

П.1
С.50

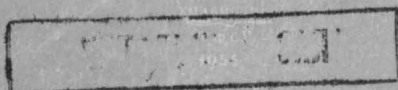
архив

В. М. СМЕРНОВ
М.В. АЛЕКСЕЕВ
П.Г. ДЕМИДОВ

ПОЖАРНАЯ
ПРОФИЛАКТИКА
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ
И ПЕРЕРАБОТКЕ
ГОРЮЧИХ ГАЗОВ
И ТВЕРДЫХ
ВЕЩЕСТВ



МИНИСТЕРСТВО
ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СССР



622-327
С. 50 .
П. 1

В. М. СМЕРНОВ,
М. В. АЛЕКСЕЕВ, П. Г. ДЕМИДОВ

Проверено

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ
ГОРЮЧИХ ГАЗОВ
И ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

17945
Экз. 17945



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва—1955

17945

В книге рассматриваются пожарная опасность и пожарно-профилактические мероприятия при получении, переработке и хранении горючих газов, твердых горючих веществ и металлов.

Предназначена в качестве пособия для начальствующего состава пожарной охраны, инженерно-технического персонала промышленных предприятий, а также слушателей пожарно-технических учебных заведений.

В. М. Смирнов, М. В. Алексеев, П. Г. Демидов.

*Пожарная профилактика при получении и переработке
горючих газов и твердых веществ*

Редактор В. А. Пчелинцев

Редактор издательства Е. Б. Винокурова

Переплет художника Г. В. Лаврухина

Техн. редактор А. Д. Коняшина

Корректоры Т. И. Звороно, Г. Л. Новаковский

Сдано в набор 17/V 1955 г.

Подписано к печати 11/VIII 1955 г.

Л124246.

Формат бумаги 60 × 92¹/₁₆.

Печ. л. 15³/₈.

Уч-изд. л. 17,0.

Тираж 10 000.

Изд. № 1982.

Заказ 2014.

Типография изд-ва Министерства коммунального хозяйства РСФСР,
г. Перово, ул. Плущева, 22.

Основная задача пожарной охраны Советского Союза — беречь социалистическую собственность от огня. Борьба с пожарами заключается прежде всего в осуществлении широкой системы пожарно-профилактических мероприятий.

Разработка действенных и экономически целесообразных профилактических мероприятий возможна только в результате тщательного изучения условий и причин возникновения пожаров, а также обобщение опыта их предупреждения.

В настоящей книге освещаются причины возникновения пожаров на предприятиях, связанных с получением горючих газов, переработкой твердых горючих веществ и их хранением. Главное место в книге отведено мероприятиям, направленным на предупреждение ожаров.

Здесь не освещаются пожарная опасность производственных процессов, связанных с получением и переработкой огнеопасных жидкостей, так как эти вопросы изложены в книге М. В. Алексеева В. М. Смирнова «Пожарная профилактика в технологических процессах, связанных с обращением горючих и легковоспламеняющихся жидкостей».

Таким образом, эта книга является продолжением указанной выше работы.

Главы I—VI и XIV—XXIII написаны В. М. Смирновым, главы IX—XI—П. Г. Демидовым, главы XII—XIII — М. В. Алексеевым.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ХРАНЕНИИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

Технические горючие газы — искусственные и естественные — широко применяются в промышленности и в быту. Их используют для отопления, сварки и резки металлов, работы автотранспорта, получения различных химических продуктов (гидрогенизация жиров и твердого топлива, синтез аммиака, производство синтетического каучука) и т. д.

Наибольшее распространение среди технических газов имеют водород, ацетилен, кислород, а также генераторный, коксовый, доменный, водяной и природный газы.

Основные методы получения технических газов — газификация твердого топлива, сухая перегонка (коксование и полукоксование), химическое взаимодействие веществ, синтез и электролиз. Значительное количество газов получают в виде побочных продуктов при переработке и производстве искусственных твердых и жидких веществ (доменный газ, крекинг-газы, газы процессов пиролиза нефти, гидрогенизации, синтеза жидкого топлива, синтеза каучука и др.).

В любом технологическом процессе получения газов участвуют:

- газогенераторная станция или иная установка, производящая газ;
- газоочистные устройства;
- газопроводы;
- хранилища (газгольдеры).

Глава I

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ГОРЮЧИХ ГЕНЕРАТОРНЫХ ГАЗОВ

Общие сведения

К генераторным газам в широком смысле слова относятся газы, получаемые в специальных установках путем газификации твердого топлива (воздушный, водяной, смешанный газы) или

химического взаимодействия различных веществ (водород и ацетилен).

Установки для получения газов значительно отличаются друг от друга по устройству и принципу действия. Они делятся на: газогенераторы воздушного, смешанного и водяного газов; водородные генераторы (печи) и ацетиленовые генераторы.

В данной главе рассматриваются только газогенераторы. В этих установках газ получается, в основном, путем превращения твердого топлива в газообразное. Такое превращение целесообразно потому, что газообразное топливо сгорает быстрее и полнее, чем твердое, дает больший тепловой эффект и более высокий коэффициент полезного действия. Сырьем для газификации служат каменный и бурый уголь, антрацит, торф, сланец, брикеты, кокс, дрова и древесная щепа.

В последние годы в СССР создано несколько новых совершенных методов газификации. К ним относятся: газификация на парокислородном дутье с жидким шлакоудалением, газификация на парокислородном дутье под высоким давлением, газификация пылевидного и мелкозернистого топлива во «взвешенном слое», в «кипящем слое» и т. д.

Устройство и работа газогенераторов

Газогенератор (рис. 1) представляет собой вертикальную шахту 1 из листовой стали, футерованную изнутри огнеупорным кирпичом. В современных газогенераторах шахта выполнена в виде кожуха 2, охлаждаемого водой. Через механический питатель 3 в шахту загружается топливо слоем до 2 м, которое располагается на колосниковой решетке 5. Под решетку по трубопроводу 6 подается воздух, паровоздушная смесь или пар, в зависимости от вида получаемого газа.

Снизу генератора, через зольниковую чашу 7, удаляются шлак и зола, а сверху, через боковое отверстие 8, отводится получающийся газ.

Шахта опирается на четыре металлические колонны и снизу заканчивается фартуком 9, который погружен в воду, находящуюся в чаше 7, и образует таким образом гидравлический затвор. Поддон чаши установлен на подвижных опорах или роликах.

Чаша и колосниковая решетка, прикрепленная к ней, вращаются вокруг оси шахты. При вращении колосников шлак опускается вниз и отжимается к бортам чаши, откуда он удаляется лемехом, прикрепленным к фартуку шахты.

Вращающийся поддон чаши связан с неподвижным поддувалом через нижний гидравлический затвор 10. Он состоит из фартука, укрепленного ко дну чаши, и наполняемого водой

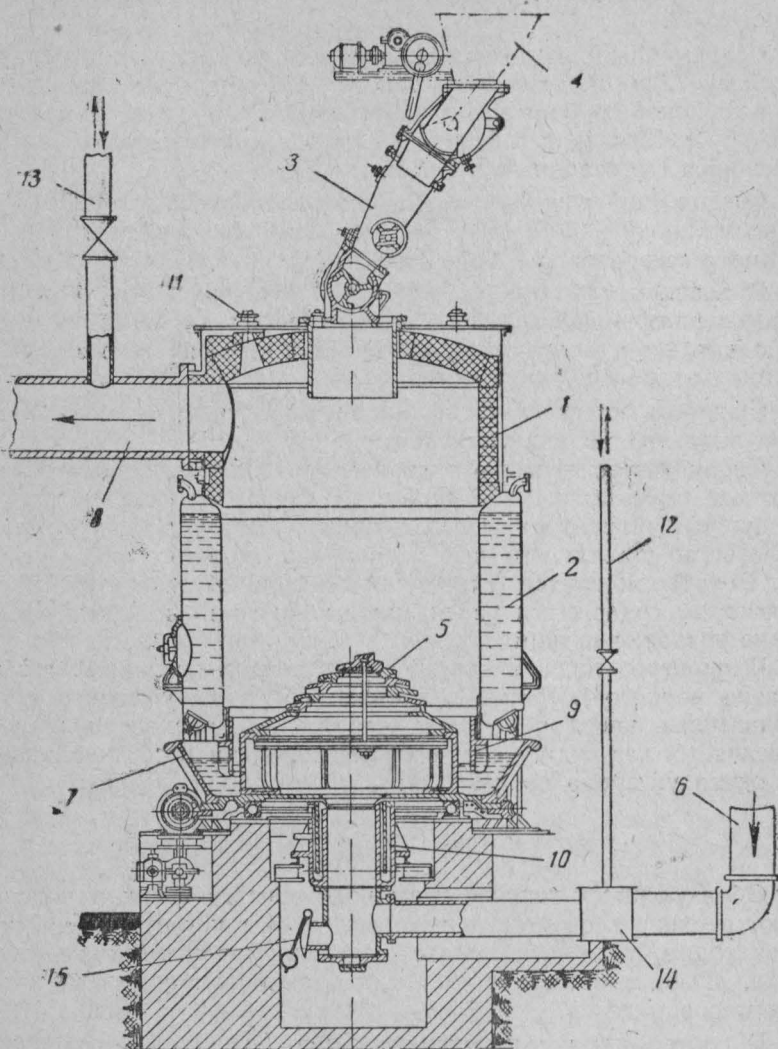


Рис. 1. Разрез газогенератора:

1 — шахта газогенератора; 2 — кожух, охлаждаемый водой; 3 — механический питатель; 4 — бункер с топливом; 5 — колосниковая решетка; 6 — трубопровод подачи дутья; 7 — зольниковая чаша; 8 — отвод получаемого газа; 9 — фартук шахты; 10 — нижний гидравлический затвор; 11 — шуровочные отверстия; 12, 13 — продувочные трубы; 14 — обратный клапан; 15 — предохранительный клапан.

кольцевого пространства, заделанного в стенки дутьевой трубки. Сверху шахта заканчивается сводом, прикрытым металлическим кожухом (крышкой). На крышке располагаются шуровочные отверстия 11.

Современные газогенераторы оборудуются продувочными трубами 12 и 13, газоотводящей трубой, обратным клапаном 14 на воздушной трубе и предохранительным клапаном 22 на дутьевой трубе. Воздух в генератор подается вентилятором, а образующийся газ отводится в коллектор.

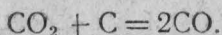
Средняя производительность генераторов—3600—4600 м³/час, максимальная — 6000—7500 м³/час. Наиболее распространенный диаметр генераторов — 2,6—3 м.

В зависимости от особенностей колосникового устройства газогенераторы делятся на четыре группы: бесколосниковые, с неподвижными колосниками, с вращающимися колосниками и полностью механизированные.

Сущность процесса газификации и получения генераторного газа заключается в следующем.

Снизу газогенератора к горящему топливу подводится воздух или смесь воздуха с паром. В первом случае получается воздушный генераторный газ, который содержит незначительное количество углекислого газа и водорода, но много окиси углерода. Во втором случае получается смешанный генераторный газ, в котором содержится увеличенное количество водорода (вследствие разложения пара).

В процессе горения топлива выделяются различные газы, а в зоне полного горения,— главным образом, углекислый газ. Поднимаясь вверх и проходя через слой раскаленного угля, углекислый газ отдает ему атом кислорода и восстанавливается до окиси углерода по реакции:



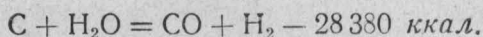
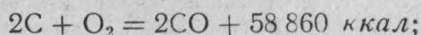
Образующиеся горячие газы поднимаются вверх и подсушивают верхние слои угля, в которых за счет нагревания частично происходит сухая перегонка с выделением влаги, окислов углерода, углеводородов, метана, азота, аммиака, водорода и других паров и газов.

В соответствии с изменениями, происходящими с топливом, в газогенераторе различают пять зон (снизу вверх):

- 1) зона золы — частичный подогрев поступающего воздуха;
- 2) зона горения ($\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$; $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$; $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$);
- 3) зона восстановления или реакционная зона ($\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$);
- 4) зона сухой перегонки;
- 5) зона подсушки.

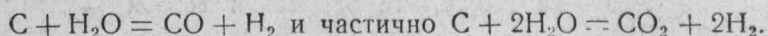
Зоны горения и восстановления вместе называют также зоной газификации, а зоны сухой перегонки и подсушки — зоной подготовки топлива.

При получении смешанного генераторного газа в зоне газификации протекают одновременно две основные реакции:



Температура в зоне газификации колеблется в пределах 1000—1300° С.

Для получения в генераторе водяного газа через раскаленный слой угля, антрацита или кокса пропускают водяной пар. Процесс протекает в два периода. Сначала через генератор продувают воздух (период или фаза горячего дутья). При этом генератор разогревается благодаря сгоранию топлива до 1000° С. Затем под колосники пускают пар (фаза холодного дутья). В результате взаимодействия водяного пара с углеродом происходят реакции восстановления воды в водород и окисления углерода в окись углерода:



Совокупность двух фаз составляет полный рабочий цикл процесса получения водяного газа.

Продукты горячего дутья в основном состоят из негорючих компонентов и выпускаются в атмосферу. Продукты холодного дутья по существу представляют собой водяной газ, в который входят водород (49%), окись углерода (40%), углекислый газ (6%), азот (3%), метан (2%).

Полученный газ направляется в скрубберы, где он промывается и подвергается механической очистке. Затем газ поступает на дальнейшую химическую очистку (при необходимости) и на хранение или направляется к месту потребления.

Пожарная опасность газогенераторных установок

Пожарная опасность газогенераторов обуславливается возможностью образования взрывоопасных газозвудушных смесей как в самих аппаратах, так и в производственных помещениях.

Рассмотрим основные причины образования взрывоопасных смесей в аппаратах, трубопроводах и производственных помещениях.

При пуске установки воздух, находящийся в аппаратах и газопроводах, часто вытесняют получаемым здесь же газом, без предварительной продувки системы паром или негорючими газами. При этом первые порции газа смешиваются с воздухом,

находящимся в аппаратах, и в течение какого-то периода времени образуют взрывоопасную смесь.

Продолжительность этого периода зависит от пределов взрываемости газовой смеси и скорости продувки. Чем больше промежуток взрывоопасности и меньше скорость продувки или истечения газа, тем дольше будет выходить из системы взрывоопасная смесь.

Возможность взрыва при включении генератора в газовую сеть подтверждается практикой. Например, на одном из стекольных заводов в 1936 г. произошел взрыв двух скрубберов в момент включения газогенераторов в газовую сеть.

Взрывоопасные концентрации могут образоваться в результате проникновения воздуха в систему, находящуюся под разрежением. Разрежение вызывается различными причинами. Так, установка работает под разрежением, когда газ из газогенератора отсасывается центробежным вентилятором или дымовой трубой; при этом вся система до вентилятора находится под разрежением, а после вентилятора — под давлением.

В газопроводах, скрубберах и других аппаратах разрежение может образоваться после остановки станции или выключения их из системы — в результате остывания газа и конденсации водяных паров.

Образование взрывоопасных концентраций возможно также в дутьевой камере или воздушной системе газогенератора, куда при падении давления может проникнуть газ из установки. Это происходит вследствие различных причин. Например, при внезапной остановке вентилятора, подающего воздух, если отсутствует или неисправен обратный клапан, часть газа из генератора будет передавливаться в дутьевую камеру и в воздухопровод, так как давление газа в генераторе при этом будет превышать давление воздуха в дутьевой камере. Образовавшаяся в воздухопроводе горючая смесь может воспламениться от высокой температуры самого газа. Кроме того, при пуске вентилятора горючая смесь вдувается в газогенератор и входит в соприкосновение с раскаленным топливом, а это приводит к ее воспламенению и взрыву.

При обрыве газовых клапанов, завале обмуровки или сажи уменьшается сечение газопроводов. Вследствие выделения из топлива летучих продуктов, после выключения дутья газогенератора давление в системе повышается и газ проникает в дутьевую камеру, образуя с воздухом взрывоопасную смесь.

Горючая среда появляется иногда и внутри самого газогенератора. Например, если имеется группа газогенераторов, часть из которых не работает, то в них может просачиваться газ из общего газового коллектора. Это происходит при негерметическом отключении неработающих генераторов от системы.

В загрузочной коробке генераторов взрывоопасная среда образуется, если туда одновременно проникают газ и воздух

(при загрузке топливом). Появление взрывоопасной среды в загрузочных бункерах возможно в результате просачивания в них газа через течку или механический питатель.

В помещении газогенераторных установок газ может проникнуть через неплотности загрузочной коробки бункера, механического питателя или течки, через шуровочные отверстия, гидравлические затворы генераторов, скрубберов и других аппаратов, а также через неплотности соединений газовых линий, компрессоров, задвижек и т. п.

Утечка газа через неплотности соединений происходит всегда, но при наличии вентиляции количество проникающего в помещение газа недостаточно для образования взрывоопасных концентраций.

Через загрузочные приспособления и шуровочные отверстия газ просачивается в относительно больших количествах при отсутствии противодутья паром и контрольных факелов, предназначенных для зажигания утекающего газа при загрузке генераторов.

Непрерывная утечка газа при недостаточной вентиляции может привести к образованию взрывоопасных концентраций в верхних зонах помещения, у питателей и т. п.

Значительно опаснее прорыв газа через гидравлические затворы газогенераторов, скрубберов и других аппаратов при недостаточном уровне в них воды или при повышении давления в системе. Подобные случаи отмечены на практике. Например, на аммиачном заводе в газогенераторном отделении, вследствие недостаточного уровня воды в гидравлическом затворе, газ прорвался в помещение и образовал взрывоопасную смесь с воздухом. От действия открытого огня сварочных аппаратов смесь взорвалась.

В другом случае газ прорвался через гидравлический затвор рекуператора вследствие того, что не открылся клапан нижнего газа при переходе на верхнее дутье. Пока открывали дымовую трубу, повысилось давление в системе, и газ проник в помещение. При соприкосновении с воздухом он самовоспламенился, так как имел температуру около 650°C .

Горючей средой является также топливная пыль, которая осаждается в местах перемещения и хранения топлива — в галереях транспортных устройств топливоподачи, в надбункерном помещении газогенераторной установки, в вентиляционной системе, отсасывающей пыль из помещений. Отложения горючей пыли, в случае ее воспламенения, способствуют распространению пожара.

Значительная опасность связана с ремонтом и чисткой газогенераторной установки и отдельных аппаратов.

Основными причинами взрывов, возможных при проведении ремонтных работ, являются:

- 1) недостаточная герметичность отключения ремонтируемого участка или аппарата от системы, заполненной газом;
- 2) недостаточная продувка негорючей средой аппарата или газопровода, отключенного на ремонт;
- 3) применение открытого огня и инструментов, могущих высечь искру при механических ударах.

Пожарно-профилактические мероприятия

Противопожарные мероприятия на газогенераторных установках заключаются в обеспечении строгого режима эксплуатации и исправного состояния всех аппаратов, коммуникаций, мест соединений, контрольно-сигнальных приборов и т. п. Перед пуском генераторов в работу все элементы станции подвергают холодным испытаниям. Газогенераторы, очистную аппаратуру, газопроводы, предохранительные клапаны, задвижки, места соединений и вентили испытывают на плотность и исправность действия; механизмы для подачи воздуха, топлива, пара, воды и контрольно-измерительную аппаратуру — на исправность работы; гидравлические затворы — на достаточность глубины.

Перед розжигом генератора, если он включается в сеть, уже заполненную газом, необходимо (см. рис. 1) проверить герметичность отключения аппарата от газового коллектора или скруббера.

