать не искрящими при ударах покрытиями (оцинкование, покрытие резиновыми дорожками, полиизобутиленом и другими материалами).

Для производств, отнесенных к категориям А, Б и В, курительные следует размещать в блоке бытовых помещений, изолированных от производственных помещений дверями или тамбур-шлюзами (в зависимости от категории пожарной опасности производства). При этом курительные не следует располагать вблизи этих дверей и тамбур-шлюзов. Для производств, отнесенных к категории Г или Д, допускается размещение помещений для курения в производственной части здания.

Все здания высотой более 10 м должны иметь наружные металлические пожарные лестницы, причем расстояние между ними в производственных зданиях и складах должно быть не более 200 м, считая по периметру здания. Здания с фонарями и перепадами высот имеют пожарные лестницы, которые соединяют кровли, находящиеся на разных уровнях.

Для защиты существующих сгораемых конструкций от действия высоких температур и пламени применяют термоизоляцию, пропитку, обмазку и окраску. В качестве термоизоляции служат различные виды штукатурки (известковая, известково-алебастровая, цементная), обивка железом по войлоку, пропитанному глиняным раствором, или по асбесту, а также облицовка керамическими плитками или кирпичом.

Защитное действие термоизоляции заключается в том, что она предохраняет древесину от прогрева, замедляет процесс ее разложения от действия высоких температур и от доступа воздуха.

В строительстве широко применяют сухую штукатурку, представляющую собой гипсовые плиты толщиной до 1 см, оклеенные с обеих сторон тонким картоном. Сухая гипсовая штукатурка отличается низкими термоизоляционными свойствами. Предел огнестойкости такой штукатурки по нормам 0,25 часа, т. е. в несколько раз меньше предела огнестойкости обычных штукатурок.

Для защиты сгораемых конструкций от воспламенения применяют различные пропиточные составы, включающие сульфат аммония, диаммоний фосфат, хлористый аммоний, фосфорноокислый натрий, фтористый натрий, хлористый цинк и др. Пропитка сгораемых конструкций производится под давлением (до 8 ат) в специальных котлах или путем вымачивания в ваннах с горячим раствором в течение длительного времени (до 8 суток). Пропитанные материалы обычно не горят, а лишь обугливаются в местах действия огня.

Для повышения огнезащиты сгораемых конструкций применяют также особые огнезащитные краски или пасты. Одни из этих паст (красок) при нагревании переходят в газообразное состояние и га-

зовой оболочкой предохраняют материал от огня (хлорид алюминия, аммониевые соли), а другие плавятся, образуя на материалах защитный негорючий слой (жидкое стекло, квасцы, бура, фосфорнокислые соли). Наиболее распространены силикатные краски, приготовленные на основе жидкого стекла с включением сухого мела, молотого кирпича или магнезита. Для закрытых помещений рекомендуется силикатная краска «СК-ХЭМ».

В качестве огнезащитного покрытия для незащищенных конструкций и сооружений применяют <sup>1</sup> атмосферостойчивую краску ПХВО, нерастворимую в воде и не корродирующую металл.

В качестве антисептических средств рекомендуются <sup>2</sup> так называемые экстрактовые пасты на фтористом натрии с торфяной мукой или на кремнефтористом натрии с водой. Вяжущей основой экстрактовых паст являются твердые и жидкие концентраты сульфитно-спиртовой барды (отход сульфит-спиртового производства). Эти концентраты в качестве вяжущей добавки входят также в глиняные пасты на фтористом и кремнефтористом натрии.

Для огнезащиты древесно-волоконистых пористых плит рекомендуется <sup>3</sup> огнезащитная паста БХЛ, а для покрытия деревянных кровель огнезащитное покрытие ХЛ.

Обмазку конструкций производят малярной кистью за два раза с тщательной промазкой трещин в стропильных конструкциях и местах сопряжений.

Согласно упомянутой инструкции для антисептирования и защиты от горения древесных опилок применяют пропитку их водным раствором фосфорнокислого и сернокислого аммония и фтористого натрия.

Рекомендуются следующие виды защиты сгораемых конструкций:

1) для внутренних открытых конструкций в зданиях — термоизоляция, а для скрытых конструкций (балки перекрытий, накат и др.) — пропитка;

2) для открытых наружных конструкций (сгораемые кровли) — пропитка и окраска;

3) для внутренних крышевых конструкций — обмазка и окраска.

При проектировании зданий и сооружений должны предусматриваться грозозащитные устройства для высотных зданий и сооружений, для взрывоопасных цехов и для пожароопасных цехов категорий II—I.

Сооружения для получения скипидара, одоранта сульфана, двуокиси хлора, гранитоля и других сооружения категорий А и Б снабжаются сеткой из оцинкованной проволоки, располагаемой над крышей и присоединенной к контуру заземления.

Защита дымовых труб и производственных сооружений от прямых ударов молний осуществляется местными заземлителями, элек-

---

<sup>1, 2, 3</sup>. Инструкция по защите от гниения, поражения дереворазрушающими насекомыми и возгорания деревянных элементов зданий и сооружений И 119—56, М., Госстройиздат, 1957.

трически не связанными с основным контуром здания или сооружения.

Для защиты зданий с металлической кровлей применение специальных молниеприемников не требуется. В этих случаях необходимо заземлить кровлю. Выступающие над крышами неметаллические части оборудуются молниеотводами, надежно соединенными с металлической кровлей.

Здания и сооружения с неметаллической кровлей, а также отдельно стоящие дымовые трубы защищаются стержневыми или другими молниеотводами.

Периодически, особенно перед грозовым сезоном, тщательно осматривается каждый молниеотвод, проверяется состояние заземления и сопротивление его растеканию.

Для предупреждения накопления статического электричества трубопроводы, по которым транспортируются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также огне-взрывоопасные смеси воздуха с газами и пылью должны быть заземлены. На фланцах устанавливаются перемычки из токопроводящего материала.

Необходимо также:

а) не допускать перемещения легковоспламеняющихся жидкостей по трубам со скоростью более 3—4 м/сек, избегая при этом ударов струи жидкости;

б) легковоспламеняющиеся жидкости подавать только через трубу, погруженную до дна резервуара,

в) не допускать попадания в сосуды посторонних предметов, так как на последних может возникнуть статическое электричество высокого потенциала;

г) тщательно заземлять цистерны, рукава цистерн, бочки, танкеры, воронки, поплавковые указатели уровня и другие подвижные части, в которых хранятся или перерабатываются взрывоопасные вещества.

### Расположение зданий и требования к планировке

При проектировании как отдельных зданий, так и промышленных предприятий необходимо учитывать особенности и пожарную опасность производства, чтобы правильно выбрать тип и степень огнестойкости конструктивных элементов, а также ширину разрывов между отдельными зданиями.

Правильное расположение зданий промышленного предприятия с учетом господствующих ветров и размещение между ними зеленых насаждений имеют большое значение для повышения пожарной безопасности объекта. Здания с повышенной пожарной опасностью надо располагать с подветренной стороны площадки.

При планировке промышленного предприятия здания следует располагать так, чтобы возможность переноса господствующими ветрами огня с горящего здания на соседний объект была исключена. Необходимые для производственных целей предприятия дороги и

проезды должны иметь ширину, обеспечивающую передвижение пожарных команд.

Если по производственным условиям устройства дорог не требуется, подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен по свободной (спланированной) территории, укатанной вдоль всей длины здания не менее чем с двух сторон. По Н 102—54 к зданиям площадью застройки более 10 га подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон. Расстояние от края проезжей части или свободной спланированной территории до стены здания должно быть не более 25 м. Внутризаводские проезды должны иметь замощенную часть шириной не менее 6 м, а немагистральные проезды и подъезды — не менее 4 м.

К водоемам, являющимся основным источником противопожарного водоснабжения, устраивают тупиковые дороги с петлевыми объездами или с площадками размером не менее 12 × 12 м для разворота автомобилей. Свободный проезд пожарных команд обеспечивают противопожарными разрывами, являющимися надежным средством ограничения пожара.

Противопожарные разрывы между двумя зданиями (сооружениями) и закрытыми складами определяются степенью их огнестойкости по наиболее опасной категории производства, размещенного в одном из зданий, и выбираются согласно данным Н 102—54, приведенным в табл. 31.

Таблица 31

Противопожарные разрывы между производственными зданиями (сооружениями)

Степень огнестойкости другого здания (сооружения)	Разрывы в м при степени огнестойкости одного здания (сооружения)		
	I и II	III	IV и V
I и II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

Для зданий с производствами категорий А и Б противопожарные разрывы увеличивают на 3 м. Ширина разрыва (расстояние между наружными стенами) здания и сооружения возрастает на величину выноса выступающих конструктивных или архитектурных частей здания, если они выполнены из сгораемых материалов и выступают на 1 м и более.

Противопожарные разрывы между крыльями зданий, имеющих П- и Ш-образную застройку, должны соответствовать требованиям таблицы.

Противопожарные разрывы не нормируются в следующих случаях:



1) одна стена более высокого здания или сооружения является брандмауером;

2) здания I и II степеней огнестойкости имеют несгораемые кровли и в них размещены производства категорий Г и Д;

3) площадь пола двух и более зданий, имеющих несгораемые стены и кровли или сгораемые кровли по несгораемому основанию (а также площади навесов), не превышают нормируемых величин, допускаемых между брандмауерами согласно табл. 30.

Разрывы до противостоящих зданий следует принимать с учетом категорий пожарной опасности производства, размещаемого в ближайшей части здания.

### Эвакуация людей из помещения

Безопасность людей, находящихся во время пожара внутри зданий, зависит от числа и размеров выходов из помещений и путей эвакуации. В производственных зданиях должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации находящихся в здании людей в случае возникновения пожара через эвакуационные выходы.

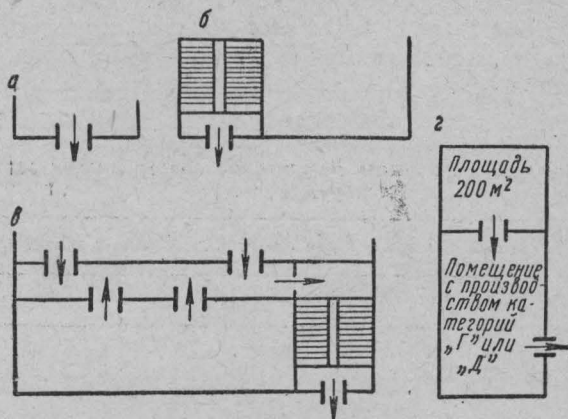


Рис. 131. Эвакуационные выходы:

а — непосредственный выход; б — выход через лестничную клетку; в — выход через коридор в лестничную клетку; г — выход через другое помещение

По Н 102—54 проходы, двери и ворота считаются эвакуационными выходами (рис. 131), если они ведут:

а) из помещений первого этажа непосредственно наружу;

б) из помещений на лестничную клетку с непосредственным выходом наружу;

в) из помещений в проход или коридор с непосредственным выходом наружу или на лестничную клетку;

г) из одного помещения в смежное помещение с огнестойкостью не ниже II степени, имеющее выходы наружу непосредственно или

через лестничные клетки, в котором отсутствуют производства по-  
жарной опасности категорий А, Б и В.

В залах бумаго- и картоноделательных машин, вследствие их  
большой длины, один из эвакуационных выходов устраивают в  
средней части зала.

В промышленных зданиях расстояния от наиболее удаленного  
рабочего места до выхода наружу или на лестницу не должны пре-  
вышать норм, указанных в табл. 32. При этом в многоэтажных зда-  
ниях для помещений с выходом в тупиковый коридор расстояние от  
дверей производственного помещения до ближайшего выхода на-  
ружу или в лестничную клетку не должно превышать 20 м.

Таблица 32

Предельные расстояния от наиболее удаленного рабочего места до выхода  
наружу

Категория производства	Степень огнестойкости здания	Наибольшие расстояния в м	
		однэтажное здание	многоэтажное здание
А	I и II	30	—
Б	I и II	75	50
В	I и II	75	50
	III	60	40
	IV	50	30
	V	50	—
Г	I и II	Не ограничивается	
	III	60	50
	IV и V	50	—
Д	I и II	Не ограничивается	
	III	100	75
	IV	60	50
	V	50	40

Предельные расстояния от дверей вспомогательных помещений  
промышленных зданий (кроме уборных, умывальных, курительных,  
душевых) до ближайшего выхода наружу или на лестничную клетку  
не должны быть более указанных в таблице.

Предельные расстояния от дверей бытовых помещений, устроен-  
ных в производственных зданиях, до ближайшего выхода наружу  
не должны превышать установленных расстояний от наиболее уда-  
ленных рабочих мест до выходов в производственных зданиях со-  
гласно табл. 33.

Суммарная ширина лестничных маршей, а также дверей произ-  
водственных зданий на путях эвакуации зависит от числа людей,  
находящихся в наиболее населенном этаже, и (кроме первого)  
определяется расчетом:

1) для двухэтажных зданий — 125 человек на 1 м ширины марша  
или дверей;

**Предельные расстояния от дверей вспомогательных помещений  
до выхода наружу**

Степень огнестойкости здания	Предельные расстояния до выхода в м	
	для помещений, расположенных между лестничными клетками или выходами наружу	для помещений с выходом в тупиковый коридор
I и II	50	20
III	30	15
IV	25	12
V	20	10

2) для трехэтажных зданий — 100 человек на 1 м ширины марша или дверей;

3) для зданий высотой более трех этажей — 80 человек на 1 м ширины марша или дверей.

По Н 102—54 ширина марша лестниц, служащих для эвакуации, должна быть не менее 1,2 м и не более 2,2 м.

Ширина лестничной площадки должна быть не менее ширины марша.

Необходимо особо отметить, что число эвакуационных выходов из производственных зданий или помещений должно быть не менее двух. Согласно Н 102—54 устройство одного эвакуационного выхода допускается: из помещений, в которых размещены производства категорий А, Б и В площадью до 100 м<sup>2</sup> и из помещений с производствами категорий Г и Д площадью до 200 м<sup>2</sup>.

Используемые для эвакуации людей лестничные клетки должны иметь естественное освещение через окна в наружных стенах. В этих клетках не должно быть рабочих, складских и иного назначения помещений, а также оборудования с выступами из плоскости стен на уровне движения людей. Весьма важно также, чтобы предназначенные для эвакуации двери открывались в сторону выхода из здания.

Тамбуры при наружных дверях эвакуационных выходов освещаются естественным светом через остекленные двери или фрамуги. Ширина тамбуров эвакуационных выходов должна превышать ширину дверного проема не менее чем на 0,25 м с каждой стороны, а глубина — ширину дверного полотна не менее чем на 0,2 м, но должна быть не менее 1,5 м. Все основные проходы в местах постоянного пребывания рабочих должны иметь ширину не менее 1500 мм.

Проемы в стенах зданий в местах примыкания галерей должны быть защищены по возможности противопожарными дверями. Если по условиям технологического процесса устройство дверей исключается (например, при транспортировке древесной щепы с помощью ленточного транспортера), проемы в местах примыкания галерей в отапливаемых зданиях должны быть защищены водяной завесой.

Проектные организации несут полную ответственность за соблюдение противопожарных норм при проектировании.

Согласно действующей инструкции по составлению проектов и смет по промышленному и жилищно-гражданскому строительству проекты не должны быть согласованы непосредственно с пожарной охраной. Вместе с тем органы Госпожнадзора ведут наблюдение за выполнением всех противопожарных норм строительного проектирования в проектных организациях и в процессе строительства.

Все проекты промышленного строительства рассматривают экспертные советы при министерствах и ведомствах, а проекты городского строительства — экспертные советы при Управлении главного архитектора города, в которых представляют работники Госпожнадзора. Для качественного выполнения противопожарных мероприятий органы Госпожнадзора оказывают проектным организациям и объектам помощь в виде устных консультаций и письменных заключений по всем вопросам противопожарной техники.



## ПРИЛОЖЕНИЕ I

Физико-химическая и санитарно-гигиеническая характеристики веществ, применяемых или получаемых в производствах целлюлозно-бумажной промышленности

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии	
Аммиак	$\text{NH}_3$	17,03	-33,4	—	15,5	27	0,634	0,597	Горючий и взрывоопасный газ резко раздражающего действия; относится к сильнодействующим ядовитым веществам (СДЯВ)
Ацетилен	$\text{C}_2\text{H}_2$	26,02	-83,6	—	2,3	81	0,613	0,90	Взрывоопасный газ наркотического действия; отравления вызываются чаще всего примесями, главным образом фосфористым водородом
Ацетон	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	58,08	56,5	-18	2,15	13	0,792	2	Легколетучая ЛВЖ (легковоспламеняющаяся жидкость) наркотического действия; накапливается в организме; может вызывать хронические отравления

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Предельно допустимая концентрация в воздухе помещений в мг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	высыпки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Бензин			—25		1,2	7	—	—	0,1	Действует возбуждающе; вызывает понижение кровяного давления
Бензол	$C_6H_6$	78,11	80,1	—15	1,4	9,5	0,879	2,77	0,02	ЛВЖ; весьма токсичен; действует на кровь, кровеносные органы и на центральную нервную систему
Бутилацетат	$CH_3CO_2CH_2 \cdot CH_2C_2H_5$	116,16	125,1 (при 740 мм рт. ст.)	18—31	1,7	—	0,882	—	0,2	Вызывает воспаление соединительной оболочки глаза. Полуоченный из отходов синтетического каучука сильнее раздражает слизистые оболочки глаз и действует на дыхательные пути
Водород	$H_2$	1,0078	—	—	4,15	75	—	0,069	—	Взрывоопасный, физиологически инертный газ; при больших концентрациях вызывает удушье из-за недостатка кислорода. Возможны отравления примесями