Перед зажиганием дров генератор проветривают и продувают через трубу 13 для вытеснения газов, которые могли проникнуть в него из общего коллектора.

Когда анализ получаемого газа покажет содержание в нем кислорода не более 0,3—0,8%, газогенератор включают в сеть и закрывают задвижку на выхлопной трубе 13.

При пуске станции вновь, в целях вытеснения из аппаратов воздуха, следует продуть всю систему дымовыми газами. Для этого один из генераторов включают в сеть с самого начала розжига.

Получающиеся в начале дымовые газы нужно пропускать не в выхлопную трубу 13 на генераторе, а в газоочистную и газоотводящую систему и уже оттуда направлять в выхлопную трубу, расположенную в конце установки. При этом воздух из установки вытеснится дымом, а дым — газом, по мере его образования в генераторе. Первые порции газа при продувке удаляются в атмосферу.

При пуске станции в эксплуатацию продувку всей установки можно произвести паром, если продуть ее дымовыми газами не удается.

Газогенераторы имеют специальное оборудование, предотвращающее возможность образования взрывоопасных концентраций в воздушной системе.

В дутьевой камере или в воздушной трубе у камеры устанавливается обратный клапан 14, препятствующий проникновению газа в воздуховод в случае остановки вентилятора.

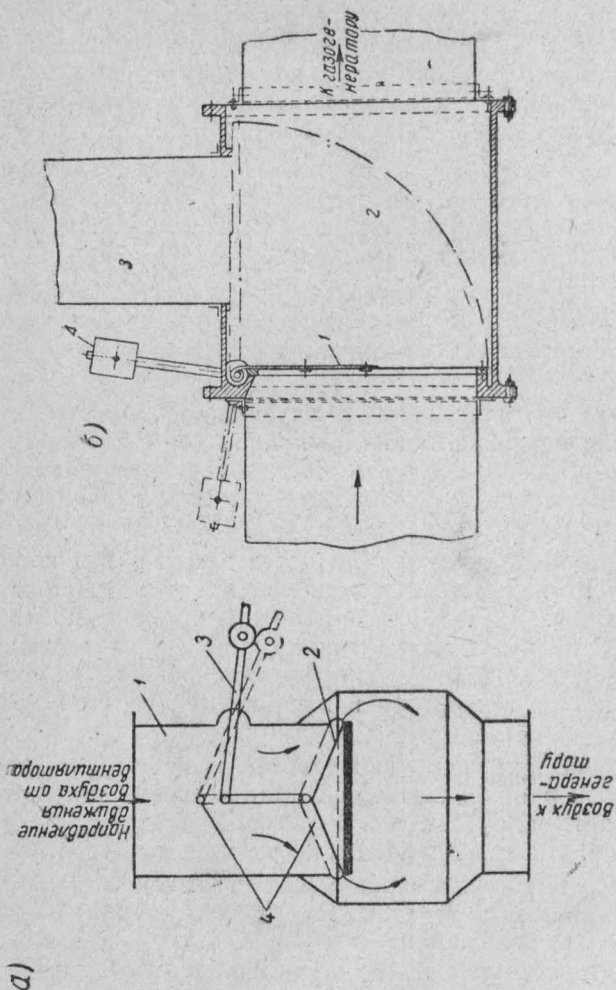


Рис. 2. Схема обратного клапана на воздуховоде:

- а — при вертикальном расположении: 1 — воздушная труба; 2 — клапан; 3 — рычаг с грузом; 4 — положение клапана при остановке вентилятора (пунктиром);
б — при горизонтальном расположении: 1 — клапан; 2 — коробка обратного клапана; 3 — вытяжная труба; 4 — противовес.

Обратный клапан (рис. 2) отключает воздушную линию при падении в ней давления ниже давления газа в генераторе и тем самым делает невозможным просачивание туда газа.

Газ может смешаться с воздухом только на участке от колосниковой решетки 5 до обратного клапана 14 (см. рис. 1). Этот участок наиболее опасен, так как он может всегда оказаться заполненным взрывоопасной смесью. Поэтому обратный

клапан целесообразно устанавливать как можно ближе к дутьевой камере.

Чтобы предотвратить разрушение воздушной системы в случае взрыва на этом участке, под колосниковой решеткой, на воздушной трубе, устанавливают предохранительный клапан 15. У газогенераторов с вращающейся колосниковой решеткой гидравлический затвор 10, связывающий воздушную трубу с решеткой, частично выполняет и функции предохранительного клапана.

Дутьевая камера или воздушная труба имеет также выпускную (продувочную) трубу 12, автоматически открывающуюся при остановке вентилятора. Это обеспечивает выпуск газа в атмосферу и исключает проникновение его в воздушную линию при негерметичности обратного клапана.

В процессе проектирования генераторов желательно предусматривать автоматическую сигнализацию об остановке вентилятора. Вентилятор следует устанавливать на одном валу с двигателем.

Перед пуском вентилятора воздушную линию продувают через трубу 12 или предохранительный клапан 15. Такая продувка необходима во избежание взрыва внутри генератора, так как в воздушной системе до пуска вентилятора могла образоваться взрывоопасная концентрация газа.

Чтобы предупредить утечку газа через загрузочную коробку в помещение в момент загрузки топлива, предусматривают паровое противодутье. В основу его положен принцип предварительной паровой продувки загрузочной коробки и последующего создания в ней парового буфера, предотвращающего проникновение газа из шахты генератора в коробку при всех операциях загрузки.

Приспособление для продувки состоит из верхней и нижней кольцевых трубок 5 с большим числом отверстий для направленного выхода пара. Кольцевые трубки соединяются с общим источником пара. На каждой патрубке имеется свой вентиль.

Перед загрузкой топлива нижний конус загрузочной коробки немного опускается и в верхнюю кольцевую трубку подается пар. При этом газ, находящийся в коробке, вытесняется обратно в шахту генератора. Затем конус поднимается при продолжающемся паровом дутье через верхнюю трубку. После этого пар подается в нижнюю кольцевую трубку. При одновременном действии верхнего и нижнего парового дутья открывается загрузочная крышка коробки, коробка загружается топливом и крышка снова закрывается. Затем открывается нижний конус и топливо падает в шахту генератора. Приспособление позволяет постоянно держать в загрузочной коробке пар и тем самым предотвращает выделение газа через неплотности верхней крышки.

При механических питателях (рис. 3, см. так же рис. 1) перед

подачей топлива продувке паром подвергают питатель 3 и бункер 4 для вытеснения из них проникшего газа.

Уровень воды в зольниковой чаше (верхний гидравлический затвор) должен равняться двухкратному давлению газа в генераторе.

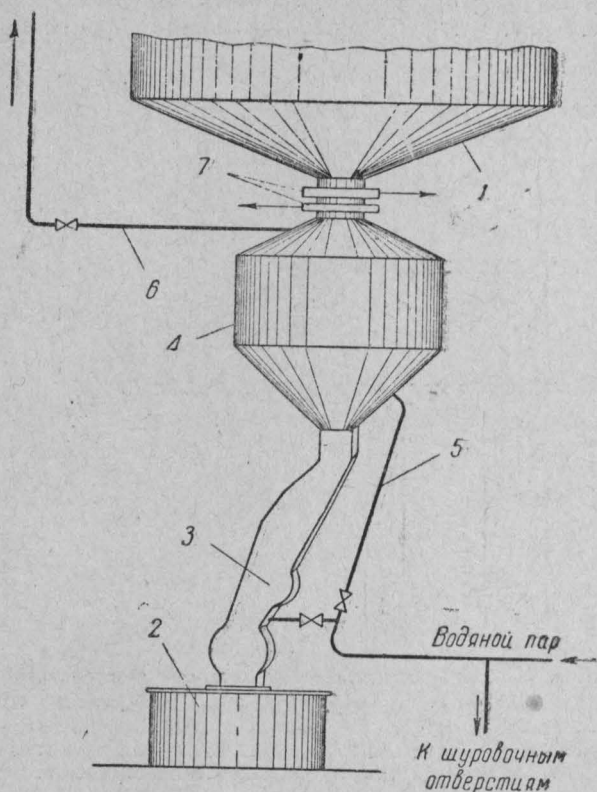


Рис. 3. Загрузочная коробка с системой продувки:

1 — бункер с топливом; 2 — загрузочная коробка; 3 — механический питатель; 4 — промежуточный бункер; 5 — трубопровод подачи пара; 6 — продувочная труба; 7 — задвижки.

Обычно глубину верхних и нижних гидравлических затворов h_1 (рис. 4) определяют по давлению под колосниками, которое при получении смешанного генераторного газа колеблется в пределах от 30—40 до 300—400 мм вод. ст., а при получении водяного газа может превысить 1500 мм вод. ст.

Во избежание выбивания через гидравлические затворы газа их глубину принимают на 100—150 мм выше указанной величины (h_2).

У генераторов, работающих с давлением дутья выше 500 мм, устраивают сухие затворы и предусматривают сухое шлакоудаление. Генераторы водяного газа всегда имеют сухое шлакоудаление.

Утечка газа в помещение во время поверхностной и глубокой шуровки предотвращается паровым противодутьем — паровым отбоем (рис. 5). В момент открывания шуровочного отвер-

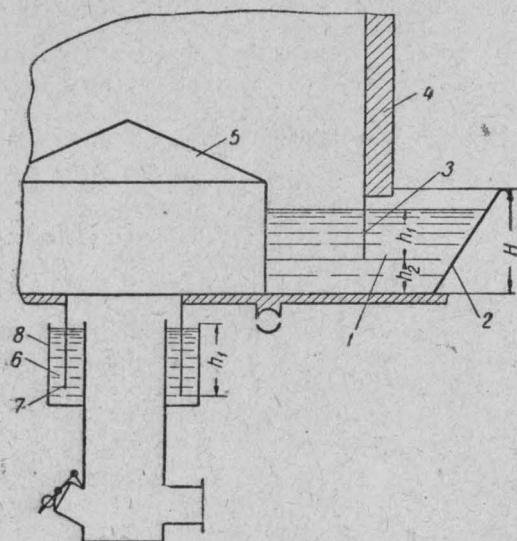


Рис. 4. Схема гидравлических затворов газогенератора:

1 — верхний гидравлический затвор, образуемый зольниковой чашей и фартуком; 2 — зольниковая чаша; 3 — фартук шахты генератора; 4 — стенка шахты генератора; 5 — колосниковая решетка; 6 — нижний гидравлический затвор; 7 — фартук; 8 — кольцевое пространство.

стия 1 (удаление пробки 2) по трубе 3 в кольцевой канал 4 подводится водяной пар под давлением 1—2 атм. Пар, вырываясь через скошенные каналы 5 в отверстие 1, образует паровую завесу и тем самым препятствует выходу газа в помещение.

Применяются также шуровочные отверстия с воздушным отбоем.

При остановке отдельных генераторов на ремонт необходимо выполнить следующие операции, предотвращающие возможность образования горючих систем:

- снизить до минимума давление под колосниками;
- соединить генератор с атмосферой через выхлопную трубу, что обеспечит его проветривание и удаление газа;

отключить генератор от газосборника во избежание обратного проникновения газа;

прекратить воздушное дутье;

подать пар для вытеснения из генератора и газопроводов остатков газа. Продолжительность продувки пара должна быть такой, чтобы газ полностью вытеснился из системы.

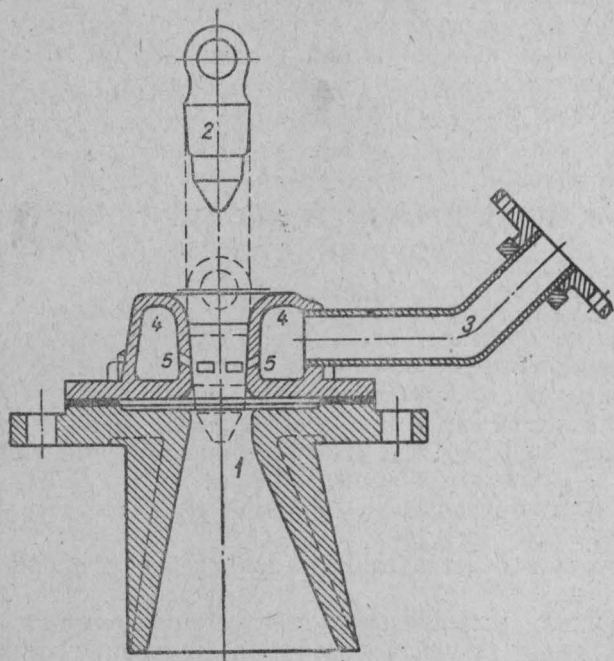


Рис. 5. Арматура шуровочного отверстия с пароотбойником.

1 — шуровочное отверстие; 2 — пробка; 3 — трубопровод для подачи пара; 4 — кольцевой канал; 5 — скошенные каналы.

При ремонте всей станции систему продувают продуктами горения, которые получают в одном из генераторов путем полного сжигания в нем топлива. Продувку ведут до тех пор, пока анализ продуваемых газов не покажет отсутствие в них горючих компонентов.

Газогенераторные станции (печные отделения) относятся к производствам категории Г. Степень огнестойкости зданий для этих станций должна быть не ниже I или II. Допускается размещать газогенераторные станции в отдельно стоящих одноэтажных зданиях III и IV степеней огнестойкости, но при площади застройки не более 500 м² и в зданиях V степени огнестойкости, но при площади застройки не более 300 м², при условии, что эти производства являются подсобными, т. е. не влияют на выпуск основной продукции предприятия.

Газогенераторные станции оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией с местными отсосами от участков наибольшего газовыделения. Особо тщательно необходимо проветривать верхние бункерные помещения и компрессорные. Электрооборудование и осветительная арматура в этих помещениях должны быть взрывозащищенного исполнения, а в помещении генераторов они допускаются обычного типа.

Газогенераторные станции снабжаются следующими первичными средствами пожаротушения (на каждые 50 м^2): химическим огнетушителем, ящиком с песком емкостью $0,5 \text{ м}^3$, войлоком, асбестовым полотном или кошмой размером $2 \times 2 \text{ м}$.

Глава II

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ОЧИСТКЕ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

Общие сведения

Назначение очистки — извлекать и удалять из получаемого газа все возможные механические примеси и химические вредные побочные продукты (пыль, сажу, смолу, бензол, уксусную кислоту, улекислый газ, аммиак, сероводород, циан и др.), которые снижают качество газа и препятствуют нормальной работе аппаратов и установок, применяющих его.

Существуют механические и химические методы удаления примесей.

Механическая очистка газа от примесей осуществляется путем:

- а) осаждения взвешенных в газе частиц в специальных камерах и циклонах (грубая сухая механическая очистка);
- б) электростатического улавливания (осаждения) пыли и смолы в электрофильтрах (тонкая сухая механическая очистка);
- в) промывки газа или одновременно промывки и пропуска его через слой насадки в скрубберах (полутонкая мокрая механическая очистка). В скрубберах газ охлаждается и освобождается от пара, механических примесей и частично от углекислого газа;
- г) пропуска газа через центробежные механические пылеосадители — дезинтеграторы (тонкая мокрая механическая очистка).

Химическая очистка газа осуществляется путем химического взаимодействия его с поглотителями. Она бывает двух видов — сухая и мокрая.

Процессы очистки

а) Механическая очистка

Для механической очистки газа применяются различные аппараты, осадительные камеры и циклоны, электрофильтры,

скрубберы, центробежные пылеосадители (дезинтеграторы) для улавливания пыли и смолы. Большинство их несложно по устройству и принципу действия; они устанавливаются на газовой линии вслед за газогенераторами.

б) Химическая очистка

После механической очистки газ поступает на химическую очистку.

Мокрая химическая очистка производится в абсорберах при помощи специальных поглотительных растворов — абсорбентов. В качестве их применяются горючие и негорючие жидкости (содовый и содо-мышьяковистый растворы, 50-процентные водные растворы диэтанолamina и триэтанолamina и др.).

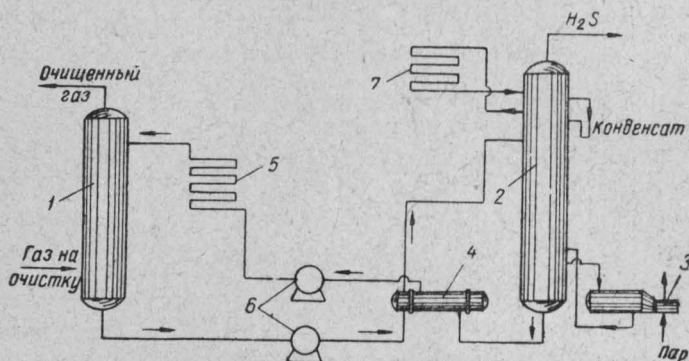
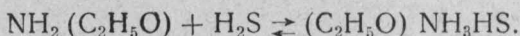


Рис. 6. Схема очистки газа раствором диэтанолamina:

1 — абсорбер; 2 — регенератор; 3 — трубчатый кипятильник; 4 — теплообменник; 5 — холодильник раствора; 6 — насосы, перекачивающие диэтаноламин; 7 — холодильник сероводорода.

На рис. 6 представлена современная схема очистки газов растворами этанолamina. Газ поступает в нижнюю часть абсорбера 1, имеющего тарелки или насадку. Поглотительный раствор подается сверху и стекает вниз навстречу газовому потоку, поглощая вредные примеси: сероводород, углекислый газ и др.

Этанолamины взаимодействуют с сероводородом по обратной реакции:



Температура абсорбции 30—40° С. Насыщенный раствор поступает на регенерацию (десорбцию) в регенераторы 2, где в выносных кипятильниках 3 подогревается до температуры 105—120° С и освобождается от сероводорода и других поглощенных газов. Регенерированный раствор снова поступает в абсорбер 1 через теплообменник 4 и холодильник 5.

Этаноламины дают высокую степень очистки, легко регенерируются, не оказывают коррозирующего действия на сталь и железо. Установка для очистки получается компактной.

Однако все способы мокрой очистки не обеспечивают полного удаления H_2S и CO_2 .

Сухая химическая очистка обычно производится болотной рудой. Этот способ позволяет очищать газ до содержания сероводорода $0,02 \text{ г/м}^3$.

Для очистки применяется масса, состоящая из болотной руды, гашеной извести и древесных опилок. Болотная руда содержит 30—75% гидрата окиси железа, 7—14% окислов алюминия и кремния.

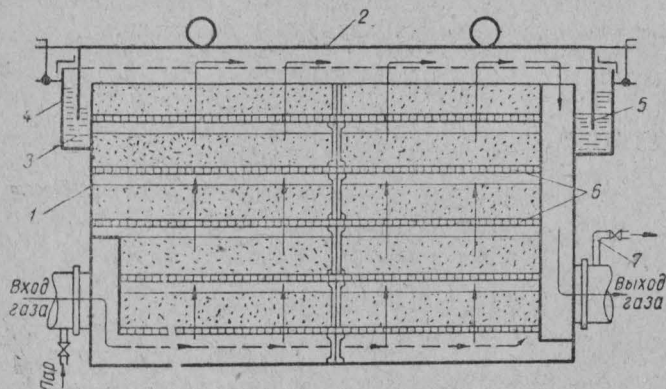


Рис. 7. Схема ящика для сухой очистки газа.

1 — корпус; 2 — крышка ящика; 3 — гидравлический затвор; 4 — чаша затвора; 5 — фартук крышки; 6 — решетки, 7 — продувочная свеча.