Наименование	Формула	Молекулярный вес		Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Плотность по ципренину в воздухе рабочим по-мещениям в мг/л	Общая характеристика вещества
		кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии				
Двуокись углерода	CO <sub>2</sub>	-78,5 (возгонная)	—	—	—	—	—	—	1,529	Не устновлен	Обладает наркотическим, а также удушающим действием, вытесняя кислород из зоны дыхания
Двуокись хлора	ClO <sub>2</sub>	11	—	—	—	—	—	1,5	2,39	0,0001	Очень токсична. Действует на дыхательные пути, так же как газообразный хлор; вызывает сильную головную боль и общую слабость
Диоксан (диоксипилен)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	101,4	11	1,97	22,2	1,00337	3,1	—	—	0,01	ЛВЖ; яд, действующий главным образом на почки и печень; наркотик, обладающий также некоторым раздражающим действием при повышении температуры (выше 65°) и давления, при соприкосновении с легко загорающимися веществами, облучении прямым солнечным светом или при воздействии электрического разряда (искры), разлагается со взрывом

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений в мг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Дихлорэтан	$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$	98,97	83,7	13	6,2	15,9	1,25	3,5	0,01	Наркотик; обладает значительным токсическим действием, вызывает жировое перерождение печени и других внутренних органов
Диэтиловый эфир Метан	См. этиловый эфир $\text{CH}_4$	16,03	-161,5	—	5	16	—	0,55	—	Взрывоопасный, физиологически инертный газ. При больших концентрациях возможно удушье из-за недостатка кислорода
Метилмеркаптан	$\text{CH}_3\text{SH}$	48,11	6	—	—	—	0,868 при 0° C	1,8	Не установлена	Вызывает тошноту, головную боль, при сильном отравлении действует подобно сероводороду
Метиловый спирт	$\text{CH}_3\text{OH}$	32,04	64,7	8	5,5	36,5	0,792	1,11	0,05	ЛВЖ; сильный, преимущественно нервно-сосудистый яд. Особенно типичны поражения зрительного нерва сетчатки глаза



Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений в мг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Оксись углерода	CO	28,01	—	—	12,5	75	—	0,967	0,02	Взрывоопасный ядовитый газ общетоксического действия
Ртуть металлическая	Hg	200,61	356,9	—	—	—	13.546	Пары в 7 раз тяжелее воздуха	0,00001	Сильный яд; отравление происходит главным образом вследствие вдыхания ее паров. При хронических отравлениях поражает центральную нервную систему
Селенистый ангидрид	SeO <sub>2</sub>	110,96	317 (возгонка)	—	—	—	—	—	0,0001	Ядовитый, при отравлении наблюдается раздражение слизистых оболочек, общая слабость, головная боль
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,09	338	—	—	—	1,834	—	0,001	Раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей. При попадании на кожу вызывает тяжелые ожоги
Сернистый ангидрид	SO <sub>2</sub>	64,07	—10	—	—	—	1,434	2,26	0,01	Газ раздражающего действия. При больших концентрациях возможно раздражение кожи

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м³	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Сероводород	$H_2S$	34,08	-60,4	—	4,3	45,5	0,96	1,19	0,01	Горючий, взрывоопасный и ядовитый газ с неприятным характерным запахом. Сильный и весьма опасный яд
Сероуглерод	$CS_2$	76,14	46,3	-30	1,9	81,3	1,263	2,6	0,01	ЛВЖ; пары ее с воздухом взрывоопасны, а при соприкосновении с поверхностями, нагретыми до 145° C, воспламеняется. Сильнодействующее ядовитое вещество. Хронические воздействия малых концентраций приводят к тяжелым заболеваниям различных отделов нервной системы. Жидкий сероуглерод действует раздражающе на кожу
Скипидар	$C_{10}H_{16}$	136,23	155—180	32—42	0,73	—	0,86—0,99	—	0,3	Скипидар вызывает общую слабость, сонливость, головную боль. Действует раздражающе на кожу и нервную систему

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений в мг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Олорант сульфид		—	34,5—115	—25	2,95	8,48	0,848—0,856	—	Не установлена	ЛВЖ; пары его с воздухом взрывоопасны. Ядовитое вещество, действует подобно метилмеркаптану и сероводороду
Уксусная кислота	$\text{CH}_3\text{COOH}$	60,05	118,1	40	3,1	12	1,05	2,07	0,005	ЛВЖ; пары ее вызывают значительное раздражение слизистых оболочек, главным образом верхних дыхательных путей; действует на кожу; особенно опасны ожоги глаз
Фенол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	94,1	181,4	—	—	—	—	—	0,005	Яд; обладает сильным раздражающим и прижигающим действием
Формальдегид	$\text{HCHO}$	30,03	—21,0	54,5	4	13,6	0,815	1,04	0,005	Горючий и взрывоопасный газ с резким запахом и раздражающим действием. Обладает общей протоплазматической ядовитостью; вызывает заболевание костей и кожи

Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °C		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° C в г/мл		Пределы допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений в мг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Формалин (40%-ный водный раствор формальдегида)	—	—	—	—	6	36,5	—	—	Не установлена	Растворы формальдегида постоянно, даже при комнатной температуре, выделяют формальдегид (см. формальдегид)
Фурфурол	$C_4H_3O \cdot CHO$	98,08	161,7	55—57	—	—	1,159	3,3	0,01	Вызывает раздражение слизистых оболочек, головную боль
Хлор	$Cl_2$	70,91	—34,1	—	—	—	1,557	2,44	0,001	Сильнодействующее ядовитое вещество: раздражает дыхательные пути; может вызвать отек; при высоких концентрациях действует на кожу (дерматиты и пр.). Поддерживает горение многих веществ, а с некоторыми (с водородом, метаном, ацетиленом, этиленом и др.) образует взрывчатые смеси



Наименование	Формула	Молекулярный вес	Температура при 760 мм рт. ст. в °С		Пределы взрываемости в смеси с воздухом в объемных %		Удельный вес при 760 мм рт. ст. и 20° С в г/мл		Плотность допустимая в воздухе рабочих помещений в кг/л	Общая характеристика вещества
			кипения	вспышки	нижний	верхний	в жидком состоянии	в газообразном состоянии		
Хлористый водород	HCl	35,47	-83,7	—	—	—	1,19	1,268	0,01	Газ с резким запахом, сильно раздражающего действия; в туманообразном состоянии вызывает резкую болезненность кожи, лица и рук
Этилацетат	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	88,10	77,15	-5	2,2	11,4	0,9003	3,4	0,2	ЛВЖ; наркотического и умеренно раздражающего действия; может вызывать дерматиты и другие кожные заболевания
Этиловый спирт	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,07	78,3	12	3,23	20	0,79	1,59	1	ЛВЖ; наркотического действия
Этиловый эфир, диэтиловый (серный) эфир	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	74,08	34,6	-41	1,7	48	0,73	2,6	0,3	Легучая ЛВЖ с характерным запахом. Наркотик, действует также несколько раздражающе. При длительном контакте с кислородом воздуха образует весьма взрывоопасные перекиси

Очистка дурнопахнущих газовых и пылевых выбросов

Источники выбросов газов и пыли в атмосферу	Компоненты газов или пыль	Количество выбросов перед очисткой в г/м <sup>3</sup> целлюлозы	I ступень очистки			II ступень очистки		
			аппаратура	степень обезвреживания в %	остаточное количество выбросов в г/м <sup>3</sup> целлюлозы	аппаратура	степень обезвреживания в %	остаточное количество выбросов в г/м <sup>3</sup> целлюлозы
Сдувка (терпентинная и конечная)	H <sub>2</sub> S CH <sub>3</sub> SH (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	278	Насадочный скруббер с кольцами Рашига, орошаемый белым щелоком	90	27,8	Окислительная установка	80	5,56
		575		90	57,5			11,50
		167		30	117,5			23,50
Выдувка	H <sub>2</sub> S CH <sub>3</sub> SH (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	107	Насадочный скруббер с кольцами Рашига, орошаемый белым щелоком	30	75	Окислительная установка	80	15
		30		90	0,3			0,06
		775		90	77,5			15,50
Выпарка	H <sub>2</sub> S CH <sub>3</sub> SH Пыль SO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> SH Пыль SO <sub>2</sub>	20	Электрофильтр	30	14	Окислительная установка	80	2,80
		105		—	105,5			21,10
		38		96	38			7,60
		55000		—	2200			2200
		10000		—	10000			10000
Дымовые газы сорогенерационного агрегата	CH <sub>3</sub> SH Пыль SO <sub>2</sub>	690	Турбулентный скруббер Вентури, орошаемый водой	—	690	Нет	—	690
		37500		98	750			750
		1172		80	234,4			234