Очистная масса загружается в металлические ящики, покрытые пековым лаком. Каждый очистной ящик (рис. 7) имеет длину и ширину до 9 м и высоту 5 м. Он состоит из корпуса 1 и крышки 2, связанных между собой гидравлическим затвором 3 или сухим уплотнением в виде резиновой прокладки. Гидравлический затвор состоит из чаши 4 по всему периметру корпуса, наполненной водой, и фартука 5, связанного с крышкой 2.

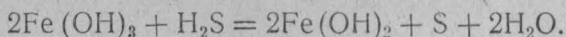
В ящике помещается от двух до шести горизонтальных рядов деревянных решеток 6, на которых лежит очистная масса слоем в 300—400 мм.

В очистную установку обычно входят четыре ящика, последовательно соединенных между собой. Газ проходит через них со скоростью 8—15 мм/сек.

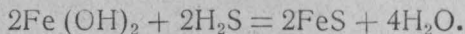
Вместо болотной руды для сухой сероочистки применяются также бокситовые отходы алюминиевого производства, содержащие до 50—55% окислов железа.

Процесс сухой очистки заключается во взаимодействии вред-

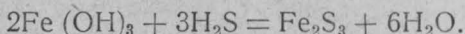
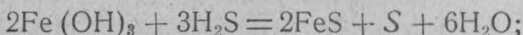
ных химических примесей газа с болотной рудой и гашеной известью очистной массы. В частности, при взаимодействии сероводорода H_2S с болотной рудой $\text{Fe}(\text{OH})_3$ происходит восстановление окисного железа в закисное по формуле:



Затем гидрат закиси железа переходит в сернистое железо:

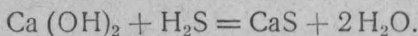


В результате очистки в отработанной массе выделяются сернистое железо и сера:



Оптимальная температура процесса $25-35^\circ\text{C}$.

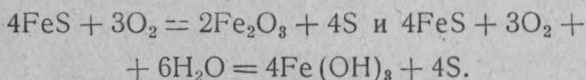
Параллельно происходит взаимодействие сероводорода с гашеной известью:



Болотная руда и известь постепенно насыщаются сернистыми соединениями и серой и теряют способность очищать газ.

Для восстановления очистной способности массы ее выгружают из ящика и подвергают регенерации под действием кислорода воздуха в присутствии воды.

В результате взаимодействия сернистого железа с кислородом снова выделяется свободная сера:



На некоторых заводах регенерацию производят без выгрузки массы за счет добавки к газу небольшого количества воздуха и водяного пара.

Содержание свободной серы в очистной массе нередко доходит до 30—50%. После 10—12 повторных восстановлений (регенераций) такая масса становится мало пригодной для очистки, и ее заменяют свежей.

Процесс очистки болотной рудой имеет ряд недостатков, в частности: очистные ящики занимают большую площадь и имеют повышенную пожаро- и взрывоопасность; обслуживание ящиков связано с тяжелым и вредным физическим трудом; очистная масса требует регенерации.

С целью экономии полезной площади иногда вместо ящиков применяют башни с большим количеством вставных коробок-царг, заполненных двумя слоями очистной массы. Диаметр башен равен 5,5—7,5 м, высота — 12—16 м. Газ проходит через башни последовательно.

Пожарная опасность процессов очистки газов

Пожарная опасность аппаратов для механической очистки газа связана с его горючестью и с возможностью утечки в помещение. С этой точки зрения наиболее опасны скрубберы, так как они имеют открытые гидравлические затворы, через которые при повышении давления в системе газ может прорваться в помещение. Наиболее безопасны в эксплуатации пылеосадительные камеры и циклоны, поскольку они являются закрытыми аппаратами. Незначительная утечка газа может происходить через неплотности затвора или клапана в нижней части пылеосадительной камеры или циклона.

Опасны в эксплуатации также электрофильтры. В случае образования в них вакуума и подсоса воздуха может произойти взрыв, так как внутри фильтра всегда возможно появление источника воспламенения в виде электрического разряда.

Опасность осадительных камер, циклонов, скрубберов при пуске, остановке и ремонте аналогична опасности любого аппарата газовой установки. Она заключается в возможности образования взрывоопасных смесей (в тех случаях, когда отсутствует предварительная продувка аппаратов негорючей средой) и осаждения пирофорных соединений, склонных к самовозгоранию.

Негерметическое отключение аппаратов при ремонте и проникновение в них газа из системы также приводят к образованию взрывоопасных концентраций.

Пожарная опасность установок для мокрой химической очистки газа зависит от свойств применяемого поглотителя и самого газа.

При негорючих растворах эта опасность минимальна, так как она связана только с наличием горючего газа в аппаратах. Кроме того, абсорберы и регенераторы, как правило, располагаются вне зданий, на открытом воздухе.

Однако некоторые аппараты устанавливаются в здании, например, переточные сборники и баки для циркуляционного раствора, пеносборники и центрифуги. При негерметичности этих аппаратов газы, выделяющиеся из поглотительного раствора или серной пены, могут проникнуть в помещение и образовать взрывоопасные смеси. Помимо этого, при обработке серной пены на центрифугах выделяется серная пыль, которая осаждается на строительных конструкциях и аппаратах, в результате чего создается легкогорючая среда.

При использовании в качестве поглотителя горючих жидкостей опасность возрастает. В этом случае добавляются новые установки для регенерации горючих поглотителей: регенераторы, подогреватели, теплообменники, холодильники, насосы; увеличиваются длина коммуникаций и число фланцевых соединений и т. п.

Опасность этих аппаратов определяется:

- а) наличием в них горючих газов, паров и жидкостей;
- б) утечкой газов, паров и поглотителя в помещение через неплотности соединений трубопроводов, аппаратов и насосов;
- в) повышенными температурами в абсорбере ($30-40^{\circ}\text{C}$) и регенераторе ($105-120^{\circ}\text{C}$), что уменьшает вязкость жидкостей, повышает упругость паров и их давление, увеличивает возможность утечки паров в помещение;
- г) наличием насосов, приводов к ним, значительного количества фланцевых соединений;
- д) несоблюдением противопожарного режима при пуске, эксплуатации, остановке и ремонте аппаратов.

Пожарная опасность установок для сухой химической очистки газа связана с возможностью образования взрывоопасных концентраций в очистных сооружениях и в помещениях цеха, а также с возможностью появления различных источников воспламенения.

Рассмотрим причины образования взрывчатых концентраций в очистных сооружениях.

До пуска в эксплуатацию вся газоочистная установка наполнена воздухом; поэтому, если ее включают без предварительной продувки паром или негорючими газами, первые порции поступающего газа смешиваются с воздухом, находящимся внутри установки, и образуют в течение определенного промежутка времени взрывоопасную концентрацию.

На практике воздух из очистной системы часто вытесняют газом, предназначенным для очистки. Такая продувка сопряжена с возможностью взрывов.

Взрывоопасная смесь внутри газоочистных аппаратов может образоваться также после выключения коробки из системы. Вследствие охлаждения газа и конденсации водяных паров в коробке возникает вакуум, а при вакууме через неплотности соединений подсасывается воздух, образующий в смеси с газом взрывоопасные концентрации. Наиболее вероятно появление местных взрывоопасных концентраций в пространстве между отдельными рядами решеток. Это подтверждается следующим расчетом.

Пример. Определим величину вакуума в газоочистном ящике, выключенном из системы, считая, что температура внутри ящика вследствие естественного охлаждения упала с 40 до 20°C . Так как реакция взаимодействия сероводорода с болотной рудой и гашеной известью протекает с выделением значительного количества влаги (см. выше), то газ будет насыщен водяными парами при данной температуре.

Парциальное давление насыщенных водяных паров в газе равно:

$$\text{при } 40^{\circ}\text{C} - P_{\text{пар}40} = 55,3 \text{ мм рт. ст.}; \text{ при } 20^{\circ}\text{C} - P_{\text{пар}20} = 17,5 \text{ мм рт. ст.}$$

Первоначальное давление в ящике при 40°C принимаем $P_{40}^{\circ} = 500 \text{ мм вод. ст.}$

Решения 1. Определим абсолютное давление в ящике при 40° С в мм рт. ст.:

$$P_{абс} = P^{\circ}_{40} + P_{атм} = \frac{500}{13,6} + 760 = 796,7 \text{ мм рт. ст.}$$

2. Уменьшение парциального давления водяных паров при охлаждении газа с 40 до 20° С:

$$P_{пар} = P_{пар} - P_{пар} = 55,3 - 17,5 = 37,8 \text{ мм рт. ст.}$$

3. В результате охлаждения газа, вызывающего уменьшение его объема и парциального давления водяных паров, снизится давление в ящике.

Новое абсолютное давление в ящике при 20° С будет равно:

$$P_{абс} = (P_{абс} - P_{пар}) \frac{T_1}{T_0} = (796,7 - 37,8) \frac{273 + 20}{273 + 40} = 710,3 \text{ мм рт. ст.}$$

4. Величина вакуума в ящике составит:

$$P_{вак} = P_{атм} - P_{абс} = 760 - 710,3 = 49,7 \text{ мм рт. ст.,}$$

или

$$49,7 \cdot 13,6 = 676 \text{ мм рт. ст.}$$

Величина вакуума получилась выше, чем давление жидкости в гидравлическом затворе, так как по нормам для такого ящика гидравлический затвор допускается глубиной 600 мм вод. ст.

Следовательно, в результате образования вакуума воздух внутри ящика может проникнуть и через гидравлический затвор.

Если первоначальное давление в ящике было 400 мм вод. ст., то величина вакуума при тех же температурных условиях составит 776 мм вод. ст. Это превышает глубину нормального гидравлического затвора в среднем на 175 мм.

Взрывоопасная смесь внутри газоочистных ящиков может образоваться также при открывании их для регенерации массы. Воздух в момент открывания крышки будет подсасываться в ящик, так как в результате охлаждения газа и увеличения объема ящика при подъеме крышки в нем создается вакуум.

Внутри производственного помещения взрывоопасные смеси появляются в результате утечки газа из системы.

Наиболее опасно с этой точки зрения выбивание газа через гидравлические затворы при повышении давления в газоочистных коробках выше давления столба жидкости в затворах.

Давление в системе может повыситься вследствие закупоривания газопроводов после очистных сооружений или вследствие включения в систему новых газогенераторов с большим рабочим давлением, а также вследствие повышения температуры реакции за счет расширения газа и увеличения и упругости водяных паров.

Прорыв газа через гидравлические затворы может быть вызван утечкой из них воды через неплотности и поврежденные коррозией участки.

Утечка газа в помещение происходит также при открывании крышки очистного ящика без предварительной продувки си-

стемы и при выгрузке катализатора для регенерации. В пространствах между решетками ящика находится значительное количество газа, и он в этих случаях выходит в помещение.

Необходимо отметить, что утечка газа через гидравлические затворы имеет периодический характер и может происходить, как отмечено выше, только при нарушении технологического режима работы установки.

Утечка же через неплотности соединений арматуры, фланцевых соединений, вентиля и т. д. происходит постоянно, так как обеспечить герметичность этих соединений для газов, обладающих большой диффузионной способностью, очень трудно.

Кроме того, с течением времени герметичность соединений нарушается в результате коррозионного действия газов. Поэтому в помещениях газоочистки всегда содержится определенное количество газа. При аварийных состояниях и нарушениях режима концентрация газа может оказаться выше нижнего предела взрываемости.

Весьма пожароопасны операции ремонта и очистки газоочистных ящиков. При этих операциях внутри ящика, вследствие негерметического отключения его от системы, возможно образование взрывоопасных концентраций.

При открывании ящиков для извлечения очистной массы на регенерацию весьма вероятно не только образование горючей среды, но и появление источников воспламенения. Из основной реакции взаимодействия сероводорода с очистной массой видно, что в результате ее выделяются сернистое железо и сернистый кальций, которые обладают способностью самовозгораться при соприкосновении с воздухом. Теплоты, выделяющейся в результате окисления сульфидов после открывания ящиков, вполне достаточно для загорания очистной массы. Самовозгоранию сульфидов железа способствует повышенная температура очистной массы.

Разогрев очистной массы в ящиках во время их работы может быть вызван высоким содержанием в газе сероводорода, повышенной температурой газа, поступающего на очистку; быстрым пуском и прохождением газа через очистную массу.

При открывании ящиков возможно появление не только химических источников воспламенения, но и механических. В частности, удар краев (фартука) крышки о корпус может высечь искру и привести к воспламенению или взрыву образовавшейся газозоудушной смеси.

Механические удары и сильное трение, связанные с подъемными механизмами, также приводят к появлению источников воспламенения. Одним из источников воспламенения при открывании ящиков может служить неисправность электрооборудования подъемных механизмов.

Загрязненный газ (особенно водород), прорывающийся под

давлением через неплотности соединений в процессе эксплуатации ящиков, способен самовоспламеняться.

Пожарная опасность очистных ящиков подтверждается случаями пожаров и взрывов, отмеченными на практике.

Например, в 1931 г. на гидрогенизационном заводе произошел взрыв газоочистной коробки в момент открывания крышки.

На другом заводе самовоспламенился водород в газоочистной коробке во время открывания крышки. Взрыва не последовало, так как внутри коробки еще не успела образоваться взрывоопасная смесь.

На этом же заводе при открывании крышки с внутренней ее поверхности упал осадок (скопления сернистого железа, серы, пыли, сернистого кальция и ржавчины). Соприкоснувшись с очистной массой, осадок самовозгорелся.

На одном из газовых заводов в 1950 г. произошло самовозгорание очистной массы внутри ящика, после того как была открыта крышка для извлечения этой массы. Загорание имело местный характер и было ликвидировано поливкой очистной массы водой.

Пожарно-профилактические мероприятия

Основным пожарно-профилактическим мероприятием для аппаратов механической очистки газа является обеспечение герметичности всех соединений, клапанов, затворов и т. п., т. е. предупреждение утечки газа и возможности образования взрывоопасных концентраций, а также источников воспламенения. Кроме того, на торцах и поворотах газопроводов, на скрубберах и других участках устанавливают взрывные клапаны с диафрагмами, которые обеспечивают направленное распространение взрывной волны и предотвращают разрушение аппаратуры в случае взрыва.

Во избежание взрывов в электрофильтрах их всегда эксплуатируют под избыточным давлением. Для автоматического снятия напряжения, в случае снижения давления ниже определенного уровня, на электрофильтрах устанавливают реле давления.

На скрубберах и в конце очистительной установки необходимо иметь продувочные свечи — для продувки установки при пуске в работу и перед ремонтом.

Мероприятия при пуске, остановке и ремонте аппаратов для механической очистки газа — общие для всех газовых установок.

При мокрой химической очистке газа необходимо осуществлять такие же пожарно-профилактические мероприятия, как при эксплуатации всех аппаратов с применением горючих газов и жидкостей. Следует отметить лишь некоторые специфические моменты.

Во избежание утечки газа переточные сборники, устанавливаемые в помещении для сбора поглотительного раствора после

абсорберов, должны быть герметичны и иметь выхлопную воздушную трубу для отвода в атмосферу газов, выделяющихся из поглотительного раствора. Выхлопную трубу при этом выводят выше конька крыши на 2 м. Кроме того, сборники раствора оборудуют указателями уровня.

По тем же соображениям пеносборники, как правило, устанавливают вне здания. Если же их размещают в здании, они должны быть плотно закрыты и иметь воздушники для отвода газов в атмосферу. Во избежание переполнения пеносборники оборудуют переливной трубой для отвода избытка раствора в циркуляционную систему.

Установки этаноламиновой и фенолятной очистки имеют специальные приборы для регулировки давления в регенераторах, подачи пара в подогреватели и уровня раствора в абсорберах и регенераторах.

При сухой химической очистке необходимо перед включением в работу очистных ящиков, башен или абсорберов продувать их паром или негорючим газом для вытеснения из системы воздуха. С этой целью очистные ящики или башни оборудуют продувочными свечами. Окончание продувки определяют анализом газа на кислород, содержание которого не должно превышать 0,6%.

Для герметического отключения ящиков их снабжают гидравлическими затворами, устанавливаемыми до и после ящиков (рис. 8). При давлении газа в системе до 1000 мм вод. ст. высота слоя воды в гидравлическом затворе принимается равной рабочему давлению газа в системе за ящиками плюс 100 мм. Минимальная высота слоя воды в затворе во всех случаях должна быть не менее 600 мм.

Гидравлические затворы позволяют герметично отключать ящики при регенерации массы и ремонте. В установках, где применяется непрерывная регенерация очистной массы, вместо гидравлических затворов допускается использовать задвижки при условии, что будет предусмотрена удобная постановка заглушек для герметического отключения ящиков при ремонте.

Газоочистные ящики, отключенные от системы для выгрузки очистной массы, до снятия с них крышек следует тщательно продувать паром или негорючим газом для вытеснения очищаемого газа. Такая продувка устраняет возможность образования взрывоопасных концентраций под крышкой ящика и в помещении. Во избежание образования в отключенном ящике вакуума, вследствие охлаждения газа, продувку нужно производить немедленно после отключения установки.

При непрерывной регенерации газоочистной массы путем добавки к газу воздуха, на трубопроводе, подводящем воздух, устанавливают гидравлический затвор.

Герметичность соединения крышек ящиков с корпусом достигается при устройстве гидравлических затворов или применении асбестовых и резиновых прокладок. При этом крышку необходи-

мо плотно подтягивать к корпусу откладными или заводными болтами.

Гидравлические затворы крышек очистных ящиков или башен, а также затворы у ящиков на вводе и выводе газа должны быть всегда заполнены водой до установленного уровня.

При сухом уплотнении крышек ящиков их после каждого вскрытия испытывают на герметичность давлением не ниже мак-

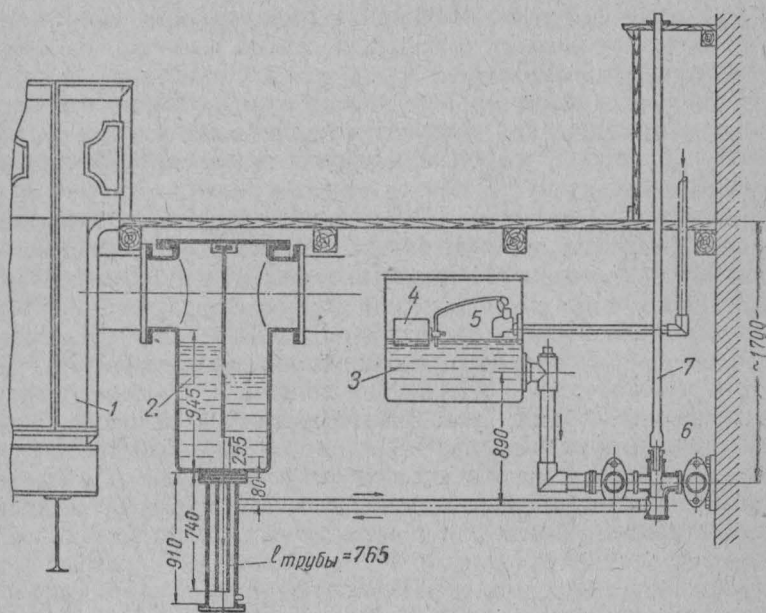


Рис. 8. Схема гидравлического затвора на газопроводах очистных ящиков:
1 — газоочистный ящик; 2 — запорный горшок; 3 — резервуар для воды;
4 — поплавок, 5 — запорный клапан; 6 — трехходовой кран;
7 — штанга.

симального рабочего. Для обнаружения утечки пользуются мыльным раствором. Все фланцевые соединения газопроводов должны быть герметичными.

Для измерения давления газа на вводе и выводе из очистной установки, а также на подводе и отводе из каждого ящика устанавливают манометры.

Помещения сухих и мокрых газоочистных установок оборудуют приточной или приточно-вытяжной вентиляцией с устройством отсосов у мест возможного выделения газа.

В теплых климатических условиях газоочистные установки целесообразно располагать на открытом воздухе.

Крышки очистных ящиков или башен сухих газоочистных установок, размещенных в одноэтажных помещениях, обычно

выводятся выше покрытия здания. Это устраняет возможность образования взрывоопасных концентраций при утечке газа.

Во избежание появления источников воспламенения принимают следующие меры.

Газ пускают в ящик медленно, чтобы предупредить его электризацию.

Известь, входящую в состав очистной массы, тщательно гасят, чтобы предотвратить повышение температуры при реакции очистки газа.

Для замера температуры газа у каждого газоочистного ящика устанавливают термометры.

При повышении температуры внутри работающих очистных ящиков или башен уменьшают подачу в них газа и поливают крышку водой. Если эти мероприятия не снижают температуры, очистной ящик или башню выключают из системы.

Крышку ящика при необходимости выгрузки очистной массы открывают осторожно во избежание ударов фартука о края корпуса. Очистную массу при этом для охлаждения поливают водой.

Регенерацию отработанной очистной массы производят в отдельных помещениях, изолированных от помещения очистных ящиков или башен, так как масса склонна к самовозгоранию.

Хранение очистной массы, особенно отработанной, в помещениях, где установлены очистные ящики или башни, недопустимо.

Подъемные приспособления, краны, тельферы и другое оборудование, применяемое для снятия крышек очистных ящиков или башен, должны иметь электрооборудование взрывобезопасного исполнения. В тех случаях, когда крышки ящиков выведены на покрытие здания, а подъемные приспособления находятся вне помещения, они могут иметь электрооборудование нормального исполнения.

Ремонтировать ящики в помещении разрешается только при условии:

а) герметического отключения их от системы. Если ящик или башня отключаются задвижками, обязательна постановка заглушек;

б) тщательной продувки ящиков негорючим газом или паром для полного удаления очищаемого газа;

в) применение неискрящего инструмента.

Работы, связанные с применением огня (сварочные и др.) или с возможностью искрообразования, в помещении газоочистки допускаются только с особого разрешения пожарного надзора и начальника газоочистной станции. При этом должны быть выключены очистные ящики и устранена возможность утечки газа в помещение.

Помещения, в которых подвергаются очистке горючие газы с нижним пределом взрываемости менее 10%, по пожарной опасности относятся к производствам категории А. Следовательно, здания газоочистки должны быть одноэтажными I или II

степени огнестойкости, а пределы огнестойкости их конструктивных элементов должны быть не менее указанных в Н 102—54. Системы отопления и вентиляции также должны отвечать требованиям Н 102—54.

Компрессоры следует устанавливать в одноэтажном помещении, изолированном от основных помещений цеха газоочистки несгораемыми стенами. Абсорберы и регенераторы нужно размещать вне помещений.

В помещениях газоочистки должны иметься огнетушители, ящики с песком, кошмы, лопаты и другие первичные средства пожаротушения. Согласно нормам ГУПО, на каждые 50 м² помещения, связанного с обработкой горючих газов, необходимо иметь не менее одного огнетушителя № 3, ящика с песком емкостью 0,5 м³, лопаты, войлока, асбестового полотна или кошмы размером 2 × 2 м.

При этом огнетушители размещаются в зависимости от расположения рабочих мест и опасных в пожарном отношении точек.

Глава III

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ ПО ГАЗОПРОВОДАМ

Общие сведения

Газ транспортируется к месту потребления по газопроводам. В зависимости от назначения газопроводы разделяются на: магистральные городские (транзитные, распределительные, ответвления к объектам) и внутриобъектовые (вводы и внутренние газопроводы). По расположению газопроводы бывают подземные и наземные, по давлению — низкого, среднего и высокого давления.

Магистральные и городские газопроводы имеют специальные газорегулировочные и контрольно-распределительные пункты, и в частности:

газосборочные пункты (ГСП) — предназначенные для сбора газа из нескольких сетей и подачи его в магистральные газопроводы или отдельным потребителям (монтируются на территориях газопромыслов, станций подземной газификации и т. д.);

газорегулирующие пункты (ГРП) — предназначенные для поддержания постоянного давления (монтируются на магистральных и городских газопроводах и на ответвлениях);

контрольно-распределительные пункты (КРП) — предназначенные для замера количества проходящего газа, распределения его по нескольким сетям и обеспечения в этих сетях постоянного давления (монтируются на ответвлениях и в городах).

ГРП, ГСП и КРП оборудуются дроссельно-регулирующей и предохранительной арматурой, а также контрольно-измерительными приборами.

Пожарная опасность транспортировки газов

Пожарная опасность транспортировки горючих газов, так же как процессов их производства, обуславливается возможностью образования взрывоопасных газозвудушных смесей в газопроводах и окружающих зданиях.

Пожары и взрывы, отмеченные на практике, происходили при утечке газа через неплотности газопроводов, проложенных в зданиях или вблизи них, при ремонте газопроводов и очистке сепараторов, при первоначальном наполнении их газом, а также при врезке в газовые магистрали вводов.

Пуск газопроводов в эксплуатацию без предварительной продувки негорючими газами приводит к образованию в них взрывоопасных смесей газа с воздухом. Такие же смеси могут образоваться при негерметичном отключении ремонтируемых участков газопровода. В этом случае газ может проникнуть к месту ремонта и, смешавшись с воздухом, взорваться от искр, высекаемых при ударах, или от источника открытого огня. Такой взрыв произошел, например, при ремонте участка одного из газопроводов, причем он сопровождался взрывом крупного сухого газгольдера и привел к большим разрушениям.

В результате утечки газа через неплотности взрывоопасные смеси могут образоваться в помещениях, колодцах, ямах, канализации и т. п. Газ, выходящий из расположенных под землей газопроводов, растекается на значительные расстояния, особенно зимой, при наличии корки льда и на поверхности земли. При этом газ чаще всего проникает в подвальные помещения прилегающих зданий.

Основными причинами возникновения неплотностей в соединениях являются:

- недоброкачественный монтаж соединений и арматуры газопроводов, небрежная прокладка их, плохая подготовка основания и неравномерное его оседание;

- удлинение или укорачивание газопроводов под действием температурных напряжений;

- коррозийное действие газов в местах соединений газопроводов;

- вибрация газопровода при прохождении газа через дроссельные устройства и вентили, особенно в контрольно-регулирующих пунктах;

- высокие напряжения от давления газов.

Источником воспламенения газозвудушных смесей, наряду с открытым огнем и высекаемыми при ударах искрами, может быть также самовозгорание осадков сернистых соединений, про-

исходящее даже при нормальной температуре. Характерный случай самовозгорания сернистых осадков внутри снятого на ремонт газопровода произошел на гидрогенизационном заводе, а также в момент чистки сепараторов на газорегулирующей станции.

Очень важное значение имеет правильный монтаж газопроводов. Недоброкачественный монтаж может привести к взрыву. Это подтверждается следующими примерами.

В квартире полуподвального этажа произошел взрыв газа. В соседней квартире газ также взорвался. Взрывом были разрушены кирпичные перегородки и выбиты стекла в окнах. Как показало расследование, городской газопровод среднего давления диаметром 600 мм на расстоянии 10 м от дома давал утечку газа через лопнувший стык. Газ через грунт проник в жилой дом.

В двухэтажном негазифицированном жилом здании произошел взрыв в результате утечки газа из городского газопровода, проложенного на расстоянии 8 м от здания. Газ проник в здание через канализацию, гидравлические затворы которой не были наполнены водой.

В газопроводе, проложенном по поверхности земли, вследствие температурных напряжений разорвался сварной шов. Вытекающий газ распространился в зоне железнодорожного полотна на 15—18 м. Как только в этом месте появился паровоз, газ воспламенился.

В котловане городского газопровода размером $3 \times 2,5$ м и глубиной 2,2 м в результате утечки скопился газ, который воспламенился от открытого рубильника, установленного на стене соседнего здания на расстоянии 3,5 м от котлована.

Большую опасность представляют помещения газорегуляторных станций. Здесь может происходить значительная утечка газа вследствие тех же причин, которые отмечены для газопроводов. Наиболее часто неплотности и утечка газа появляются в результате вибрации газопроводов (при движении газа через задвижки и дроссельно-регулирующие приборы) и образования высоких напряжений от давления газа. Высокие напряжения, которые могут вызывать, как показывает практика, даже разрыв газопроводов между коллекторами, образуются при неправильном расчете газопроводов на рабочую нагрузку.

Пожарно-профилактические мероприятия

Для обеспечения безопасной эксплуатации городских и внутриобъектовых газопроводов при их проектировании и строительстве предусматривают необходимые пожарно-профилактические мероприятия.

Газопроводы выполняют стальными, соединенными сваркой. Для подземных газопроводов низкого давления допускаются чугунные раструбленные трубы, уплотненные смоляной прядью и

зачеканенные свинцом. Свинец заливают в раструб на смоляную прядь в расплавленном виде и уплотняют чеканкой после охлаждения.

Прокладка газопроводов по территории складов топлива, различных материалов, тары и по другим складским участкам, а также под цехами, жилыми домами и другими строениями не допускается.

Укладка газопроводов по поверхности земли, а также в общих туннелях и траншеях с водопроводом, канализацией, теплопроводами, телефонными, силовыми и осветительными кабелями также не разрешается.

Наземные газопроводы можно прокладывать только на территории предприятий.

В местах пересечения с подземными сооружениями на газопроводах не допускаются фасонные части, стыковые соединения, водосборники и т. п.

При пересечении дорог, трамвайных путей, водопровода, канализации и других подземных сооружений и коллекторов газопровод заключают в стальной футляр, выходящий концами в обе стороны не менее чем на 0,5 м. Диаметр футляра принимают на 10 см больше диаметра газопровода. В месте пересечения вокруг газопровода устраивают глиняное уплотнение на длине 2 м в каждую сторону. Глиняные хорошо уплотненные перемычки устраивают также в траншеях вводов во избежание попадания «блуждающих» газов по траншеям в здания.

Расстояние от транзитных, распределительных и внутриобъектовых подземных газопроводов, проложенных на территории предприятия, до стен зданий должно быть не менее 3—5—10 м, в зависимости от давления газа (низкое, среднее, высокое).

Наземные газопроводы должны отстоять от зданий не менее чем на 5 м, от железнодорожных веток — 3 м, автомобильных дорог — 1,5 м, высоковольтных линий — 10 м. Их укладывают на негорючих эстакадах или стойках на высоте 2,5 м. При прокладке газопроводов над автомобильными дорогами высоту увеличивают до 4,5 м, а над железнодорожными ветками — до 6 м. В этих местах производят усиление стыков на расстоянии 20 м в обе стороны от дороги.

Прокладывать газопроводы через здания или сооружения и под крышами не разрешается. При негорючих свесах крыш допускается прокладка газопроводов по наружным стенам зданий. Газопроводы не должны пересекать оконных и дверных проемов. По стенам взрывоопасных помещений и деревянных зданий прокладывать газопроводы не разрешается.

Наземные газопроводы оборудуют компенсаторами, воспринимающими тепловые расширения металла. На всех торцах устанавливают предохранительные мембранные клапаны (рис. 9), а в местах скопления конденсата — водоотводчики, которые на улицах заключают в отапливаемые будки.

Для продувки газопроводов перед подачей в них газа на отводах и всех тупиках, где могут образоваться воздушные мешки, ставят свечи с задвижками. В момент продувки свечи выводят на 2 м выше конька крыш зданий, расположенных ближе 30 м от данного участка.

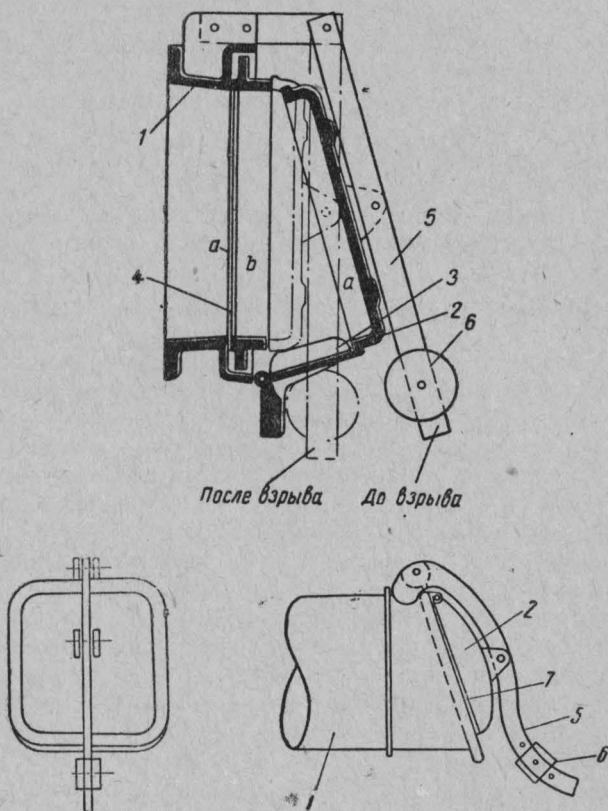


Рис. 9. Схемы предохранительных клапанов на газопроводах:

1 — торец газопровода; 2 — крышка (клапан); 3 — рычаг, поддерживающий крышку в открытом положении до взрыва; 4 — мембрана; 5 — рычаг с грузом, прижимающий крышку после взрыва; 6 — груз; 7 — прокладка.

После строительства газопроводы подвергают испытанию.

Все сварные соединения газопровода в процессе монтажа, перед наложением изоляции, испытывают на плотность воздухом под давлением, равным удвоенному рабочему, но не менее 3 кг/см^2 , и на прочность водой под давлением 15 кг/см^2 .

До засыпки траншеи газопровод продувают воздухом для удаления из него окалины, земли, воды и посторонних предметов, оставшихся после монтажа и сварки. После засыпки газопровод испытывают сжатым воздухом на прочность и плотность.

При испытании транзитных и распределительных газопроводов на прочность давление поддерживают не менее 6 час. (при этом падение давления не должно быть более 3% от первоначального), а при испытании на плотность — не менее 24 часов.

Ответвления к объектам диаметром до 150 мм или длиной до 50 м испытывают на плотность воздухом при давлении 1 кг/см² с обмыливанием всех сварных соединений.

Задвижки до монтажа проверяют на герметичность заливкой их керосином. При этом в течение 1 часа не должно наблюдаться просачивания керосина.

Коммуникации регуляторной станции испытывают на давление не менее полуторного рабочего в течение 12 час. Плотность фланцевых соединений проверяют мыльной водой.

Внутриобъектовые газопроводы оборудуют гидравлическими затворами (рис. 10).

Перед вводом в эксплуатацию газопроводы продувают газом, с выпуском его в конечных тупиковых точках наружу. Окончание продувки определяют анализом газа.

В процессе эксплуатации необходимо проводить профилактические осмотры газопроводов, регуляторных станций и колодцев (телефонных, водопроводных, канализационных), расположенных на расстоянии до 100 м от газопроводов. Присутствие газа при этом обнаруживают индикатором. Места утечек на подземных газопроводах определяют буровым осмотром.

При эксплуатации газопроводов нужно регулярно удалять конденсат из сифонных горшков. Разогрев газопроводов огнем в случае замерзания конденсата не допускается.

Заварку незначительных разрывов разрешается производить без отключения газопровода, но при снижении давления до 100 мм вод. ст.

Смена арматуры допускается только на отключенных участках.

При авариях или пожаре у потребителя его немедленно отключают от газопровода.

Газорегулировочные и контрольно-распределительные пункты относятся к категории взрывоопасных помещений. Их оборудуют дроссельно-регулирующей и предохранительной арматурой, а также контрольно-измерительными приборами.

На вводе в ГРП устанавливают сепараторы (не менее двух) или пылеотделители, в зависимости от влажности газа.

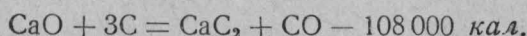
Здания, в которых размещены газорегулировочные и контрольно-распределительные пункты, должны отвечать требованиям, предъявляемым к производственным помещениям категории А. Эти здания обычно строятся одноэтажными, I или II степени огнестойкости, с бесчердачными покрытиями, выполненными из облегченного сборного железобетона. В них устраивают водяное, паровое (низкого давления) или воздушное отопление. Вентиляция может быть естественная или механическая. Для осве-

единения, взрывающиеся при температуре 125° С. В техническом ацетилене имеется примесь фосфористого водорода. При содержании ее до 3% ацелитен становится самовоспламеняющимся.

Ацетилен можно получить различными способами. Широкое промышленное распространение имеет способ получения ацетилена из карбида кальция.

Карбид кальция представляет собой химическое соединение кальция с углеродом — CaC_2 . Технический карбид содержит до 85% CaC_2 , около 13% CaO , 2% шлаков (Fe_2O_3 ; Al_2O_3 , SiO_2) и небольшое количество Ca_3P_2 и CaS . Последние примеси обуславливают наличие в ацетилене кремнистого, фосфористого и сернистого водорода.

Карбид получают в электропечах путем сплавления негашеной извести с коксом или антрацитом:



Хранят и перевозят карбид в барабанах из волнистой стали емкостью 50—100—130 кг. Барабаны герметически закрывают и завальцовывают во избежание проникновения в них влаги и выделения ацетилена.

Карбид кальция обладает большой химической активностью по отношению к воде (1 кг карбида выделяет 250—300 л C_2H_2). Даже при хранении на воздухе происходит разложение карбида (табл. 1).

Таблица 1

Степень разложения карбида при хранении его на воздухе

Грануляция карбида в мм	Первоначальный вес куска карбида в г	Вес карбида после 5 дней хранения его на воздухе в г	Процент разложения
4 × 7	45	0	100
25 × 50	66	29	56
50 × 80	207	160	22,7

Сам по себе карбид кальция не горюч, но его хранение и транспортировка представляют пожарную опасность.

Так, карбидные барабаны создают опасность взрыва при неполном наполнении их карбидом, наличии в них остатков воздуха с определенной влажностью и выделении ацетилена в результате взаимодействия влаги с карбидом. Влага появляется на стенках барабана при резких изменениях внешней температуры, вызывающих конденсацию паров из воздуха, находящегося в барабане.

Следовательно, внутри барабанов может содержаться незначительное количество взрывоопасной смеси, а это в опреде-

ленных условиях приводит к взрыву. Причинами взрыва могут быть:

механические удары, падения, удары барабанов друг о друга при транспортировке;

открывание барабанов инструментом, высекающим искры;

попадание воды в барабаны при пожаре или сильное нагревание их.

Карбид кальция хранят в специальных одноэтажных помещениях в герметически закрытых металлических барабанах, упакованных по ГОСТ 1460—42. К конструкциям здания, отоплению, вентиляции и электроосвещению предъявляются такие же требования, как к взрывоопасным цехам. Помещения должны быть сухими и исключать всякую возможность попадания влаги. Ввод водопровода в здание склада воспрещается.

Пол здания приподнимают над уровнем земли на 0,5—0,9 м для удобства погрузочно-разгрузочных работ и защиты от влаги.

Барабаны разрешается хранить не более чем в четыре яруса, причем между ними прокладывать деревянные доски толщиной 40—50 мм.

Проходы между рядами делают шириной не менее 1,5 м.

Выдача карбида кальция в хранилищах должна производиться целыми барабанами. Расфасовка его в хранилищах не допускается.