## Расчет эффективной высоты выбросов

Источники выбросов (трубы)	Количество газовых (пылевых) выбросов		Показатели выбросов в устье трубы		Размеры трубы в м	Коэффициент	Скорость ветра на высоте 10 м (v <sub>10</sub> ) м/сек	Возвращение струи выброса (Δh) в м	Высота выброса (H=Δh+h)
	возможные пределы в м <sup>3</sup> /т целлюлозы	принято в расчете в м <sup>3</sup> /т целлюлозы	температура в °С	скорость (с <sub>0</sub> ) в м/сек					
Окислительная установка . . .	1000—1200	1080	40	9,4	0,75	1,34	4,5	2,22	50,22
Солорегенерационный агрегат . . .	10000—12000	11000	50	10	2,35	1,50	4,5	6,6	106,6
Известерегенерационная печь . . .	2000—2500	2270	60	10	1,10	1,40	4,5	3,3	63,3

**Расчет концентрации выбросов в зоне дыхания**

Таблица 2

Источники выбросов и группы загрязнений	Мощности загрязнений по группам		Значение величины $K$ по таблице Андреева	Концентрации выбросов в $мг/м^3$				
	в $г/т$ целлю- лозы	в $г/сек$		основные $C_0 = \frac{k \cdot G}{v_0}$	дополнительные $\left( \Delta C_0 = C_0 \varphi - \frac{y^2}{0,052 x^2} \right)$	суммар- ные в зоне действия основной трубы	приведен- ные в $мг/м^3$ дымная зона	допусти- мые макс- мально- разовые
От окислительной установки:	I группа	76,32	0,257	$89,0 \cdot 10^{-3}$	0,0051	0,0051 - 0,1685 = 0,00086	0,00488	0,008
	II »	—	—	$89,0 \cdot 10^{-3}$	0,00177	0,00177 - 0,1687 = 0,0003	—	0,3
	III »	26,30	0,0891	—	—	—	—	—
От сорогенерационного агрегата:	I группа	690	2,320	$7,8 \cdot 10^{-3}$	0,00402	—	0,00488	0,008
	II »	12200	41	$7,8 \cdot 10^{-3}$	0,071	—	0,07362	0,5
	III »	—	—	—	—	—	0,0003	—
От известерегенерационной печи:	I группа	984,0	3,310	$57,65 \cdot 10^{-3}$	0,0424	0,0424 - 0,0617 = 0,00262	—	—
	II »	—	—	—	—	—	—	—
	III »	—	—	—	—	—	—	0,5

Предельно допустимые концентрации радиоактивных веществ  
в воде водоемов

Название изотопа	Сплавы	Предельно допустимая концентрация в воде водоема в кюри/л
$\beta$ - $\gamma$ -излучатели		
Бериллий . . . . .	Be <sup>7</sup>	$5 \cdot 10^{-7}$
Кобальт . . . . .	Co <sup>60</sup>	$1 \cdot 10^{-8}$
Стронций . . . . .	Sr <sup>90</sup>	$3 \cdot 10^{-10}$
Осколочные $\beta$ - $\gamma$ -смеси неизвестного процентного состава . . . . .	—	$5 \cdot 10^{-10}$
$\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ -излучатели		
Уран естественный растворенный . . . . .	U ест. раст.	$3 \cdot 10^{-11}$
Свинец + дочерние продукты . . . . .	Pb <sup>210</sup> (RaPb) + д.п.	$5 \cdot 10^{-9}$
Радий + 55% дочерних продуктов . . . . .	Ra <sup>226</sup> + 55 д. п.	$5 \cdot 10^{-11}$
$\alpha$ -активные смеси неизвестного процентного состава . . . . .	—	$5 \cdot 10^{-11}$



Таблица противопожарных разрывов в м

Наименование объектов, до которых исчисляется разрыв	От куч балансовой древесины и дров при высоте куч более 14 м	От штабелей бирж круглого леса площадью	
		8 га и более	до 8 га
Лес хвойных и смешанных пород . . . . .	200	97	65
Жилые здания населенных мест . . . . .	150	97	65
Здания с производствами категорий А и Б:			
соседнего предприятия . . . . .	150	97	65
собственного предприятия . . . . .	120	65	52
Здания с производствами категорий В или Г			
соседнего или собственного предприятия, не связанные с производственным процес- сом на бирже:			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	70	32	26
III степени . . . . .	85	39	32
IV и V степеней . . . . .	110	52	45
Здания с производствами категорий В и Г, связанные с производственным процессом на бирже (распиловочные, окорочные, ко- роотжимные цехи, рубильные и дрово- кольные установки):			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	60	32	26
III степени . . . . .	75	39	32
IV и V степеней . . . . .	100	52	45
Здания с производствами категории Д со- седнего или собственного предприятия:			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	50	32	26
III степени . . . . .	60	39	32
IV и V степеней . . . . .	75	45	39
Здания вспомогательного назначения, обслу- живающие биржу (конторы, помещения для обогрева рабочих, курительные, таке- лажные склады, цеховые ремонтные ма- стерские без применения огня, сушилки одежды, цеховые столовые, насосные, лот- ковые станции и др.):			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	30	26	23
III степени . . . . .	35	32	26
IV и V степеней . . . . .	40	39	32
Здания административно-хозяйственного на- значения (заводоуправления, общезавод- ские столовые, пожарные депо и др.):			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	60	26	23
III степени . . . . .	75	39	32
IV и V степеней . . . . .	100	45	39
Закрытые трансформаторные подстанции I и II степеней огнестойкости . . . . .	30	26	23
Моторные будки транспортеров, обслужи- вающих биржу:			
I и II степеней огнестойкости . . . . .	15	13	10
III, IV, V степеней . . . . .	—	16	13

Наименование объектов, до которых исчисляется разрыв	От куч ба- лансовой древесины и дров при высоте куч более 14 м	От штабелей бирж круглого леса площадью	
		8 га и более	до 8 га
Магистральные железнодорожные пути орга- низованного движения при паровой тяге поездов (до оси пути) . . . . .	100	65	65
Железнодорожные пути производственного назначения соседних предприятий при па- ровой тяге поездов (до оси пути) . . . . .	50	65	65
Железнодорожные пути производственного назначения собственного предприятия (до оси пути):			
при паровой тяге . . . . .	30	19	13
» автоматической тяге . . . . .	20	13	13
» электрической » . . . . .	10	13	13
Пароходные пристани и причалы (до линии причала):			
общего пользования или других пред- приятий . . . . .	100	52	39
собственного предприятия . . . . .	40	23	19
Железнодорожные пути (до оси пути) на ме- ханизированных причалах для перегрузки лесных материалов из воды на железно- дорожный транспорт (или обратно) при паровой тяге поездов . . . . .	5,5	7	7
Склады для хранения легковоспламеняю- щихся и горючих жидкостей емкостью более 25 т легковоспламеняющихся или 125 т горючих:			
наземные или полуподземные . . . . .	150	97	65
подземные . . . . .	100	65	52
То же емкостью менее 25 т легковоспламе- няющихся или 125 т горючих жидкостей:			
наземные или полуподземные . . . . .	100	65	52
подземные . . . . .	75	52	39
Штабеля открытых базисных складов торфа:			
фрезерного . . . . .	150	97	39
кускового . . . . .	125	65	39
Штабеля открытых расходных складов торфа:			
фрезерного . . . . .	100	52	39
кускового . . . . .	75	45	39
Штабеля открытых складов каменного угля:			
емкостью 100 000 т и более . . . . .	50	39	32
» менее 100 000 т . . . . .	40	26	26
Открытые штабеля дробленой древесины объемом в складочных м³:			
свыше 36 000 . . . . .	150	65	52
10 000—36 000 . . . . .	100	52	39
10 000 . . . . .	80	39	39
Отвалы коры . . . . .	150	65	52

Наименование объектов, до которых исчисляется разрыв	От куч балансовой древесины и дров при высоте куч более 14 м	От штабелей бирж круглого леса площадью	
		8 га и более	до 8 га
Штабеля складов лесных материалов соседних предприятий при площади обоих складов (собственного и соседнего) в га:			
свыше 64 . . . . .	—	65	65
16—64 . . . . .	—	52	52
до 16 . . . . .	—	39	39
Штабеля открытых складов пиломатериалов при площади обоих складов (пиломатериалов и круглого леса) в га:			
свыше 64 . . . . .	—	97	97
16—64 . . . . .	—	65	65
от 16 . . . . .	—	52	52
Штабеля открытых складов пиломатериалов до куч балансовой древесины и дров при площади складов пиломатериалов в га:			
свыше 64 . . . . .	500	—	—
16—64 . . . . .	150	—	—
от 16 . . . . .	100	—	—
Штабеля круглого леса до куч балансовой древесины и дров при площади складов в га:			
свыше 8 . . . . .	50	—	—
до 8 . . . . .	40	—	—
Высоковольтные воздушные линии электропередачи, не обслуживающие собственное предприятие и биржу, а также соседние предприятия . . . . .	75	39	26
Высоковольтные воздушные линии электропередач собственного предприятия, не обслуживающие биржу . . . . .	40	26	26
Высоковольтные воздушные линии электропередач собственного предприятия, обслуживающие биржу, а также столбовые и трансформаторные подстанции на бирже	На высоту опоры воздушной линии электропередачи		
Погрузочно-разгрузочные площадки, расположенные на уровне железнодорожных платформ, и разделочные эстакады нижних складов лесозаготовительных предприятий . . . . .	20	13	13
Ограждения и заборы . . . . .	20	13	13

## ЛИТЕРАТУРА

Алексеева М. В., Определение атмосферных загрязнений, под редакцией проф. В. А. Рязанова, М., Медгиз, 1959.