Температура помещения в зимнее время не должна понижаться ниже -5°C . Для тушения пожара в складе разрешается применять только сухие средства — песок, сухие и углекислотные огнетушители. Согласно нормам ГУПО, на каждые 100 м² площади складского помещения необходимо иметь не менее одного углекислотного огнетушителя и ящика с песком емкостью 0,5 м³.

Ацетилен получают в специальных генераторах, которые различаются по конструкции, производительности и давлению.

Стационарные ацетиленовые установки бывают двух видов:

а) станции газообразного ацетилена — газ подается к потребителю под давлением не свыше 1,5 атм;

б) станции растворенного ацетилена — газ отпускают потребителю в растворенном виде в баллонах.

Технологический процесс производства газообразного ацетилена состоит из следующих операций (рис. 11):

раскупорки карбидных барабанов и подачи карбида в генератор;

получения сырого ацетилена в генераторе;

промывки и химической очистки ацетилена;

учета и хранения ацетилена.

При производстве растворенного ацетилена добавляется еще ряд операций. В этом случае дополнительно требуются следующие установки:

компрессоры с системой охлаждения;
маслоотделители и осушительная батарея;

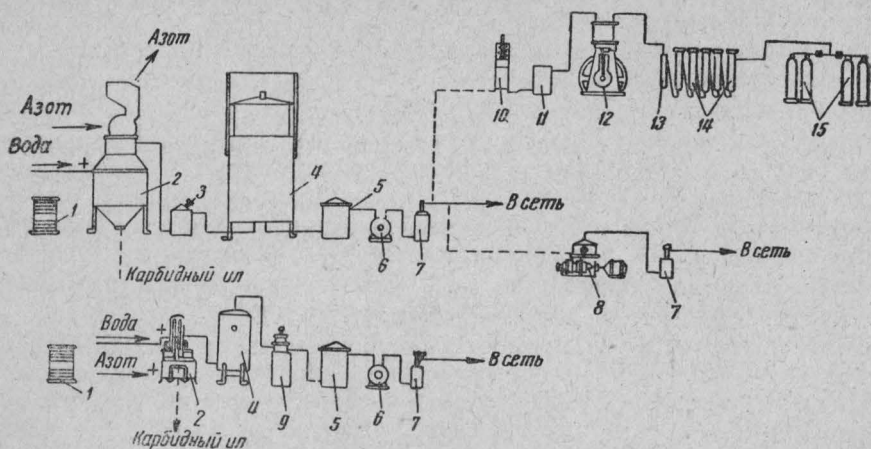


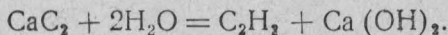
Рис. 11. Технологическая схема производства газообразного и растворенного ацетилена:

1 — барабаны с карбидом; 2 — газогенераторы; 3 — промыватель; 4 — газгольдеры; 5 — очистители; 6 — счетчики; 7 — предохранительные затворы; 8 — газодувка; 9 — регулятор давления; 10 — уравнильный сосуд; 11 — осушитель для предварительной осушки; 12 — ацетиленовый компрессор; 13 — маслоотделитель; 14 — осушительная батарея; 15 — наполняемые ацетиленовые баллоны.

наполнительная установка и прибор для ацетонирования;
склад пустых и наполненных баллонов.

Технологическая схема производства газообразного ацетилена

Сущность процесса производства ацетилена заключается во взаимодействии карбида кальция с водой:



Этот процесс осуществляется в специальных ацетиленовых генераторах стационарного и передвижного типа, низкого (0,05 атм), среднего (0,5 атм) и высокого (1,5 атм) давления.

Из стационарных установок наиболее распространены генераторы системы «карбид в воду». Из них широко применяются генератор марки СТВ — с автоматической регулировкой подачи карбида в зависимости от количества газа в газгольдере — и генератор марки СМКВ-300.

Генератор СТВ имеет высокую производительность — от 12 000 до 90 000 л/час. Единовременная загрузка карбида колеблется от 125 до 1000 кг, полный объем газгольдера — от 4000 до 30 000 л.

Установка состоит из следующих элементов (рис. 12): загрузочной камеры 1, под которой располагается секторный питатель 2 с ячейками; загрузочного механизма 20, автоматически питающего генератор карбидом; загрузочной шахты 3, заканчивающейся конусом 4 для равномерного распределения карбида по всей поверхности; решетки 5, на которой происходит реакция карбида с водой с выделением ацетилена. Установка имеет

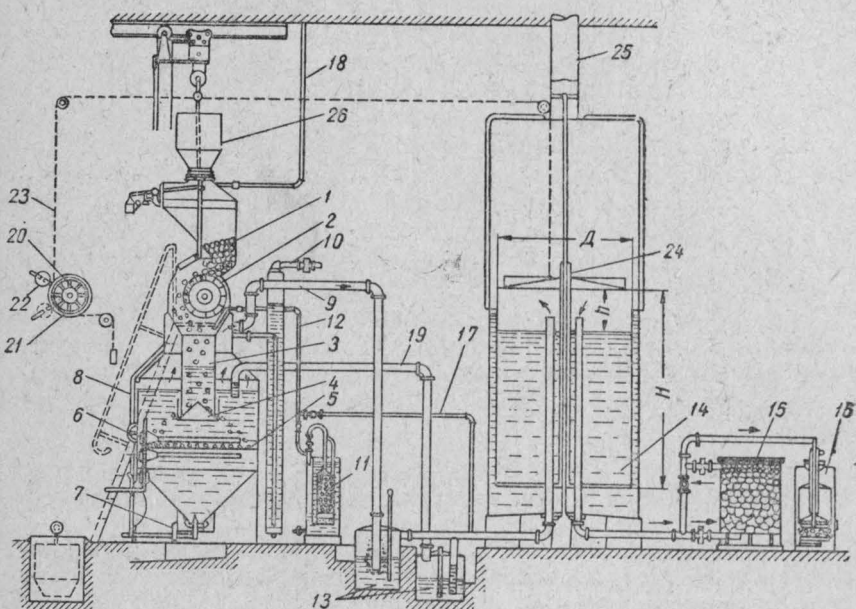


Рис. 12. Технологическая установка производства газообразного ацетилена: 1 — загрузочная камера; 2 — секторный питатель; 3 — загрузочная шахта; 4 — конус; 5 — решетка; 6 — мешалка; 7 — приспособление для спуска ила; 8 — корпус генератора; 9 — газоотводящая труба; 10 — водоналивная труба; 11 — углекислотный баллон или добавочный генератор; 12 — трубка для продувки загрузочной камеры; 13 — гидравлические затворы; 14 — газгольдер; 15 — химический очиститель; 16 — гидравлический затвор; 17 — трубка для продувки газгольдера; 18 — продувочная свеча; 19 — обратный газопровод; 20 — загрузочный храповой механизм; 21 — блок; 22 — рычаг; 23 — стальной трос; 24 — полая предохранительная труба; 25 — вентиляционная шахта; 26 — подвижной загрузочный бункер.

газгольдер 14, химический очиститель 15 и гидравлические затворы 13 и 16. По трубопроводу 19 ацетилен из газгольдера подается в генератор. Благодаря этому предотвращается образование вакуума при спуске ила. Для подачи карбида в камеру 1 служит подвижной загрузочный бункер 26.

Ацетилен содержит ряд вредных примесей, которые увеличивают его пожарную опасность. В число этих примесей входят:

фосфористый водород (PH_3), кремнистый водород (SiH_2), сероводород (H_2S), мышьяковистые соединения, окись углерода (CO), водород, пары воды и воздух.

Согласно ОСТ 17421—39, содержание чистого ацетилена должно быть не менее 98%, воздуха — не более 1%, фосфористого водорода — не более 0,02%, сероводорода — не более 0,08% и т. д.

Для удаления примесей из ацетилена применяют два вида очистки: 1) механическую — путем промывки ацетилена в воде (растворяются аммиак, сероводород, частично фосфористый водород и окись углерода); 2) химическую — путем пропуска ацетилена через специальную очистную массу.

Очистная масса (гераторль) представляет собой порошок желто-оранжевого цвета, изготавливаемый из двуххромовокислого натрия и серной кислоты посредством осаждения хромового ангидрида на инфузورной земле. Порошок содержит: 11—13% хромового ангидрида, 9—18% серной кислоты, 50—60% инфузурной земли, 12—15% воды. Один килограмм гераторля очищает 25 м³ ацетилена.

В очистителях массу укладывают на отдельных полках слоем 50—100 мм. Полка представляет собой металлическую решетку, покрытую марлей; на марлю помещают очистную массу, а сверху снова укладывают марлю. Обычно полки имеют форму корзин.

Пожарная опасность производства газообразного ацетилена

Ацетиленовые установки представляют значительную пожарную опасность. Взрывы их обладают большой мощностью и сопровождаются значительными разрушениями.

По статистическим данным 60,5% взрывов, отмеченных на практике, было вызвано образованием внутри аппаратов ацетилено-воздушных смесей, 14,5% — ацетилено-кислородных смесей и 25% — смесей не выясненного состава. При этом $\frac{2}{5}$ взрывов, вызванных образованием ацетилено-воздушных смесей, произошло при чистке аппаратов, пуске их в ход и перевозке, а $\frac{1}{5}$ — при действии аппаратов. Таким образом, большинство взрывов связано с образованием взрывоопасных концентраций внутри аппаратов.

Рассмотрим причины взрывов ацетиленовых установок в процессе их эксплуатации.

Большинство стационарных генераторов имеет свободное пространство в газосборнике и в ретортах или в загрузочной коробке. При пуске генераторов первые порции ацетилена образуют в этом пространстве взрывоопасную смесь с воздухом.

Появление таких смесей предотвращается только в тех установках, которые снабжены приспособлениями для предварительной продувки негорючими газами или которые не имеют

указанного свободного пространства (например, генераторы системы СТКВ).

В целях безопасности у некоторых стационарных установок свободное пространство предварительно наполняют ацетиленом из газгольдера или заполняют водой (генератор СТКВ); при этом уровень воды в генераторе повышается до загрузочной коробки.

Все эти мероприятия, осуществляемые до загрузки генератора карбидом, препятствуют проникновению в него воздуха при загрузке.

Однако, несмотря на это, ацетилен, получаемый в стационарных установках, содержит около 0,5% воздуха, а в переносных генераторах — от 0,7 до 1,2%. Получить ацетилен, совершенно свободный от кислорода, не удастся потому, что воздух проникает в генераторы вместе с карбидом, на поверхности которого он адсорбирован. Кроме того, в ацетилен попадает воздух, который был растворен в воде. Но эти количества кислорода не представляют практической опасности.

В больших количествах воздух проникает в генератор через загрузочную коробку вместе с карбидом, причем значительная часть его задерживается в шахте. Загружаемый в генератор мелкий карбид может реагировать с водой в шахте и выделять ацетилен, который просачивается в загрузочные камеры и в бункер. Следовательно, в загрузочных камерах, особенно в момент их открывания для засыпки новых порций карбида, возможно образование взрывоопасных смесей ацетилена с воздухом.

Значительное количество воздуха может проникнуть в генератор при удалении из него ила. Если во время удаления ила в генератор подается недостаточное количество воды и ацетилен не поступает из газгольдера, в последнем возникает разрежение. В результате снижения уровня воды загрузочная шахта может выйти из воды, и воздух в генератор будет поступать через загрузочную систему. Поступление ацетилена из газгольдера в генератор может прекратиться при закупоривании обратного газопровода.

Переополнение генераторов водой или снижение ее уровня также связаны с опасностью серьезной аварии. Попадание воды в загрузочную систему может закончиться взрывом вследствие сильного перегрева карбида, достаточного для воспламенения ацетилена.

Взрывоопасная среда может образоваться и внутри производственного помещения — в результате утечки ацетилена из аппаратуры. Ацетилен просачивается в помещение через появляющиеся в процессе эксплуатации установок неплотности соединений в корпусе генератора, в питателе и бункере, в газопроводах и очистных сооружениях, в гидравлических затворах и предохранительных устройствах. Утечка может происходить также через загрузочную систему в момент открывания бункера

для засыпки новых порций карбида. Через гидрозатворы ацетилен проникает в помещение и при недостаточном уровне в них воды, а через загрузочную систему — при повышении давления.

В загрузочной системе ацетилен образуется, как уже указывалось, в результате взаимодействия мелкого карбида с водой. Кроме того, во многих установках загрузочную систему продувают ацетиленом с целью вытеснения воздуха перед подачей карбида в генератор.

Утечка ацетилена в помещение может происходить и при выгрузке из генератора известкового ила, так как ацетилен выделяется из воды, в которой он растворен. Количество растворенного ацетилена зависит от температуры воды. При 0°C коэффициент растворимости равен 1,73 л/л, при 10°C — 1,31, при 20°C — 1,03, при 30°C — 0,84, при 40°C — 0,64, при 60°C — около 0,4 л/л. В новых генераторах, имеющих герметизированный спуск ила, выделение ацетилена исключается. Однако взрывоопасные концентрации могут образоваться в иловых ямах, так как вода, поступающая из генераторов, содержит значительное количество растворенного ацетилена.

При эксплуатации ацетиленовых установок возможно появление разнообразных источников воспламенения.

При засыпке карбида кальция в генераторы возможно высекание искр в результате ударов ферросилиция (соединение железа с кремнием) о стенки загрузочной камеры. При наличии в загрузочной камере взрывоопасной смеси может произойти взрыв. Куски ферросилиция часто обнаруживаются в карбиде кальция, так как в обожженной извести, применяемой для производства карбида, имеются кремний и железо.

Воспламенение горючей среды может вызвать высокая температура в зоне реакции. Взаимодействие карбида кальция с водой протекает с выделением большого количества тепла (450 ккал/кг). Поэтому, если реакцию вести при отсутствии избыточного количества воды, то карбид и ацетилен будут сильно разогреваться, и температура может подняться до величины, при которой ацетилен самовоспламеняется.

Высокая температура может возникнуть и в загрузочной камере. Если карбид содержит значительное количество пыли (более 5%), то последняя будет накапливаться на стенках загрузочной камеры и шахты и разлагаться водяными парами. Это разложение происходит при недостатке воды и сопровождается сильным нагревом пыли.

При употреблении в обычных конструкциях генераторов карбидной пыли, обладающей способностью мгновенно реагировать с водой, значительно повышается давление и образуется высокая температура, что может вызвать взрыв ацетилена. Резкое повышение температуры объясняется тем, что карбидная пыль в шахте генератора разлагается на поверхности воды, вследствие

чего выделяемое тепло в основном расходуется на нагревание образующегося ацетилена.

Кроме того, с повышением температуры скорость разложения карбида возрастает.

Изменение скорости разложения карбида в зависимости от его крупности и температуры воды иллюстрируется кривыми, приведенными на рис. 13.

Весьма характерной причиной взрывов ацетиленовых генераторов являются обратные удары пламени из сварочных горелок. Обратный удар пламени возможен при следующих условиях:

а) образовании взрывоопасных смесей внутри генератора и всей установки до сварочной горелки, например, при пуске установки без предварительной продувки;

б) обратном течении кислорода из сварочной горелки и образовании взрывоопасных смесей в шланге и трубопроводах до генератора;

в) неисправности или недостаточном уровне воды в гидравлических затворах.

Следовательно, пламя при обратных ударах может проникнуть в генератор только при наличии горючей среды в установке и отсутствии на пути надежных затворов.

Рассмотрим природу и причины обратных ударов.

Исследования показали, что характер движения газов в горелках турбулентный, особенно при прогреве мундштука, так как в последнем случае нарушается равномерность истечения. При этом внешние слои газа, соприкасающиеся со стенками мундштука, имеют значительно меньшую скорость, чем вся остальная масса в центре сечения. Это подтверждается значительным уменьшением динамического давления от оси мундштука к его стенкам.

Однако при нормально горящей горелке слой газа у стенок мундштука с низкой скоростью истечения настолько мал, что газы в нем гореть не могут. При уменьшении же скорости истечения внешний слой с малой скоростью увеличивается настолько, что в нем уже может протекать процесс горения газа. Вследствие этого пламя проникает в горелку, и происходит обратный удар, если в системе имеются соответствующие соотношения между кислородом и ацетиленом.

На возможность обратного удара пламени оказывает определенное влияние повышенное давление в горелке, которое создается благодаря уве-

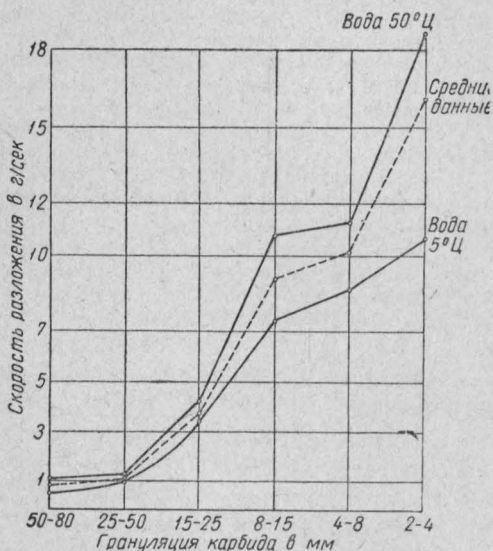


Рис. 13. Кривые скорости разложения карбида.

личению объема газов в процессе горения или взрыва. Действие взрывной волны на ацетилен может вызвать его взрывчатое разложение в шланге и без наличия кислорода, необходимого для процесса горения. В последнем случае обратный удар может распространиться в сторону генератора, даже при отсутствии взрывчатой смеси в установке.

При обогащении смеси кислородом увеличивается скорость воспламенения и уменьшается толщина слоя газа с малой скоростью истечения, необходимая для поддержания горения ввиду большой экзотермичности этой реакции.

Таким же образом влияет на появление обратных ударов и температура газов. Если газовая смесь нагрета до 200°C , то обратный удар может произойти при средней скорости истечения газов 40 м/сек . Если же газы нагреты до 300°C , скорость истечения, при которой наступает обратный удар, резко увеличивается — она доходит до 100 м/сек , в зависимости от давления газовой смеси. При таких температурах и несколько повышенном давлении газов в мундштуке могут произойти самовоспламенение газов, а следовательно, и обратный удар.

По некоторым данным, температура самовоспламенения ацетилена с кислородом при повышении давления может упасть до 200°C .

Вспыхивание газов в мундштуке приводит к резкому торможению их выхода и скорости истечения и в результате к проскоку пламени внутрь горелки.

Таким образом, обратные удары возникают вследствие того, что скорость воспламенения газов превышает скорость их истечения в небольшом, достаточном для горения при данных условиях, внешнем слое, соприкасающемся со стенками мундштука.

Наиболее распространенными причинами обратных ударов являются:

Сильное нагревание мундштука и трубки наконечника горелки. Если трубка наконечника и мундштука нагреется до $350\text{—}400^{\circ}\text{C}$, то смесь газа самовоспламенится до выхода из мундштука и произойдет обратный удар пламени в горелку (минимальная температура самовоспламенения смеси ацетилена и кислорода 352°C). Особенно сильно горелки нагреваются при сварке угловых швов, вследствие большого отражения тепла от свариваемого изделия и меньших теплотерь.

Засорение и уменьшение сечения мундштука горелки частицами расплавленного металла. Это увеличивает сопротивление истечению газов и сопровождается сильным нагревом горелки, резким уменьшением скорости истечения и обогащением смеси кислородом, так как подсос ацетилена падает.

Приближение мундштука горелки к свариваемому металлу. Это уменьшает скорость истечения газовой смеси.

Засорение мундштука и приближение его к свариваемому металлу могут вызвать обратное течение кислорода в ацетиленовый шланг и образование здесь взрывчатых смесей. При этом обратный удар обладает наибольшей разрушительной силой.

Резкое уменьшение давления кислорода (при замерзании редуктора, опорожнении баллона, засорении инжектора и т. п.). Это уменьшает скорость истечения газовой смеси из мундштука горелки.

Пожарно-профилактические мероприятия

При производстве газообразного ацетилена необходимо обеспечивать невозможность образования взрывоопасных концентраций и появления источников воспламенения.

На основании действующих правил и инструкций перед пуском ацетиленовой установки проверяют герметичность всей аппаратуры, соединительных частей и арматуры; исправность всех вращающихся и движущихся частей — барабана питателя, мешалки, клапана для пуска газа, направляющих роликов газгольдера и предохранительных устройств, к числу которых, в зависимости от типа установки, относятся предохранительные клапаны, мембраны, предохранительные трубки и т. д.

Затем всю систему (промыватели, очистители, водяные затворы и газгольдеры) продувают негорючим газом, чтобы удалить из нее воздух. С той же целью при загрузке карбида в генератор перед зарядкой аппарата и во время зарядки загрузочную камеру и бункер продувают негорючим газом. Для продувки можно применять азот или углекислый газ, подаваемый из баллона через редуктор. При этом, если генератор находится в эксплуатации, то продувку перед каждой зарядкой ведут через продувочную свечу в атмосферу.

Для стационарных генераторов системы «карбид в воду» производительностью более $50 \text{ м}^3/\text{час}$ предусматривается автоматическая продувка бункеров в период загрузки их карбидом.

Достаточно совершенной системой продувки обеспечены генераторы марки СМКВ-300 (рис. 14). Газопроводы 18 служат для продувки азотом предварительного бункера 2, рабочего бункера 3, питателя 4, шахты 5, бункера тяжелых частиц 10 и газового пространства генератора. Продувочные газы выбрасываются в атмосферу через свечу 19.

Во избежание образования взрывоопасных концентраций внутри генераторов при пуске их в работу в некоторых конструкциях (МГ, СТКВ и др.) совершенно устранено свободное пространство за счет полного наполнения газосборника водой.

В процессе эксплуатации необходимо поддерживать постоянный уровень воды в генераторах и в гидравлических затворах, чтобы предотвратить обнажение затворов и загрузочной шахты, а следовательно, утечку ацетилена. Переполнение генераторов водой также недопустимо. Воду в генератор нужно наливать точно до установленного уровня по водомерному стеклу.

Генераторы СМКВ-300 оборудованы системой непрерывной подачи воды. Она поступает по трубам 15 и 16 из водонапорного бака 17 (см. рис. 14). Количество подаваемой воды регулируется поплавковым клапаном в водонапорном баке.

Во избежание переполнения газгольдера и утечки ацетилена в помещение генераторы обеспечиваются системой автоматической подачи карбида в зависимости от расхода газа из газголь-

дера. В генераторах СТКВ (см. рис. 12) для этого служит храповой механизм 20, состоящий из блока 21 и рычага 22, которые

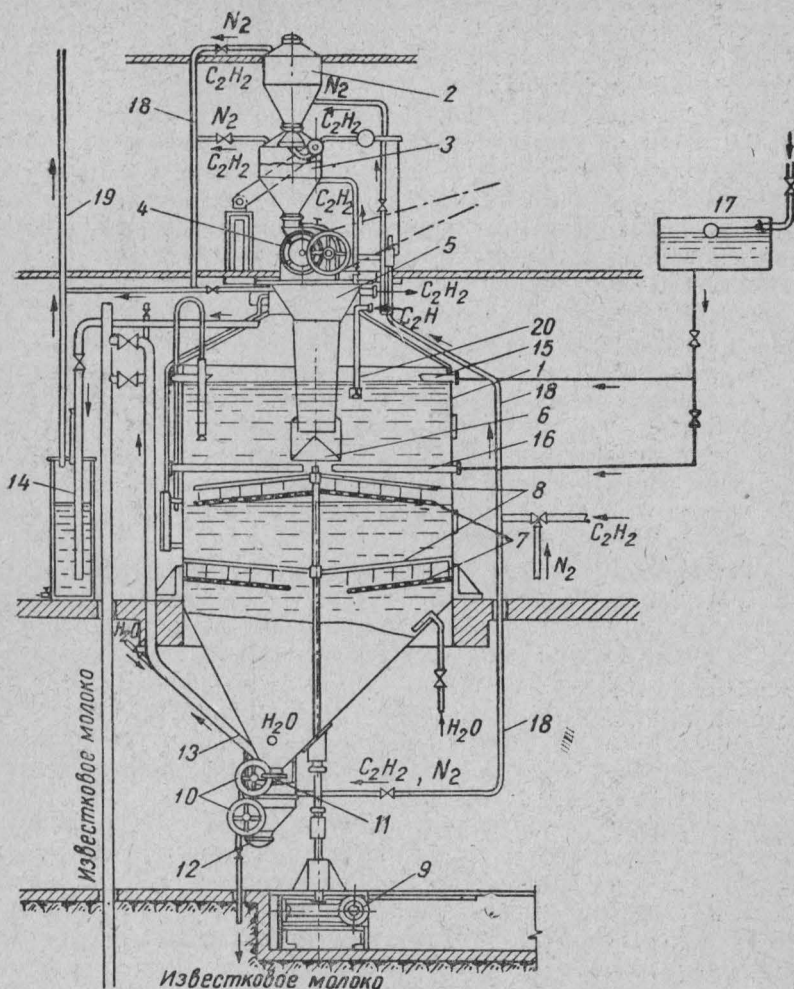


Рис. 14. Генератор СМКВ-300:

1 — корпус; 2 — предварительный бункер; 3 — рабочий бункер; 4 — питатель; 5 — шахта; 6 — конус; 7 — решетки; 8 — гребки мешалки; 9 — червячный механизм; 10 — бункер тяжелых частиц; 11, 12 — днища; 13 — сифонная трубка; 14 — гидравлический предохранительный затвор; 15, 16 — трубопроводы воды; 17 — водонапорный бак; 18 — продувочные газопроводы; 19 — продувочная свеча; 20 — обратная труба.

сидят на одной оси с секторным питателем 2 и расположены снаружи генератора. Блок и рычаг могут вращаться независимо друг от друга.

Стальным тросом 23 блок соединен с колоколом газгольдера 14. При подъеме колокола, когда газ поступает в газгольдер, блок при помощи троса и грузика на его конце вращается против часовой стрелки; рычаг в это время находится в крайнем нижнем положении, как показано на рисунке пунктиром. Когда же колокол начинает опускаться в результате расходования газа, он тянет за собой трос, и последний вращает блок по часовой стрелке. Рычаг при этом поднимается.

Чем ниже опускается колокол, тем выше поднимается рычаг. Когда колокол, вследствие почти полного израсходования газа, оказывается на расстоянии 100—150 мм от своего нижнего положения, рычаг, благодаря эксцентричной посадке, соскальзывает с зубца блока и падает вниз. При своем падении он поворачивает секторный питатель 2, и определенная порция карбида, равная примерно $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ единовременной загрузки, падает в шахту 3 и оттуда на решетку 5. В результате выделения ацетилена колокол снова поднимается вверх и т. д.

Кроме того, во избежание переполнения газгольдера и прорыва ацетилена через нижний борт колокола, в центре последнего смонтирована предохранительная полая трубка 24. Если в результате переполнения колокол дойдет до крайнего верхнего положения, то нижний конец трубки выйдет из воды, и избыток ацетилена по трубке уйдет в вентиляционную шахту 25, а оттуда в атмосферу.

Автоматическая подача карбида в генератор СМКВ-300 также регулируется количеством газа в газгольдере. Здесь при опускании колокола газгольдера включается двигатель, который вращает барабан питателя.

Для предотвращения попадания ацетилена из генераторов СМКВ через загрузочную шахту в камеру и бункер, в нижней части шахты устроен конус 4 (см. рис. 12), диаметр которого несколько больше диаметра шахты. Ацетилен отклоняется нижней плоскостью конуса и выходит за периметр шахты. Кроме того, конус равномерно распределяет карбид по всему сечению генератора. Аналогичный конус 6 (см. рис. 14) имеется в генераторах СМКВ-300.

Во избежание заиливания карбида и повышения температуры в зоне разложения, генераторы СМКВ снабжены мешалкой 6 (см. рис. 12), которая периодически поворачивается. Генераторы СМКВ-300 имеют два ряда решеток 7 (см. рис. 14), над каждой из которых расположены гребки 8, укрепленные на одном валу. Вал вращается от электродвигателя через червячный механизм 9.

При остановке генератора и выгрузке из него карбидного ила (шлама) необходимо предотвратить образование вакуума и подсос воздуха, а также попадание в этот момент внутрь генератора карбида. Для этого перед выгрузкой ила принимают следующие меры:

а) колокол газгольдера заполняют ацетиленом не менее чем на $\frac{1}{3}$ его емкости, чтобы гарантировать поступление ацетилена из газгольдера в генератор в момент выгрузки ила; в установке СТКВ для этого служит обратный газопровод 19 (см. рис. 12), а в установке СМКВ-300 — обратная труба 20 (см. рис. 14);

б) расходуют весь карбид из загрузочной камеры генератора и выключают привод питателя для подачи карбида;

в) плотно закрывают крышку загрузочной камеры;

г) подают свежую воду в генератор в таком количестве, чтобы уровень ее при спуске ила не понижался. Это, с одной стороны, предотвращает образование вакуума, а с другой — исключает обнажение загрузочной шахты и утечку ацетилена через загрузочную систему в помещение.

Генераторы СМКВ-300, как отмечено выше, обеспечены непрерывной подачей воды из водонапорного бака. Кроме того, образующееся при разложении карбида известковое молоко удаляется из генератора через сифонную трубку 13 (см. рис. 14) по закрытой системе. Более тяжелые частицы и примеси ферросилиция, угля и т. п., скапливающиеся у днища 11, высыпаются в бункер 10 и удаляются через днище 12.

Каналы для слива известкового ила из генераторов и иловые ямы должны быть плотно закрыты. Для удаления выделяющегося из ила ацетилена ямы необходимо оборудовать вытяжными трубами.

В тех случаях, когда осветленную воду из отстойника перекачивают в генераторы приводным насосом, электродвигатель устанавливают в изолированном помещении.

Около иловых ям запрещается курить, применять открытый огонь, производить сварочные работы и т. п.

Для предотвращения бурной реакции и возможности взрыва в генераторах необходимо загружать карбид только той крупности, которая указана в паспорте данного аппарата. В частности, запрещается загружать карбидную пыль в генераторы, не приспособленные для этой цели.

При пересыпании карбида из барабанов в загрузочные бункеры надо удалять из него ферросилиций во избежание ударов его о стенки и высекания искр. Внутреннюю поверхность загрузочных устройств, а также площадки и лестницы рекомендуется покрывать резиной или алюминием.

Генераторы нужно обеспечивать достаточным количеством воды. Температура воды в генераторе и ацетилена в зоне разложения не должна превышать 60° С. Для соблюдения этого требования необходимо, чтобы генератор был рассчитан на количество активной охлаждающей воды. Это количество принимают равным 10 л/кг карбида.

Для того чтобы давление ацетилена не возрастало выше пределов, указанных в паспорте, генераторы оборудуют различными приспособлениями.

У генераторов СМКВ-300 для этой цели предусмотрен специальный гидравлический затвор 14 (см. рис. 14). В случае повышения давления в генераторе выше 300—400 мм вод. ст. ацетилен выбрасывается в атмосферу через этот затвор и трубу 20. В генераторах среднего давления постоянство его поддерживается специальным регулятором, обычно пружинно-мембранного типа, устанавливаемым на линии между водяным затвором и газгольдером. В других стационарных установках давление регулируется газгольдером, а избыток газа выпускается через предохранительную трубу.

Во избежание образования взрывоопасной смеси и обратных ударов пламени генераторы снабжают гидравлическими предохранительными затворами. Они препятствуют попаданию воздуха и кислорода в установки и газопроводы, предотвращают распространение пламени по системе и локализуют распространение взрывной волны (обратных ударов) ацетиленокислородного пламени.

Предохранительные затворы бывают в основном двух видов: сухие, в виде шаровых или поршневых обратных клапанов, и жидкостные. Сухие затворы предназначены в основном для предупреждения попадания воздуха и кислорода в генераторы или магистрали. Жидкостные затворы защищают трубопроводы и аппараты от обратных ударов пламени, а также от проникновения воздуха со стороны отбора газа. В качестве запирающей жидкости, как правило, используют воду. В тех случаях, когда затвор должен работать при низкой температуре, в него заливают незамерзающую жидкость (водный раствор глицерина, этиленгликоля, хлористого кальция или поваренной соли). Ввиду возможного уноса из затвора запирающей жидкости и разбавления ее водой, содержащейся в ацетилене, необходимо периодически добавлять жидкость в затвор и заменять ее свежей.

Надежность гидравлических затворов при обратных ударах пламени повышается при использовании вместо воды других жидкостей, обладающих большей упругостью пара. Опытами М. Майера установлено, что чем больше упругость пара запирающей жидкости, тем надежнее затвор. При испытаниях затворов, заполненных керосином и бензолом, не отмечалось случаев обратных ударов. В этих же условиях через водяные затворы пламя прорывалось в 9 опытах из 15.

Во избежание проникновения в установку взрывной волны при обратных ударах пламени необходимо следить за достаточным уровнем жидкости в затворах. Уровень проверяют при помощи пробных краников.

В последнее время, кроме гидравлических затворов, для повышения безопасности работы ацетиленовых станций применяют специальные предохранители, препятствующие попаданию взрывной волны из газопровода в аппараты. Такие предохранители устанавливают при выходе ацетилена из станции.

На рис. 15 изображен предохранитель с насадкой. Ацетилен поступает в предохранитель по газопроводу 1, проходит через сетку 2 и насадку 3 из пористого материала, приподнимает клапан 4 и направляется в газопровод 5. В случае обратного удара пламени взрывная волна, попадая в предохранитель, своим давлением закрывает клапан 4. Если она при этом частично проскочит через клапан, то окончательно будет погашена в насадке из пористой массы.

Насадка одновременно выполняет и другие функции, например, служит огнепреградителем. Такой предохранитель надежен, но обладает значительным сопротивлением, вызывающим потерю давления газа.

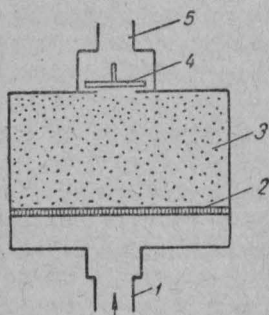


Рис. 15. Предохранитель с насадкой:

1 — газопровод; 2 — сетка; 3 — насадка; 4 — клапан; 5 — газопровод.

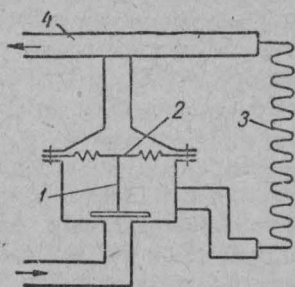


Рис. 16. Магистральный предохранитель с клапаном и обводным змеевиком:

1 — клапан; 2 — мембрана; 3 — змеевик; 4 — магистраль потребителя

На рис. 16 показан магистральный предохранитель с клапаном и обводным змеевиком. Ацетилен при движении к потребителю проходит в предохранитель, где приподнимает клапан 1, связанный с мембраной 2, и по змеевику 3 поступает в магистраль. При распространении взрывной волны в обратном направлении она давит на мембрану и прикрывает клапан 1, плотно закрывая входное отверстие, прежде чем его успеет достигнуть волна, идущая нормально через змеевик.

Наиболее совершенные предохранители снабжены фотоэлементами, которые устанавливаются на газовой магистрали. При возникновении в ней взрывной волны фотоэлементы воздействуют на реле и прикрывают обратные клапаны.

Ремонт и монтаж ацетиленовых генераторов и трубопроводов, связанные с разборкой, нагревом, сваркой, пайкой или другими работами, при которых возможно искрообразование, допускаются только при условии:

полного удаления ацетилена и гашеной извести из всех аппаратов, находящихся в данном помещении;

предварительной двойной промывки водой ремонтируемого аппарата с целью растворения остатков ацетилена, которые могут в нем находиться;

тщательного проветривания помещения, в котором производятся ремонтно-монтажные работы.

Отогревать замерзшие аппараты и трубопроводы разрешается только горячей водой или паром.

Пожарная опасность производства растворенного ацетилена

Технологический процесс производства растворенного ацетилена в основном состоит из двух стадий:

получения газообразного ацетилена;

сжатия ацетилена и наполнения им баллонов.

Первая стадия рассмотрена выше. Вторая стадия включает следующие операции:

сжатие ацетилена в компрессоре;

сушку ацетилена;

подготовку баллонов к наполнению;

наполнение баллонов.

Станция для производства растворенного ацетилена изображена на рис. 17.

Ацетилен сжимается в специальных компрессорах 1 и 2 до 22—25 атм. По выходе из компрессоров он проходит маслоотделитель и направляется в осушительную батарею 3 или 4. Сушка производится гранулированным безводным хлористым кальцием в баллонах батареи. В последнее время для сушки стали применять карбид кальция, который является более энергичным осушителем. После такой сушки остаточная влажность ацетилена не превышает 0,07%. Из осушительной батареи ацетилен подается к дополнительной установке (рампам) 5, где установлены баллоны, заполненные специальной пористой массой и растворителем — ацетоном.

Перед наполнением определяют количество недостающего в баллоне ацетона и производят дополнительное ацетонирование на приборе 10. Количество недостающего ацетона определяют после взвешивания баллона на весах 9.

Растворение ацетилена в ацетоне происходит медленно, поэтому газ накачивают в два приема, в общей сложности в течение 7—9 час. с интервалом в 6—12 часов.

Процесс производства растворенного ацетилена представляет большую пожарную опасность, чем газообразного, так как сжатие газа до значительных давлений сопровождается повышением его взрывоопасности.

Наиболее пожароопасными помещениями являются компрессорные и наполнительные, в которых чаще всего возникают пожары и взрывы, сопровождающиеся большими разрушениями.