Алексеева М. Б., Андронов Б. Е., Гурвиц С. С., Житкова А. С., Определение вредных веществ в воздухе производственных помещений, М., Госхимиздат, 1954.

Ворошилов М. С., Балмасов Е. Я., Автоматизация технологических процессов целлюлозно-бумажного производства, М.—Л., Гослесбумиздат, 1960.

Вредные вещества в промышленности, т. I. Органические вещества, т. II. Неорганические и элементоорганические соединения, Справочник для химиков, инженеров и врачей, Л., Госхимиздат, 1954.

Годжелло М. Г., Взрывы промышленных пылей и их предупреждение, М., Изд. Минкомхоза РСФСР, 1952.

Горбовицкий Р. М., Основы техники безопасности и противопожарной техники, М., Связьиздат, 1960.

Злобинский Б. М., Основы техники безопасности, М., Metallurgиздат, 1956.

Максимов В. Ф., Наместников И. В., Бушмелев В. А., Очистка газовых и пылевых выбросов сульфатно-целлюлозного производства, статья в брошюре Вопросы развития производства сульфатной целлюлозы, М., Изд. ЦБТИ бумдревпрома ГНТК СМ СССР, 1960.

Максимов В. Ф., Справочник по технике безопасности и промышленной санитарии в бумажной и деревообрабатывающей промышленности, М.—Л., Гослесбумиздат, 1954.

Максимов В. Ф., Техника безопасности и противопожарная техника в целлюлозно-бумажном производстве, учебник для целлюлозно-бумажных техникумов, М.—Л., Гослесбумиздат, 1956.

Максимов В. Ф., Справочник по технике безопасности и промышленной санитарии в бумажной и деревообрабатывающей промышленности, М., Гослесбумиздат, 1958.

Максимов В. Ф., Наместников И. В., Соколова О. И., Методы контроля условий труда на предприятиях целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, М.—Л., Гослесбумиздат, 1962.

Максимов В. Ф., Филоненко Н. Г., Наместников И. В., Русина Н. А., Коваленко А. М., Лабораторные работы по технике безопасности, промышленной санитарии и противопожарной технике, изд. ЛТИ, Л., 1955.

Максимов В. Ф., Перечень руководящих материалов по охране труда, технике безопасности, промышленной санитарии и противопожарной технике, изд. Минбумдревпрома, 1954.

Максимов В. Ф., Правила и нормы техники безопасности и промышленной санитарии для проектирования, строительства и эксплуатации производств целлюлозно-бумажной промышленности, М.—Л., Гослесбумиздат, 1962.

Максимов В. Ф., Библиография по технике безопасности и промышленной санитарии, Л., изд. ЛТИ, 1955.



Найман Н. М., Полонский З. Б., Хабаров П. Г., Средства индивидуальной защиты на производстве, Изд. второе, исправленное и дополненное, Профиздат, 1958.

Нормы и технические условия проектирования складских предприятий и хозяйств для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей — Н 108—56, М., Гос. изд. лит. по строит. и архитектуре, 1956.

Нормы первичных средств пожаротушения для производственных, складских, общественных и жилых помещений, М.—Л., изд. Минкомхоза РСФСР, 1950.

Покровский В. А., Учебник гигиены, Второе издание, М., Медгиз, 1961.

Правила технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий, М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.

Противопожарные нормы строительного проектирования складов лесных материалов — Н 129 — 55, Гос. изд. лит. по строит. и архитектуре, 1955.

Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест — Н 102 — 54, М., Гос. изд. лит. по строит., архитектуре и стройматериалам, 1959.

Противопожарное оборудование. Каталог-справочник, под общей редакцией Н. В. Шарова и Н. Д. Шебеко, М., Изд. Минкомхоза РСФСР, 1960.

Ройзен И. С., Лабораторные работы по технике безопасности и противопожарной технике, М.—Л., Госхимиздат, 1953.

Ройзен И. С., Техника безопасности и противопожарная техника в химической промышленности, Госхимиздат, 1951.

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий — Н 101 — 54, М., Гос. изд. лит. по строит., архитектуре и стройматериалам, 1958.

Соловьев Н. В., Ермилов П. И., Стрельчук Н. А., Основы техники безопасности и противопожарной техники в химической промышленности, М., Госхимиздат, 1960.

Справочник по технике безопасности и промышленной санитарии, Профиздат, 1960.

Справочник профсоюзного работника, Профиздат, 1960.

Эйдлин И. Я., Бумагоделательные и отделочные машины, М.—Л., Гослесбумиздат, 1958.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автоматизация, выбор устройств 257
  - операций транспортирования, загрузки и дозировки 257
  - производственных процессов 257 сл.
- Автоматическая защита и блокировка 262
- Автоматические извещатели 463—466
- Автоматические устройства 257
  - выбор 263
- Автоматический контроль 263, 264
- Автоматическое регулирование 258, 259
- Альфа-лучи 106
- Анализ травматизма и профзаболеваний 41—50
- Арматура осветительная 225
- Ассигнования на охрану труда 38
- Аэрация 193
- Баллоны, освидетельствование 302
  - маркировка 297
- Безопасность бочек 298
  - котлов-утилизаторов 284
  - паровых котлов 287
  - пожарная (см. Пожарная безопасность)
  - при подъемно-транспортных работах 303
  - путей эвакуации 476
  - разгрузки вагонов 241
  - складов хлора 300, 301
  - сосудов, работающих под давлением 284
  - теплообменников 284
  - транспортных устройств 303 сл.
  - трубопроводов 330, 331
- Белл и децибелл 98
- Бета-лучи 106
- Блокировка автоматическая 322
- Бочки 298
- Брандмауэры 468
- Бытовые помещения 126
- Вентиляционные устройства, защита от коррозии 272
  - — проверка и испытание 197, 198
- Вентиляция, аварийная 196
  - выбор системы 189 сл.
  - естественная 193
  - искусственная или механическая 194
  - классификация 189
  - местная 190
  - общеобменная 193
  - расчет 189
  - схема вентиляции зала картоноделательной машины 202
  - Вещества, горючие 408
  - огнегасительные жидкие 461
  - — твердые 459
  - предотвращающие горение 472
  - радиоактивные 107
  - токсические 51, 52
  - токсические, проникновение в организм 52
  - Взрыв (ы), газо- и паровоздушных смесей 393
    - методы предупреждения 235
    - пределы 393
    - пылей и пылевоздушных смесей 394, 395
    - — зависимость интенсивности от влажности и концентрации 394
  - Вибрации 103
  - Виброграф ВР-1 105
  - Виброизоляция, центрифуг 212, 216
    - центробежного вентилятора 212
    - цилиндрической мельницы 211
    - вибрационный сортировки Иенсена-Линдгрена 216, 217
  - Вода (ы), бытовые 72
    - — очистка 167
    - для тушения пожаров 444
    - производственные, загрязненные, сточные 70
    - — очистка 167 сл.
    - — расчет содержания примесей 179 сл.
  - Водопроводы противопожарные 442
  - Водоснабжение, производственное и хозяйственно-питьевое 134
    - противопожарное 440
  - Воспламеняемость, определение 395

- Воздух, отсос из реакционных аппаратов и сборников двуокиси хлора 238  
 Воспламенение 392  
 Вредность производственной пыли 62  
 Выбросы промышленные, очистка (см. Очистка промышленных выбросов)  
 Газ (ы), выбрасываемые в атмосферу 64  
 — рассеивание 160  
 — дурнопахнущие 57  
 — зависимость хемосорбции серасодержащих газов от скорости в турбулентном аппарате 144, 145  
 — инертные 239  
 — методы определения концентрации 77  
 — предельно допустимые концентрации 83, 480 сл.  
 — тушение 457  
 Газоанализатор типа ПГФ 80  
 — — УГ—1 78  
 Газоопределитель окиси углерода 79  
 Газоспасательное дело 349  
 Гамма-лучи 107  
 Генеральный план предприятия 121  
 Герметичность, виды прокладок 276  
 — — уплотнений 278  
 — — фланцевых соединений 277  
 — оборудования 275  
 — расчет уплотнения 275  
 — степень 275  
 — удельные давления на прокладку 277  
 Герметичные соединения 277, 278  
 Гигиена производственная 121  
 Гидранты (водоразборные колонки) 445  
 Горение, виды 391  
 — газо- и паровоздушных смесей 933  
 — продукты сгорания 391  
 — пылей и пылевоздушных смесей 394  
 — твердых веществ 392  
 — теория 391  
 — теплота и температура 392  
 Госгортехнадзор 25  
 Государственная санитарная инспекция 25  
 Грозазащита 474  
 Громкость звука 98  
 Грузы опасные, перевозка 300  
 Двери противопожарные 467  
 Дерматиты 57  
 Дефектоскоп (ы) рентгеновские 273  
 — ультразвуковой импульсный 274  
 Дефектоскопия 273  
 Дефлекторы 193  
 Децибелы 98  
 Дистанционное управление 260—262  
 Дозиметр карманный 108  
 Дозы облучения, предельно допустимые 107  
 Дороги, устройство 124  
 Дренчер 448  
 Дурнопахнущие газы и конденсаты 67, 68  
 Дыхание искусственное 365  
 Душ воздушный 192  
 Жаропрочность 271  
 Жидкости, горючие 425  
 — легковоспламеняющиеся 425  
 Заболевания профессиональные 10  
 Завесы воздушные 192  
 Заземление защитное 376  
 Заземлитель трубчатый 376  
 Зануление защитное 377  
 Затворы, гидравлические канализационной сети 186  
 — жидкостные 186  
 Защита, автоматическая 262  
 — оборудования виброизоляционная 216  
 — от молнии 474  
 — — радиоактивных излучений 217  
 — — — — номограммы 219, 220  
 Защитные устройства (см. Устройства защитные)  
 Звук, громкость 98, 99  
 Здания, классификация по огнестойкости 406  
 — производственные 125  
 — — конструкции 406  
 — — планировка 121  
 — размеры помещений 121  
 — санитарно-технические условия 121  
 Зон (ы) для отсоса воздуха 190  
 Зоны  
 — противопожарные 470  
 — санитарные 122  
 Извещатели автоматические 463—466  
 Излучения радиоактивные, общие меры защиты 106, 217  
 Изоляция электроустановок 374  
 Импульс (ы) воспламенения 392  
 — — меры, исключающие возможность образования 392  
 — — смеси газов или паров 393  
 — — твердых горючих веществ 394  
 Инвентарь пожарно-технический 440  
 Индикатор (ы) для определения  $H_2S$  в воздухе 76, 78  
 Инструктирование рабочих по охране труда, технике безопасности и промсанитарии 36  
 Искра, воспламеняющая способность 393  
 Искусственное дыхание 365

Камера  
 — пенная, универсальная 456  
 Канализационные системы 169, 187  
 Канализация 186 сл.  
 Кислород как окислитель 430  
 Клапан (ы), предохранительный 286  
 — противоразрывной 286  
 Классификация вентиляционных систем 189  
 — веществ 423  
 — — по способам хранения 423  
 — — — токсичности 56 сл.  
 — — — склонных к самовозгоранию 392  
 — горючих жидкостей по степени пожарной опасности 426  
 — зданий и сооружений 406  
 — — — — по защите от грозы 392  
 — — — — — степени огнестойкости 407  
 — паровых котлов 287  
 — производств 400  
 — — по пожарной опасности 401  
 — — санитарная 52  
 — производственных помещений по взрывоопасности при применении электрооборудования 403, 404  
 — пылей 63  
 — — по опасности воспламенения 395  
 — установок, аппаратов и сосудов, работающих под давлением 284  
 — шумов 99  
 — электрооборудования по степени пожарной опасности 403, 404  
 Кожух и ограждения подвесной ручной фрезы для дооковки балансов и балансиры пила 312, 314  
 Кольца уплотнительные 278  
 Комиссия по охране труда 29  
 Кониметры (пылемеры) 82  
 Контроль автоматический 263  
 Коррозии, виды 269  
 — водородная 269  
 — межкристаллитная 269  
 — скорость 270  
 Котлы, паровые 287  
 — — арматура 288  
 — — безопасность работы 289  
 — — давление при гидравлических испытаниях 292  
 — — жесткость питательной воды 287  
 — — классификация 287  
 — — обслуживание и регистрация 292  
 — — освидетельствование 290, 291  
 Коэффициент естественной освещенности 109  
 — тяжести 45  
 — частоты 45  
 Кюри 107

Лабиринтные уплотнения 278

Лампы контрольные  
 Лестницы и лестничные клетки 254, 477  
 Люкс 109  
 Люксметр (ы), ГОИ 111  
 — объективные 112  
 Люмен 109

Маркировка 329 сл.  
 Материалы, несгораемые, определенные 406  
 — сгораемые, определение 406  
 — трудносгораемые, определение 406  
 Машины пожарные 442  
 Метеорологические условия, нормальные 73  
 Метод (ы) определения концентрации газов, паров и пыли в рабочих помещениях 76 сл.  
 — предупреждения несчастных случаев и профзаболеваний 119, 120  
 — предупреждения пожаров и взрывов 387, 393  
 Механизация, комплексная 239  
 — производственных процессов 240 сл.  
 Механизмы подъемные 303 сл.  
 Молниеотвод (ы) 474  
 Молниеприемники 474  
 Молнии, проявления 473

Набивки сальниковые 276  
 Наклеп 273  
 Несчастные случаи (см. Травматизм производственный)  
 Нормы, правила и инструкции по технике безопасности и промышленности 18

Облучение, предельно допустимые дозы 107  
 Оборудование, испытание на герметичность 275  
 — коррозионностойкое 271, 272  
 — обслуживание 249  
 — пожарное 440  
 — ремонт 282 сл.  
 — санитарно-техническое 189 сл.  
 — технологическое, пороки материалов и деталей 273  
 — эксплуатация 248  
 Огнезащита сгораемых материалов и конструкций 472, 473  
 Огнепреградители 415, 426  
 Огнестойкость, зависимость от этажности, площади и категории производства, пределы 406, 469  
 Огнетушитель пенный ОП-3 455



- Огнетушитель пенный ОП-5 455
- углекислотный 457, 458
- Ограждения механические для защиты от электрического тока 369
- Ограничитель высоты подъема 325
- Одежда защитная 334
- Ожоги химические 51
- Окислители, вызывающие воспламенение при смешении с ними органических веществ 391
- Окна противопожарные 467
- Органы надзора по охране труда 24
- Освещение аварийное 224
  - естественное 110
  - искусственное 111
  - комбинированное 111
  - люминесцентное 224
  - местное 111
  - общее 111
  - производственных помещений 225
  - санитарные нормы 223, 110
- Освещенность, единицы измерения 109
  - при искусственном источнике света 109
- Отвалы 188
- Отопление 132
- Отравления профессиональные 10
  - — — — — доврачебная помощь 52 сл.
  - — — — — предупреждение 130
  - — — — — хронические и острые 10
- Отсосы бортовые 191
- Отходы твердые 188
- Охрана труда в СССР 13
  - — — — — ассигнования 37
  - — — — — инструктирование рабочих 36
  - — — — — на предприятиях 15
  - — — — — основные положения 14
- Очистка от пыли 132
  - от дурнопахнущих газов и конденсатов 140 сл.
  - — — — — выбор метода улавливания 137
  - — — — — типы улавливающих устройств 139 сл.
  - — — — — промышленных выбросов 136
  - — — — — методы 137 сл.
  - — — — — абсорбционный 137
  - — — — — конденсации 137
  - сточных вод 167 сл.
  - — — — — биологическая 171
  - — — — — локальная 169
  - — — — — методы 169
  - — — — — тонкая 171
- Очки защитные 349
- Пал 104
- Пар (ы) водяной
  - — — — — методы определения концентрации 87 сл.
- Пена (ы) воздушно-механическая 457
  - огнегасительная 455
  - химическая 456
- Пеногенератор типа ПГ-5-ОМ 456
- Перчатки диэлектрические 385
- Подъемные механизмы 303
  - — — — — освидетельствование 305
- Пожарная безопасность 399
  - — — — — на лесных биржах 411
  - — — — — средства, предусматриваемые генеральным планом 387
  - — — — — условия 387
  - — — — — охрана, организация 389
  - — — — — профилактика (см. Профилактика пожарная)
  - — — — — сигнализация и связь 462 сл.
- Пожарное оборудование (см. Оборудование пожарное)
- Пожар (ы)
  - основы профилактики 387
  - предотвращение распространения 387
  - — — — — средства и методы тушения 440 сл.
  - — — — — тушение 440 сл.
- Пожарный надзор ведомственный 388
  - — — — — государственный 388
- Покрытие легкосбрасываемое 471
- Ползучесть (крип) 273
- Полы взрывоопасных помещений 471
- Помещения бытовые 126
- Поражения радиационные местные 107
  - — — — — общие 107
  - — — — — электрическим током, местные 360
  - — — — — общие 360
- Пороки материалов и деталей оборудования 273
  - — — — — способы обнаружения 273
  - — — — — люминесцентный и цветовой 273
  - — — — — ультразвуковой 274
- Правила и нормы техники безопасности и промсанитарии для проектирования строительства и эксплуатации производств целлюлозно-бумажной промышленности 18
- Предел (ы) взрыва, определение взрываемости 393
- Предел (ы) огнестойкости, определение прочности 406
  - — — — — зависимость от температуры 406
- Предельно-допустимые концентрации ядовитых газов, паров и пыли в воздухе 83, 480 сл.
- Прибор (ы) дозиметрические 108
  - для измерения шума и вибраций 100, 105
  - — — — — температуры вспышки 393
- Приемники закрытые 190
- Приспособление для безопасной затяжки болтов 256