Например, в 1929 г. произошел взрыв на ацетиленовом заводе

в Берлине — Борзигвальде. В наполнительном цехе, где возник взрыв, находилось 2000 баллонов с ацетиленом, около 30 баллонов с азотом и несколько баллонов с кислородом. Это усилило разрушительную силу взрыва. Причиной его явился разрыв одной

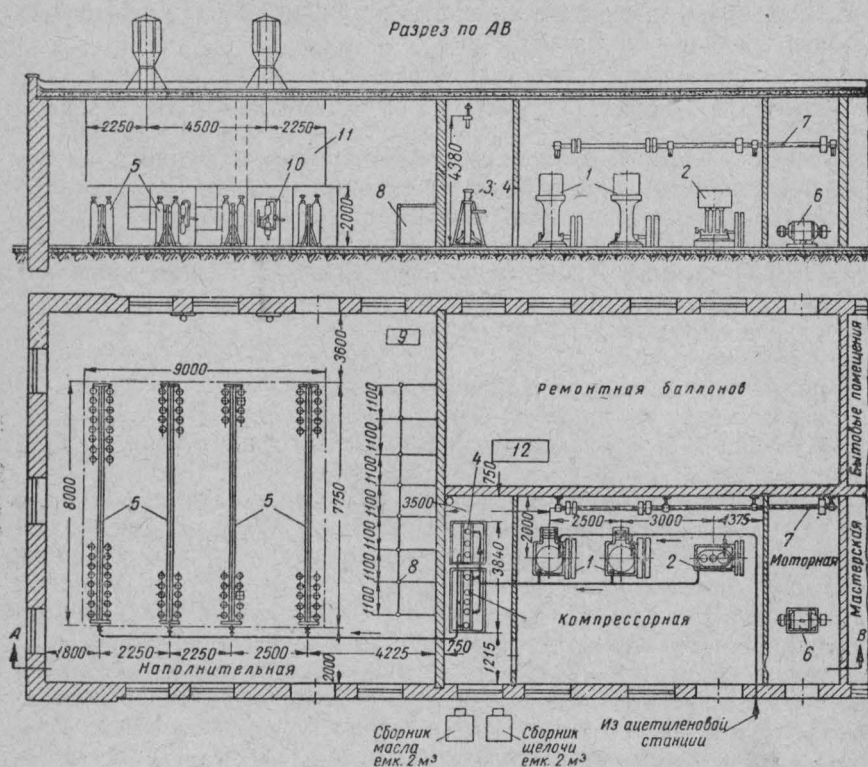


Рис. 17. Станция для производства растворенного ацетилена:

1, 2 — компрессоры; 3, 4 — осушительные батареи; 5 — наполнительные установки (рампы); 6 — двигатель для привода компрессоров; 7 — вал привода; 8 — гнезда для баллонов; 9 — весы; 10 — установки для ацетонирования баллонов; 11 — вытяжной зонт; 12 — яма для испытания баллонов.

или нескольких трубок, соединявших баллоны с наполнительной рампой. Газ, находившийся под высоким давлением, проник в помещение и образовал взрывчатую смесь с воздухом.

В другом случае пожар также произошел в результате разрыва наполнительной трубки. Прорвавшийся ацетилен воспламенился, причем пламя охватило всю наполнительную установку и перешло на сгораемое покрытие. Однако пожар был ликвидирован без взрывов в результате своевременной и обильной подачи воды на баллоны у рампы.

В компрессорном и наполнительном отделениях опасность

обуславливается высокими давлениями, под которыми находится ацетилен в установке. Давление, как отмечено выше, доходит до 22—25 атм, а ацетилен становится опасным уже при давлении свыше 2 атм. Наличие высоких давлений, с одной стороны, и недостаточное охлаждение газа в цилиндрах и холодильниках компрессора, с другой, приводят к перегреву ацетилена и могут вызвать его разложение.

Однако наиболее вероятно самовоспламенение ацетилена, пропавшего в помещение из аппаратуры под давлением. С этой точки зрения, очень опасна наполнительная установка. Здесь в результате негерметичного соединения гибкого шланга с боковым штуцером вентиля баллона, а также негерметичности сальников вентиля возможна утечка ацетилена в помещение.

Особенно же опасен разрыв наполнительных трубок или гибких шлангов, что вызывает утечку в помещение больших количеств ацетилена, причем в момент разрыва трубок или утечки ацетилена могут возникать и источники воспламенения.

Наиболее характерны следующие источники воспламенения.

Самовоспламенение ацетилена при прорывах его под давлением. Это явление часто объясняют электростатическими разрядами. Однако электрические разряды возникают только при горизонтальном положении баллонов, когда вместе с газом увлекаются влага или ацетон, при условии вихревого истечения с большой скоростью. У свеженаполненных или переацетонированных ацетиленовых баллонов с давлением газа 21—25 атм наблюдались заряды напряжением до 6000 в.

Практика эксплуатации баллонов показывает, что чаще самовоспламенение газа происходит при прорывах через резьбу вентиля. В этом случае имеет место усиленное трение в шероховатой полости резьбы при наличии сухого уплотнения из свинцового глета. То же самое происходит при утечке газа через сальник ацетиленовых вентилях.

Наличие ржавчины и прочих твердых веществ, увлекаемых газовым потоком, вызывает разогрев ацетилена и оказывает каталитическое действие. При наличии окислов железа ацетилен во время опытов воспламенялся при 260—280° С против обычной температуры около 450° С.

Высекание искр в результате ударов лопнувших металлических соединительных трубок. Искры могут вызвать воспламенение газа при его прорывах в помещение.

Резкое сжатие газа в системе трубопроводов. При этом явлении в результате каталитического воздействия окислов железа (ржавчины) происходит разложение ацетилена.

В практике эксплуатации ацетиленовых установок на стенках трубопроводов высокого давления, между компрессором и осушительной батареей, иногда происходит отложение кристаллогидрата ацетилена. Твердый кристаллогидрат образуется в результате контакта ацетилена с водой и представляет собой кри-

сталлическое вещество, напоминающее снег или лед. Такое явление, условно называемое «замерзанием» трубопроводов, наблюдается при температуре выше 0°C и не может иметь места только при температуре выше 16°C . «Замерзание» вызывает уменьшение сечения или полное закупоривание трубопроводов и может быть причиной повышения давления в системе и взрыва ацетилена.

Теплота механической энергии, трения и ударов инструмента, особенно в момент утечки газа через неплотности вентиля.

Взрыв баллонов может произойти вследствие недоброкачества материала их стенок и пористой массы, перегрева при наполнении, падения и сильного удара о твердые поверхности, неправильного ацетонирования и т. п.

Пожарно-профилактические мероприятия

В компрессорном отделении во избежание образования в помещении взрывоопасных концентраций необходимо обеспечивать герметичность всех соединений трубопроводов и сальников компрессоров и регулярно следить за ними.

Чтобы предотвратить засос в компрессор воздуха и образование там взрывоопасной смеси, нужно тщательно следить за герметичностью на всасывающей стороне трубопроводов. Из тех же соображений, перед пуском компрессора газгольдер надо наполнять ацетиленом не менее, чем на $\frac{1}{3}$ его полезного объема.

Компрессоры оборудуют надежной системой охлаждения. После каждой ступени газ проходит через змеевик, погруженный в ванну с водой. Цилиндры охлаждаются циркулирующей водой. Температура ацетилена по выходе из компрессора должна быть не выше 35°C , что обеспечивается соответствующей скоростью протекания воды через холодильники. Если ацетилен в компрессоре перегревается, увеличивают интенсивность его охлаждения.

Все трущиеся части компрессоров регулярно смазывают. Особенно тщательной смазке должны подвергаться цилиндры. Температура вспышки компрессорного масла допускается не ниже 240°C . Во время работы компрессора необходимо следить за исправностью механизмов, подающих масло, не допуская как недостаточной, так и излишней его подачи. Перед пуском компрессора проверяют наличие масла в масленках и маслопроводах.

Во избежание распада ацетилена максимальное давление после последней ступени компрессора допускается не выше 22 атм для двухступенчатых и 25 атм для трехступенчатых компрессоров. При повышении давления выше указанных пределов компрессор останавливают и проверяют клапаны.

На станциях большой производительности в компрессорном помещении целесообразно оборудовать автоматическую сигнализацию, оповещающую о достижении нижнего предельного полож-

ния колокола газгольдера и максимального давления ацетилена в наполнительном отделении.

Вне здания ацетиленовой станции желательно иметь дистанционный аварийный выключатель для остановки компрессоров.

В процессе эксплуатации компрессоров необходимо следить за исправностью предохранительных клапанов и продувать их не реже одного раза в смену.

Для предупреждения образования водяных пробок в газопроводах, подводящих ацетилен к компрессорам, а также для предотвращения возможности подсоса воздуха через образовавшиеся неплотности при появлении разрежения во всасывающей линии, между компрессором и газгольдером рекомендуется устанавливать уравнильный сосуд 10 (см. рис. 11). Он представляет собой небольшой мокрый газгольдер, свободный подъем колокола которого ограничивается пружиной. Уравнильный сосуд сглаживает толчки во всасывающей линии и сигнализирует об образовании пробок в ней, так как его колокол при этом резко опускается.

Во избежание конденсации паров воды в цилиндрах компрессора рекомендуется предварительно пропускать ацетилен через осушители низкого давления, устанавливаемые между компрессором и уравнильным сосудом или газгольдером.

В процессе эксплуатации компрессоров необходимо регулярно следить за нагревом подшипников, не допуская повышения температуры сверх 60—70° С.

Запорные вентили у компрессоров и трубопроводов, во избежание разложения ацетилена, следует открывать медленно.

В наполнительном отделении особое внимание необходимо обращать на присоединение гибких шлангов к вентилям баллонов. Нужно следить за качеством прокладок на боковом штуцере вентилей и за плотностью подтягивания хомутов. Сальники вентилей в момент наполнения также не должны иметь пропусков.

При первом включении установки в работу после длительной остановки или ремонта, всю ее (рампу, осушительную батарею, трубопроводы) продувают ацетиленом для вытеснения воздуха. Газы при продувке удаляются через вентиляционную трубу в атмосферу.

Баллоны перед присоединением к наполнительной установке подвергают тщательному осмотру. В случае обнаружения каких-либо повреждений, неисправности вентиля, отсутствия башмака, отличительной окраски и надписи, просроченности даты испытания, признаков нахождения в условиях пожара и т. д. баллоны бракуют и к наполнению не допускают.

Каждый баллон перед наполнением должен иметь остаточное давление не менее 2 атм и подвергаться ацетонированию, если при взвешивании обнаружится недостача ацетона. Передавливать ацетон из прибора в баллон лучше всего при помощи сжа-

того азота, подаваемого через редуктор. Хранение ацетона в наполнительной не допускается.

В процессе наполнения ацетиленом баллоны не должны нагреваться свыше 45°C . Прогрев баллонов обычно определяют наощупь. При обнаружении более сильного нагрева баллон немедленно выключают из установки, удаляют из наполнительного помещения и охлаждают водой, выпустив предварительно ацетилен. После этого проверяют состояние пористой массы в баллоне.

В летнее время, ввиду худших условий охлаждения, продолжительность накачки газа в баллоны увеличивают.

По окончании наполнения и после остывания баллона давление газа в нем должно соответствовать данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Допускаемое давление ацетилена в баллоне после наполнения

Температура окружающего воздуха в $^{\circ}\text{C}$	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+40
Давление в атм	8,5	10	11,5	13	15	16	18	21	25

Наполнение баллонов до давлений, превышающих указанные величины, не допускается.

После наполнения и вторичного взвешивания баллона проверяют герметичность вентиля мыльной водой. При отсутствии пропуска газа на баллон надевают колпак и направляют его на склад.

Все помещения ацетиленовой станции должны быть оборудованы вентиляцией. На крупных станциях в генераторной, компрессорной, наполнительной, ремонтно-испытательной мастерской, кроме естественной вентиляции, устраивают механическую вентиляцию с подачей воздуха в рабочую зону. В наполнительной, кроме того, устраивают местную вентиляцию от наполнительных установок в виде вытяжных шахт и дефлекторов.

Электрооборудование и электроосвещение ацетиленовых цехов и складов карбида и баллонов должно отвечать требованиям, предъявляемым к помещениям категории В-І. При непрерывной работе станции генераторную, компрессорную и наполнительную оборудуют аварийным освещением.

Отопление ацетиленовой станции допускается только центральное — паровое, водяное или воздушное. В складах карбида устройство отопления воспрещается.

Для устранения местного нагрева ацетиленовых баллонов

отопительные приборы ограждают экранами, а баллоны располагают не ближе 0,7 м от экранов.

В здании, где производится газообразный ацетилен, согласно нормам Главкислорода, могут располагаться следующие помещения: генераторная, раскупорочная, промежуточный склад карбида, кладовая, бытовые помещения. При производстве растворенного ацетилена в здании, кроме того, могут располагаться: компрессорная, наполнительная, отделение наполненных и порожних баллонов, ремонтно-испытательная мастерская, малярная, контора.

Сооружения известкового (илового) хозяйства должны находиться вне здания.

Генераторное и наполнительное помещения отделяются друг от друга глухой несгораемой стеной. Ацетиленовые компрессоры выделяются в отдельное помещение. При производительности до 50 м³/час компрессоры могут размещаться в наполнительной. Газгольдеры общей емкостью 100 м³ и выше выносятся за пределы здания. Сухие газгольдеры с давлением до 1 атм и емкостью до 10 м³ могут располагаться в генераторной. Мокрые газгольдеры емкостью более 20 м³ выносят в особое помещение.

Здание ацетиленовой станции должно быть одноэтажным, бесчердачным, I или II степени огнестойкости, с максимальным остеклением наружных стен. Покрытия устраиваются легкими, несгораемыми. Полы в наполнительной, складе баллонов, ремонтно-испытательной мастерской должны быть деревянными (без подполья) или из других материалов, не выделяющих искр, а в малярном помещении — несгораемыми. Бетонные полы в генераторных, газгольдерных и других помещениях покрываются асфальтом, а металлические площадки — резиновыми ковриками.

Разрывы между отдельно стоящими зданиями ацетиленовых цехов производительностью до 150 м³/час и другими смежными зданиями определяются требованиями Н 102—54. Для ацетиленовых цехов производительностью свыше 150 м³/час разрывы увеличиваются на 10 м.

Разрывы между зданиями ацетиленового и кислородного цехов принимаются не менее 150 м (ацетиленовый цех располагается с подветренной стороны).

Участок ацетиленовой станции должен быть удален от цехов и установок с открытым огнем (доменные, кузницы, литейные, термические и пр.), а также от цехов с производством хлора и других газов, образующих с ацетиленом взрывоопасные смеси, не менее чем на 100 м (эти цехи располагаются с подветренной стороны).

Ацетиленовые станции производительностью до 25 м³/час допускается размещать в пристройках к производственным корпусам и в самих корпусах.

Ацетиленовые станции оборудуются водопроводом. Как показывают опыты и практика, горение ацетилена, выходящего из

трубопроводов, баллонов и других аппаратов под низким давлением, удастся прекратить струей воды высокого давления. Горение ацетилена, прорывающегося под высоким давлением, ликвидировать водой трудно. Однако и в этом случае вода необходима для охлаждения аппаратов и газовых баллонов.

В складах карбида и раскупорочных помещениях применять воду запрещается.

Хорошие результаты при тушении горящего факела ацетилена дает применение сухих и углекислотных огнетушителей, а также азота под высоким давлением. Рекомендуется применять для этих целей ручные углекислотные огнетушители УО-2 и УО-5, а также возимые огнетушители УП-2.

Помещения ацетиленовой станции обеспечиваются огнетушителями в зависимости от ее производительности согласно нормам Главкислорода. Например, на станции производительностью от 25 до 100 $\text{м}^3/\text{час}$ устанавливают: в генераторном отделении — 1 шт. УП-2 и 3 шт. ОУ-5, в газгольдерном — 2 шт. ОУ-5, в компрессорном, наполнительном и складе баллонов — по 3 шт. ОУ-5, в основном складе карбида — 1 шт. УП-2 и 2 шт. ОУ-5. При производительности станции более 100 $\text{м}^3/\text{час}$ количество огнетушителей увеличивают в среднем в полтора раза. Кроме того, на складах карбида и в генераторных помещениях устанавливают ящики с сухим песком из расчета один ящик емкостью не менее 0,5 м^3 (с лопатой) на каждые 50 м^2 площади помещения.

В случае воспламенения газа в генераторном помещении, при загрузке карбида, генератор отключают от газгольдера и продувают его азотом или углекислым газом, а для тушения применяют сухие или углекислотные огнетушители.

Если пожар возникает в наполнительном помещении, немедленно останавливают компрессоры и закрывают вентили на всех трубопроводах компрессоров, наполнительной установки и баллонов. При этом в первую очередь принимают меры для тушения огня на линии высокого давления.

При возникновении пожара на ацетиленовой станции рекомендуется в аппараты и коммуникации подавать азот или углекислый газ.

Пожарная опасность и профилактические мероприятия при производстве ацетилена в передвижных генераторах

В передвижных генераторах, так же как и в стационарных, ацетилен получается в результате взаимодействия карбида кальция с водой.

Наибольшее распространение имеют передвижные генераторы «Рекорд» (РА), МГ, ГНВ-1,25 и ГВР-1,25. Эти аппараты репортного типа работают по системе «вода на карбид».

Генератор РА относится к аппаратам низкого давления. Устройство его показано на рис. 18. В корпусе 1, наполненном

водой, плавают колокол 2, который служит хранилищем ацетилена и определяет величину его давления.

В нижней части корпуса параллельно расположены две реторты 3, в которые устанавливаются загрузочные ящики 4, разделенные перегородками на четыре отделения. Каждая реторта имеет газоотводную трубку 14, накрытую сверху колпачком 15, создающим гидравлический затвор на пути движения ацетилена из реторты под колокол. Из колокола ацетилен направляется к потребителю по трубопроводу 16 через химический очиститель 5 и гидравлический затвор 6.

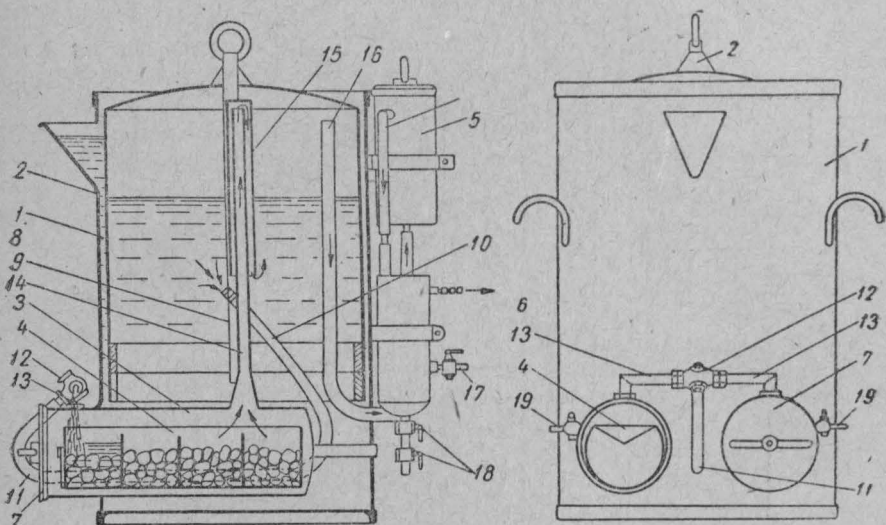


Рис. 18. Генератор РА:

1 — корпус; 2 — колокол; 3 — реторты; 4 — загрузочные ящики (коробки) 5 — химический очиститель; 6 — гидравлический затвор; 7 — крышка реторты; 8 — ниппель; 9 — предохранительная труба; 10 — шланг; 11, 13 трубки 12 — трехходовой кран; 14 — газоотводная трубка; 15 — колпачок; 16 — трубопровод к потребителю; 17 — краник для проверки уровня воды; 18 — краники для выпуска воды; 19 — краники на ретортах.

Вода в реторты поступает через патрубок (ниппель) 8, который прикреплен наглухо к предохранительной трубе 9, и затем через резиновый шланг 10, трубку 11 и трехходовой кран 12.

Когда под колоколом находится небольшое количество ацетилена, ниппель и резиновый шланг погружены в воду, и при открывании трехходового крана 12 вода поступает в реторты. Образующийся при этом ацетилен проходит под колокол по трубке 14 и поднимает его вверх, в результате чего патрубок 8 выходит из воды и прекращает подачу ее в реторты. При опускании колокола патрубок 8 снова погружается в воду и т. д.

Таким образом, обеспечивается автоматическая регулировка производительности генератора в зависимости от потребления ацетилена.