- Производственный травматизм, профессиональные отравления и заболевания 9, 10
- Прокладки 276
- Проницаемость коррозионная 269
- Противогазы изолирующие 342
- промышленные фильтрующие 341
- — номенклатура 341
- шланговые 342
- Противопожарные зоны 470
- окна 467
- преграды 468
- разрывы 475
- Профессиональные заболевания 51
- — анализ причин 51
- — предупреждение 130
- — профилактика 130
- — средства индивидуальной защиты 333 сл.
- Профессиональные отравления 51
- — предупреждение 51
- Профилактика пожарная 387
- Процесс (ы) непрерывные 228
- — преимущества 228
- периодические 227
- технологический (см. Технологический процесс)
- Прочность механическая 265
- Пункты газоспасательные 349
- Пылевоздушные смеси, концентрационные пределы взрыва 394
- Пылемер 82
- Пылеуловители (см. Установки пылеулавливающие)
- Пыль (и),
- выбрасываемая в атмосферу, рас-  
сеивание 65, 160
- классификация 63
- методы определения концентрации 81
- — — — стандартный весовой 81
- — — — фотоэлектрический 81
- — — — электрический 81
- предельно-допустимая концентрация 83, 84
- производственная вредность 64
- Радиоактивность, единицы измерения 106
- определение 107
- Радиоактивные вещества 106
- — безопасные условия работы 217
- — свойства 106
- — удаление отходов 188
- Радиоактивные излучения 106
- — активность 106
- — единицы измерения 106
- — меры защиты 217
- Разрывы противопожарные 475
- Раковина усадочная 273
- Режим технологический (см. Технологический режим)
- Резервуары для легковоспламеняющихся жидкостей 426
- Резерфорд 106
- Ремонт оборудования 282
- планово-предупредительный 282
- приспособление для безопасной затяжки болтов 256
- работа внутри аппаратов 282
- Рентген 106
- Респираторы 341
- Ржавчина 273
- Рубильник, заблокированный с защитным кожухом 371
- Рукавицы диэлектрические 385
- Рыхлость ликвационная 273
- Сальник 278
- Самовозгорание 392
- Самовоспламенение, зависимость от состава и структуры вещества 392
- Санитарные условия для предприятий 121
- Свет, единицы измерения силы 109
- Светильник (и), взрывобезопасные 223
- — повышенной надежности 224
- Световой поток, единицы измерения 109
- Сигнализация аварийная 326
- пожарная 464
- предупредительная 326
- технологическая 264
- Склады баллонов со сжатыми и сжиженными газами 293
- безопасность 294
- ископаемых углей 434
- карбидов 428
- кислот, 430, 431
- легковоспламеняющихся и горючих жидкостей 427
- Сосуды, работающие под давлением 284
- классификация 284
- контрольные приборы 285
- освидетельствование 290
- оценка качества швов 273
- предохранительные приспособления 286 сл.
- стационарные 284
- Сотрясения 101
- Спринклер 448
- Средства индивидуальной защиты 333
- Статическое электричество (см. Электричество статическое)
- Ствол воздушно-пенный 457
- Степень герметичности 275
- Стильб 109

Стойкость коррозионная 269  
Сульфиды железа 429, 430

Температура вспышки 393  
— самовоспламенения 391  
— эквивалентно-эффективная 92  
Терморегуляция 74  
Технологический процесс, выбор аппаратов 228  
— — — способа производства и схем 227  
— — механизация 239  
— — основы безопасной организации 227  
— режим  
— окисления черных шлаков 231  
— — диметил-сульфида 233  
— — синтетической соляной кислоты 237  
— — производства двуокиси хлора 237  
Токсикология промышленная 51  
Токсичность веществ 51  
— — классификация 51  
Травматизм, анализ причин 41  
— глаз, предупреждение 349  
— производственный 41  
— — причины 41 сл.  
— расследование и учет 41, 42  
Трубы дымовые, расчет высоты 161  
Тушение пожаров 440 сл.

Уплотнения бессальниковые 276  
— движущихся деталей 278  
— сальниковые 278  
Установка (и) автоматическая углекислотная 459  
— — непрерывного растворения едкого натра 229  
— дренчерная 453  
— душирующая 192  
— огнегасительные 460  
— пылеулавливающие 158  
— работающие под давлением 284  
— спринклерная 448 сл.  
Устройства защитные  
— блокировочные 322  
— — с использованием радиоактивных веществ 323  
— — — — фотоэлементов 322  
— — электрические 325  
— — механические 322  
Устройство производственных зданий и сооружений 121

Флоконы 273  
Фон 98  
Фонари вытяжные незадуваемые 193  
Фонометр 98  
Фот 109

Хладноломкость 273  
Хлорная известь 60  
Хранилища для легковоспламеняющихся жидкостей 425  
Хрупкость каустическая 273  
— стальных деталей 273

Шкала коррозионной стойкости 269  
Шкаф вытяжной для работы с радиоактивными изотопами 218  
— для хранения изотопов 221  
Штанги изолирующие 381  
Шум (ы), борьба 204  
— единицы измерения 98  
— приборы для измерения 100

Экраны 133  
Эксплуатация оборудования 282  
Электрический ток, безопасные напряжения 367  
— — действие на человека 360  
— — замыкание и размыкание 371  
— — оказание помощи при поражении 364  
— — схемы возможных включений человека в электрическую сеть 362  
Электричество статическое 380  
— — защита эстакады и железнодорожных путей 380  
— — меры защиты 380  
— — образование на бумажном полотне 378  
— — условия скопления зарядов 380  
Электробезопасность, индивидуальные защитные средства 380  
— меры 366  
Электрозакщитные средства, осмотр и испытание 385  
Электрооборудование во взрывоопасных помещениях 369  
— — — — виды 368  
— — классификация по степени пожарной опасности 403  
— — пожароопасных помещений 400

Яркость света, единицы измерения 109

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5
Предмет техники безопасности и противопожарной техники. . .	5
Значение техники безопасности и противопожарной техники и их взаимосвязь . . . . .	7
Роль инженерно-технических работников в обеспечении безопасности труда и сохранении материальных ценностей . . . .	8

### Часть первая

#### Основы техники безопасности

Глава 1. Условия труда в СССР и за рубежом . . . . .	9
Основные понятия об охране труда, травматизме, профзаболевании и профотравлении . . . . .	9
Производственный травматизм в условиях капиталистической промышленности . . . . .	10
Условия труда в царской России . . . . .	12
Охрана труда в СССР . . . . .	13
Глава 2. Организация охраны труда в СССР . . . . .	16
Законодательство по охране труда в дореволюционной России и в СССР . . . . .	16
Охрана труда женщин и подростков . . . . .	22
Органы государственного надзора по охране труда . . . . .	24
Ведомственный и общественный контроль за охраной труда . . .	28
Ответственность за нарушение законодательства об охране труда .	32
Техническое обучение и инструктирование рабочих по технике безопасности и промышленной санитарии . . . . .	35
Планирование мероприятий по охране труда . . . . .	37
Пропаганда техники безопасности и промышленной санитарии . .	39
Глава 3. Производственный травматизм и его изучение . . . . .	41
Расследование и учет несчастных случаев . . . . .	41
Методы изучения опасностей производства и травматизма . . . .	44
Анализ травматизма в целлюлозно-бумажной промышленности .	47
Глава 4. Профессиональные вредности, их исследования и измерения	51
Общее понятие о профессиональных вредностях . . . . .	51
Действие промышленных токсических веществ на организм человека и первая помощь . . . . .	51
Загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы промышленными выбросами . . . . .	64
Влияние метеорологических условий на организм человека . . . .	73
Исследование воздушной среды в цехах целлюлозно-бумажных предприятий . . . . .	75
Действие производственных шумов и вибраций на организм человека . . . . .	98
Ионизирующая радиация и измерение радиоактивных излучений	106
Основные светотехнические величины и исследование освещенности	109
Основные организационно-технические мероприятия, предупреждающие травматизм и профессиональные заболевания . . . . .	113



Глава 5. Санитарно-гигиенические требования к целлюлозно-бумажному предприятию . . . . .	121
Санитарные нормы проектирования предприятий и санитарные правила их содержания . . . . .	121
Генеральный план и требования к производственной территории . . . . .	121
Требования к производственным зданиям и бытовым помещениям . . . . .	125
Предупреждение профессиональных отравлений и заболеваний . . . . .	130
Производственное и хозяйственно-питьевое водоснабжение . . . . .	134
Очистка промышленных выбросов . . . . .	136
Очистка газовых выбросов . . . . .	137
Очистка сточных вод и требования к канализации . . . . .	167
Вентиляция и требования к ней . . . . .	189
Защита от шума и вибраций . . . . .	204
Защита от радиоактивных излучений . . . . .	217
Требования к освещению . . . . .	223
Глава 6. Основы безопасной организации технологических процессов . . . . .	227
Выбор способа производства и схемы технологического процесса . . . . .	227
Механизация тяжелых и вредных работ как средство обеспечения их безопасности . . . . .	239
Безопасная организация работ . . . . .	247
Автоматизация производственных процессов как средство обеспечения их безопасности . . . . .	257
Глава 7. Технический надзор за безопасностью оборудования . . . . .	265
Оценка конструкции оборудования с точки зрения техники безопасности . . . . .	265
Планово-предупредительный и текущий ремонт оборудования как средство предупреждения несчастных случаев . . . . .	282
Технический надзор для предупреждения несчастных случаев при эксплуатации агрегатов, работающих под давлением . . . . .	284
Безопасность баллонов, бочек и цистерн для сжатых газов . . . . .	293
Безопасность при эксплуатации подъемно-транспортных механизмов . . . . .	303
Глава 8. Оградительная техника, предохранительные приспособления и защитные устройства . . . . .	310
Понятие об ограждениях, предохранительных приспособлениях и устройствах . . . . .	310
Применение сигнализации и маркировки в качестве предохранительных средств . . . . .	326
Глава 9. Средства индивидуальной защиты на производстве . . . . .	333
Требования техники безопасности и промышленной санитарии к спецодежде и спецобуви . . . . .	334
Защита органов дыхания (фильтрующие и изолирующие приборы) . . . . .	341
Защита органов зрения, слуха, кожных покровов и защита от падения . . . . .	349
Глава 10. Электробезопасность . . . . .	360
Виды поражений электрическим током и действие его на организм человека . . . . .	360
Условия поражения электрическим током и оказание первой помощи . . . . .	362
Мероприятия, предупреждающие опасность поражения электрическим током . . . . .	366
Контроль защитного заземления и испытание диэлектрических защитных средств . . . . .	383

## Часть II

### Основы противопожарной техники

Глава 11. Пожарная профилактика в СССР и организация пожарной охраны на целлюлозно-бумажных предприятиях . . . . .	387
Общие сведения . . . . .	387

Основные принципы построения советской пожарной охраны . . .	388
Организация пожарной охраны на целлюлозно-бумажных предприятиях . . . . .	389
Г л а в а 12. Горение и взрывы . . . . .	391
Физико-химические основы горения . . . . .	391
Самовоспламенение и самовозгорание . . . . .	392
Температура вспышки и взрывы газозвоздушных смесей . . . . .	393
Взрывы пылевых смесей . . . . .	394
Исследование воспламеняемости и взрывоопасности . . . . .	395
Г л а в а 13. Меры пожарной безопасности в целлюлозно-бумажном производстве . . . . .	399
— Пожарная характеристика целлюлозно-бумажного производства и противопожарный режим . . . . .	399
Классификация производств по признаку пожарной опасности . . .	400
Классификация взрыво-пожароопасных помещений и наружных установок. Требования к электрооборудованию и электропроводке	403
Классификация строительных материалов и конструкции по возгораемости и зданий по степени их огнестойкости . . . . .	406
Пожарная характеристика древесины и противопожарные мероприятия на лесных биржах . . . . .	408
Пожарная характеристика и правила хранения химикатов, топлива, полуфабрикатов и готовой продукции . . . . .	423
Г л а в а 14. Средства пожаротушения и пожарная сигнализация на целлюлозно-бумажных предприятиях . . . . .	440
Первичные средства пожаротушения . . . . .	440
Противопожарное водоснабжение . . . . .	440
Спринклерные и дренчерные устройства . . . . .	446
Пожаротушение пенами . . . . .	455
Тушение пожаров паром . . . . .	457
Газовое тушение пожаров . . . . .	457
Пожарная связь и сигнализация . . . . .	462
Г л а в а 15. Инженерно-технические противопожарные мероприятия в целлюлозно-бумажной промышленности . . . . .	467
— Конструктивно-строительные противопожарные мероприятия . . .	467
— Расположение зданий и требования к планировке . . . . .	474
— Эвакуация людей из помещения . . . . .	476
Приложения 1—5 . . . . .	480
Литература . . . . .	495
Предметный указатель . . . . .	497

Автор *Владимир Федорович Максимов*

Редактор *Л. Я. Поплов*  
Редактор-издательства *Г. И. Сарматская*  
Технический редактор *В. М. Вдовина*  
Корректор *Г. К. Пигров*  
Переплет художника *Б. К. Шаповалова*

---

Т-11890. Сдано в производство 30/VI 1962 г.  
Подписано к печати 27/X 1962 г. Бумага  
60×90<sup>1/16</sup>. Печ. л. физ. 31,75. Уч.-изд. л. 33,48.  
Тираж 5.000. Издат. № 9/62. Цена 1 р. 17 к.  
переплет 15 к. Зак. 1023.  
Москва, Гослесбумиздат

---

Типография № 4 Ленсовнархоза.  
Ленинград, Социалистическая, 14.

**ГОСЛЕСБУМИЗДАТ ИМЕЕТ В НАЛИЧИИ  
СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:**

**Бушмелев В. А., Вольман Н. С.** Процессы, аппараты и оборудование целлюлозно-бумажного производства, ц. 90 коп.

**Ванченко П. Д.** Оборудование спичечного производства, его ремонт и монтаж, ц. 59 коп.

**Варламов А. Г.** Пособие обмуровщику, ц. 18 коп.

**Глезер Г.** Исследования по химической окорке и её применение в лесах ФРГ, ц. 32 коп.

**Даровский Б. С.** Производство картона, ц. 54 коп.

**Иванов С. Н.** Технология бумаги, ц. 1 р. 76 к.

**Джеймс П. Кейси.** Производство полуфабрикатов и бумаги, том I, книга I, ц. 1 р. 70 к.; книга II, ц. 2 р. 55 к.

**Джеймс П. Кейси.** Свойство бумаги и её переработка, том II, ц. 3 р. 49 к.

**Клупт Ф. Б.** Новые типы гранитоля на упрочненной бумажной основе, ц. 35 коп.

**Кузьминых И. Н., Бабушкина М. Д. и др.** Новая аппаратура для охлаждения и промывки сернистого газа, ц. 23 коп.

**Михайлов М. И., Ясинский Б. Н.** Перспективы развития лесохимической и гидролизной промышленности, ц. 18 коп.

**Непенин Н. Н.** Технология целлюлозы, том I, ц. 2 р. 08 к.

Проблемы развития целлюлозно-бумажной, гидролизной и лесохимической промышленности, ц. 1 р. 12 к.

**Пайю Е. П., Левенков Я. С.** Брак в производстве тонкой бумаги, ц. 11 коп.

**Пробер П. В.** Производство обоев и декоративных бумаг, ц. 1 р. 12 к.

**Рыбаков П. Г.** Наладка электроприводов бумагоделательных машин, ц. 12 коп.

**Цейтлин Л. И.** Древесноугольные брикеты, ц. 22 коп.

Заявки на литературу Гослесбумиздата направляйте по адресу: Москва, центр, ул. Кирова, 40а, торговому отделу.



# ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
129	14 снизу	5%-ной	5%	Автора
272	12 »	хлористый	хромистый	»
369	23 сверху	дезодорации скипи- дара	дезодорации скипидара	»
431	2 »	с серой	с серной	»
480—488	6 графа (головка), 3 строка сверху	в г/мл	в г/л	»

В. М. Максимов