Генератор МГ (рис. 19) в отличие от генератора РА является аппаратом среднего давления и не имеет колокола. Корпус 1 разделен перегородкой 2 на две части, которые сообщаются между собой циркуляционными трубами 3. В нижней части корпуса расположены две реторты 4, в которые загружаются ящики 5 с карбидом.

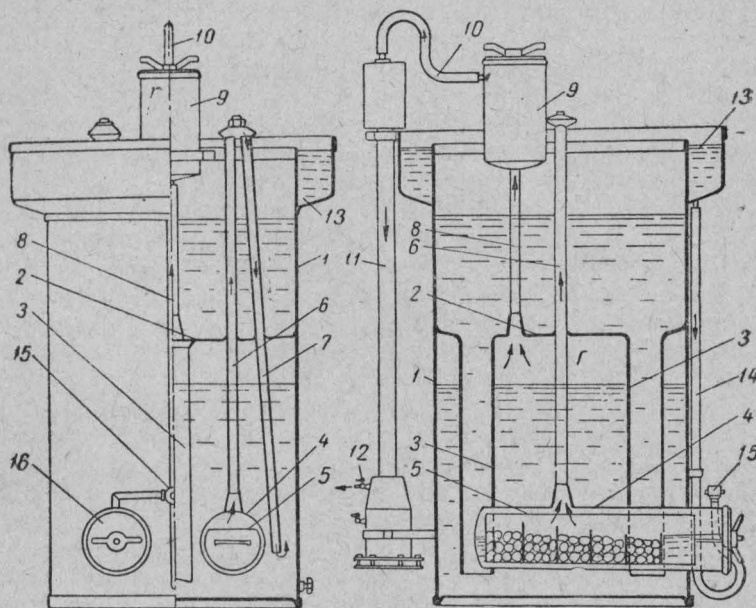


Рис. 19. Генератор МГ:

1 — корпус; 2 — горизонтальная перегородка; 3 — циркуляционные трубы; 4 — реторты; 5 — ящики с карбидом; 6, 7 — газоотводные трубки от реторт; 8 — газоотводная труба из газосборника Г; 9 — химический очиститель; 10 — шланг; 11 — гидравлический затвор; 12 — кран; 13 — кольцеобразный резервуар; 14 — сифонная трубка; 15 — трехходовой кран; 16 — продувочные краники.

Ацетилен из реторт по трубкам 6 и 7 поступает в нижнюю часть корпуса (газосборник) и скапливается под днищем. При этом часть воды вытесняется ацетиленом в верхний резервуар по двум сообщающимся трубам 3, благодаря чему регулируется переменный объем газового пространства. Вода в реторты поступает из отдельного кольцеобразного резервуара 13 через сифонную трубку 14 и трехходовой кран 15.

Когда давление ацетилена в реторте уравнивается напор воды в колене сифонной трубки 14, поступление воды в реторту прекращается. По мере расходования ацетилена давление в ре-

торте падает, и вода снова начинает поступать в нее через трубку 14. Из газосборника ацетилен через трубку 8, химический очиститель 9, шланг 10, гидравлический затвор 11 и кран 12 подается по шлангу к потребителю.

Генератор МГ — более совершенный и безопасный аппарат, чем РА, так как газосборник не имеет свободного пространства, заполненного воздухом до пуска в работу. Здесь весь объем газового пространства до работы генератора заполняется водой.

Рабочее давление газа колеблется в пределах от 300 до 350 мм вод. ст. При внезапном прекращении отбора газа давление повышается до 900 мм.

Размеры генератора: высота — 114 см, диаметр — 59 см, производительность — 2000 л/час.

Генератор ГНВ-1,25 (рис. 20) выпускается промышленностью взамен генератора РА. По конструкции он во многом похож на генератор МГ. При давлении газа 250—260 мм вод. ст. уровень воды в генераторе опускается ниже крана 4, и она перестает поступать в реторту 2. Одновременно вода из реторты вытесняется газом в сосуд 10, и разложение карбида прекращается. При отборе газа вода снова поступает в реторту из сосуда 10 и по шлангу 5, и газообразование возобновляется.

Опасность передвижных генераторов во многом аналогична опасности стационарных установок.

При пуске генераторов ретортного типа первые порции ацетилена образуют взрывоопасную смесь с воздухом в ретортах, а генераторов РА — также под колоколом. При перезарядке реторт, после извлечения загрузочной коробки с илом, они заполняются воздухом. В начале новой реакции, после загрузки реторт карбидом, в них создаются взрывоопасные концентрации местного порядка.

Взрывоопасные смеси могут образоваться и при выгрузке ящиков с илом, если их вынимают из реторт раньше, чем они успеют полностью заполниться водой и освободиться от газа.

В генераторах низкого давления воздух может проникнуть при их перегрузке, когда газ из них потребляется мощными го-

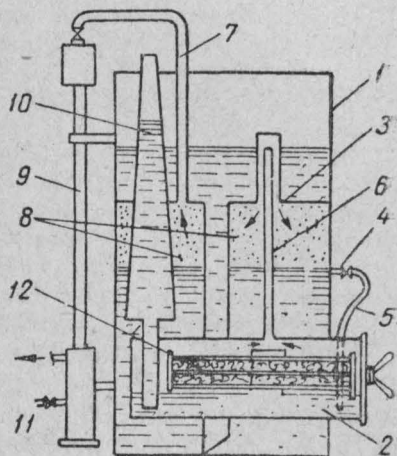


Рис. 20. Генератор ГНВ-1,25:

1 — корпус; 2 — реторта; 3 — перегородка; 4 — кран; 5 — шланг подачи воды в реторту; 6 — газоотводная трубка из реторты; 7 — газоотводная трубка из газосборника; 8 — гидравлический затвор; 9 — буферный сосуд; 10 — краник гидравлического затвора; 11 — ящик с карбидом.

релками. В этом случае внутри генератора образуется вакуум, и воздух проходит в установку через предохранительные трубки гидравлических затворов и другие неплотности.

Не меньшую опасность представляет утечка ацетилена в окружающую среду, особенно если генератор эксплуатируется в небольшом помещении. Утечка ацетилена происходит:

а) при выгрузке ила из реторт, если они полностью не залиты водой, или уровень воды в генераторе недостаточен. В последнем случае обнажается затвор колпачка и газ из-под колокола через открытую реторту выходит в помещение;

б) при негерметичности уплотнения в крышке реторт;

в) при переполнении реторт карбидом. Если в реторту будет загружена коробка с большим количеством карбида (больше половины объема коробки), то происходит забивание газоотводящей и водоподводящей трубок генератора, так как объем образующегося $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в 1,5—2 раза превышает объем карбида. При этом давление ацетилена в реторте может повыситься настолько, что вырвет крышку реторты;

г) при резком повышении давления в генераторе вследствие попадания в загрузочный ящик карбидной пыли, а также при наличии дополнительного груза на колоколе. В этом случае газ выбрасывается через предохранительную трубку гидравлического затвора и трубку колокола.

Источниками воспламенения при эксплуатации передвижных генераторов могут быть:

Высокая температура раскаленного карбида при извлечении из реторт загрузочных ящиков, неполностью наполненных водой. Основной причиной перегрева карбида в ретортах является загрязненность его илом на поверхности коробки.

Известковый ил обволакивает еще не прореагировавший с водой карбид. Дальнейшая реакция газообразования происходит через слой ила, покрывающего карбид, при недостатке воды. Масса ила при этом препятствует рассеиванию тепла от места газообразования, и карбид в результате нагревается до высокой температуры. Как указано выше, температура в зоне разложения карбида при недостатке воды может превышать 1000°C . При извлечении коробок, вследствие расплескивания ила, такой очаг обнажается и может вызвать воспламенение остатков ацетилена.

Заливание карбида происходит вследствие наличия в нем карбидной пыли, которая быстро реагирует с водой и обволакивает более крупные частицы, а также вследствие смачивания сразу значительного количества карбида. При заливании генератор обычно вновь загружается карбидом раньше, чем карбид предыдущей загрузки успеет полностью прореагировать с водой. Поэтому перезарядка представляет опасность, так как имеются все условия для взрыва или вспышки: высокая температура, остатки выделяющегося ацетилена и воздух.

Кроме того, в генераторах ретортного типа возможен местный

перегрев карбида и ацетилена вследствие того, что загрузочный ящик устанавливается непосредственно на дно реторт и нижняя его часть плохо омывается и охлаждается водой. В генераторах последних конструкций внутри реторт укреплен рельс, к которому на роликах подвешивается загрузочный ящик. Благодаря этому ящик омывается со всех сторон водой и равномерно охлаждается.

Сильный перегрев карбида и ацетилена происходит в генераторах контактного типа с погружением карбида, так как его разложение происходит в газовой среде.

Обратные удары пламени из сварочной горелки. Причины обратных ударов рассмотрены выше.

Разложение ацетилена в результате резкого повышения давления в генераторе.

Оттаивание замерзших генераторов с применением открытого огня, скалывание льда и т. п.

Во избежание образования внутри генераторов взрывоопасных концентраций при проектировании новых конструкций устраняют свободное пространство в газосборнике. Это сделано, например, в генераторах МГ и ГНВ-1,25.

При пуске существующих генераторов в работу, перед подачей воды в реторту, открывают продувочный краник 19 (см. рис. 18) и продувают реторту первыми порциями ацетилена. Смесь газа с воздухом выпускают через краник 19 в атмосферу. Продувку ведут при реакции в первой секции коробки, после продувки краник 19 закрывают.

Когда под колоколом накопится небольшое количество ацетилена, открывают кран на ниппеле гидрозатвора и продувают всю систему: генератор, очиститель, водяной затвор и шланги до сварочной горелки для удаления из них остатков воздуха. Только после продувки можно зажечь горелку (в противном случае может произойти обратный удар и возникнуть взрыв в генераторе). После того как газообразование в первой реторте закончится и из открытого краника 19 будет выливаться вода, пускают в работу вторую реторту таким же образом, как указано выше.

Первую реторту в течение некоторого времени открывать не следует — необходимо дать карбиду полностью разложиться. Чтобы избежать вспышек, крышки реторт следует открывать только тогда, когда реторты будут полностью залиты водой и из них будет выпущен газ (избыточное давление) через краник 19.

В дальнейшем, после каждой зарядки, реторты продувают первыми порциями ацетилена для удаления воздуха через продувочный краник, а перед выгрузкой загрузочной коробки с илом проверяют, полностью ли реторты залиты водой.

Во избежание закупоривания газоотводящей трубки, повышения давления в ретортах и отрыва их крышек, карбид в загрузочные ящики следует загружать до половины их высоты.

Чтобы предотвратить утечку ацетилена из-под колокола через реторты при их перезарядке, необходимо следить за наличием на газоотводящих трубках колпачков 15 и за достаточным уровнем воды в генераторе.

Для устранения источников воспламенения важное значение имеет применение карбида определенной крупности — не ниже 25×50 и 15×25 мм. Не допускается использование карбидной пыли, так как это приводит к заиливанию и нагреву карбида в

зоне реакции до высоких температур. Из тех же соображений загрузочные ящики разбивают на несколько секций перегородками, чтобы сразу не смачивать весь карбид.

Перед выгрузкой ила реторты полностью заливают водой, чтобы изолировать раскаленные куски карбида под слоем ила и тем самым ликвидировать возможный источник воспламенения.

Нельзя допускать повышения температуры воды в генераторе более 60°C и нагрев ацетилена в зоне разложения карбида свыше 100°C . Температуру регулируют интенсивностью пода-

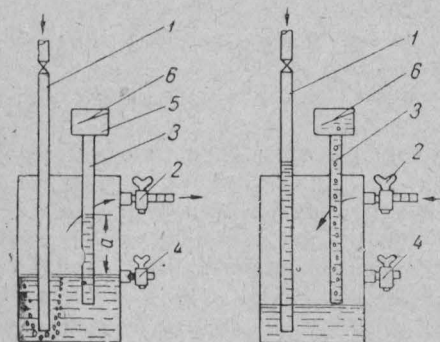


Рис. 21. Схема водяного затвора низкого давления:

1 — газоотводящая труба из генератора; 2 — кран шланга; 3 — предохранительная трубка; 4 — контрольный кран; 5 — воронка; 6 — перегородка.

чи воды. Как показывает расчет, количество воды на 1 кг карбида должно быть не менее 7—10 л.

В генераторе необходимо поддерживать нормальное давление, указанное в паспорте, не допуская увеличения его свыше 1,5 атм. Передвижные генераторы среднего и высокого давления для этой цели имеют специальные предохранительные клапаны. Например, генератор ПВД (конструкции Парфелова) с рабочим давлением 0,8 атм имеет регулятор давления и предохранительный клапан, открывающийся при давлении 1,1—1,2 атм. Таким же предохранительным клапаном снабжен генератор МСТ-1 (конструкции Фалькевича и Тейеля). Генератор ГВР-1,25 оборудован предохранительным клапаном и разрывной мембраной.

Для предупреждения проникновения в генераторы обратного удара пламени их снабжают гидравлическими затворами, в которых необходимо поддерживать нормальный уровень воды. Уровень проверяют по специальному кранику перед пуском генератора в ход и во время работы через каждые 2—3 часа. Работа без водяного затвора запрещается. Если генератор подает ацетилен нескольким постам, то у каждого поста устанавливают от-

дельный водяной затвор в дополнение к имеющемуся на генераторе.

Затворы бывают низкого, среднего и высокого давления. На рис. 21 изображена схема действия затвора низкого давления. Ацетилен по газоотводящей трубе 1 поступает в затвор, наполненный водой до уровня контрольного крана 4. Пробулькивая через воду, ацетилен собирается в газовом пространстве затвора и затем через кран 2 идет в шланг и горелку. Затвор имеет предохранительную трубку 3, оканчивающуюся воронкой 5. В воронке установлена перегородка 6, препятствующая выливаю воды при обратных ударах. Чем выше давление ацетилена, тем выше должна быть предохранительная трубка.

При обратном ударе взрывная волна, устремляющаяся в затвор через кран 2, выбрасывает воду в газоотводящую трубу 1 и предохранительную трубку 3. Когда уровень воды в затворе понижается до нижнего края трубки, избыток газов выходит по ней в атмосферу. Водяная пробка, образующаяся в трубе 1, препятствует проникновению взрывной волны в генератор.

На рис. 22 показана схема действия затвора среднего давления, установленного на генераторах МГ и др. Ацетилен поступает в затвор по трубе 1. Через отверстия 2 в нижней ее части он выходит в корпус затвора, пробулькивая через воду.

Давлением ацетилена в газовом пространстве часть воды вытесняется в затвор между предохранительной трубкой 6 и газоподводящей трубой 1. Разность уровней воды здесь определяет рабочее давление ацетилена. Из газового пространства ацетилен через водоотделитель 4 и кран 5 направляется в шланг сварочной горелки. Краник 3 служит для контроля уровня воды в затворе.

При обратном ударе взрывная волна, попадая в затвор через перегородки 4, значительно снижает свою скорость и вытесняет воду в предохранительную трубку 6 и газоподводящую трубу 1, создавая в последней водяную пробку.

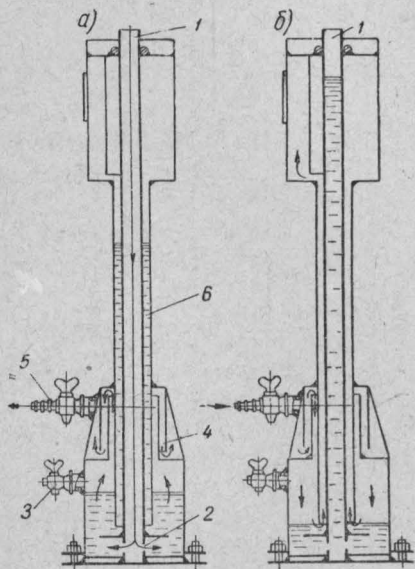


Рис. 22. Схема водяного затвора среднего давления:

а — при нормальной работе; б — при обратном ударе; 1 — газоподводящая труба; 2 — отверстия в трубе; 3 — контрольный краник; 4 — перегородки (водоотделитель); 5 — кран шланга; 6 — предохранительная трубка.

Во избежание замерзания водяного затвора при работе в зимнее время его заполняют теплой водой или раствором поваренной соли.

Если в генераторе или водяном затворе замерзла вода, то отогревать его допускается только горячей водой, паром или мешками с горячим песком. Категорически запрещается применять для отогрева открытое пламя, а также скалывать лед металлическими предметами.

Мероприятия при сварочных работах изложены ниже (см. раздел второй).

Глава IV

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОРОДА

Технологическая схема получения водорода (по железо-паровому способу)

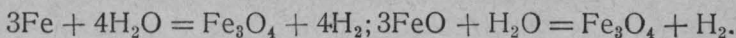
Для производства водорода по железо-паровому способу служат водородные печи (генераторы). Установка (рис. 23) состоит из водородной печи *А*, регенератора-пароперегревателя *Б*, регенератора-газоподогревателя *В* (имеется не при каждой установке), скруббера *Г*, очистных устройств *Д*, газгольдеров — водяного газа *Е* и водорода *Ж*.

Водородные печи и регенераторы представляют собой вертикальные цилиндры, выполненные из 8-мм котельной стали и выложенные изнутри огнеупорным кирпичом (футеровка 30 см). Реакционная камера водородных печей загружается кусками железной руды либо брикетами из окислов железа (Fe_3O_4) или сидерита (FeCO_3). Регенераторы снабжаются насадкой из огнеупорного кирпича.

Водородные печи встречаются различных систем. Советские водородные печи (см. рис. 23) системы ЛП (Лошкарева и Петрова) обладают рядом преимуществ перед печами других систем. К числу этих преимуществ относятся: наибольший съём водорода с 1 м³ шахты, минимальный расход водяного пара, максимальная продолжительность работы без перегрузки сидерита (до 5 мес. против 2,5—3 мес. для других установок), малое сопротивление, что позволяет подавать водяной газ без принудительного нагнетания под давлением только колокола газгольдера, в результате чего из технологической схемы исключается газовый вентильор — одно из наиболее пожароопасных устройств.

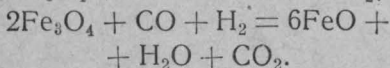
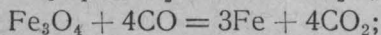
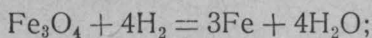
Работа генератора (водяной печи) протекает в два периода.

1. Период газования: водяной пар действует на раскаленное до 750—850° С железо, в результате чего выделяется водород:



Водяной пар проходит через регенератор *Б* и нагревается до 900°C за счет охлаждения насадки, нагретой до $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ продуктами сгорания водяного газа.

2. Период восстановления (редукция): происходит обратная реакция восстановления окисленного железа под действием водяного газа, нагретого до $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$;



Пуск установки в работу начинают с разогрева печи путем сжигания водяного газа. Для этого печь предварительно продувают воздухом. Затем через люк вносят какой-нибудь источник воспламенения и постепенно по трубе пускают водяной газ, который загорается от этого источника.

При повышении температуры сидерит теряет CO_2 и превращается в закись железа, а руда отдает кислород и также переходит в закись или в чистое железо. Продукты сгорания, пройдя пароперегреватель *Б*, через трубу *3* выбрасываются в атмосферу. Вентилятор *4* по воздуховоду *2* подает воздух в печь или в регенератор.

После накала руды через пароперегреватель по трубе *2* в печь пускают водяной пар (период газования). В результате взаимодействия пара и руды выделяется водород, который выходит из нижней части печи и по газопроводу *1*—*5*, пройдя через регенератор, направляется в скруббер *Г* и затем в очистную систему и в газгольдер.

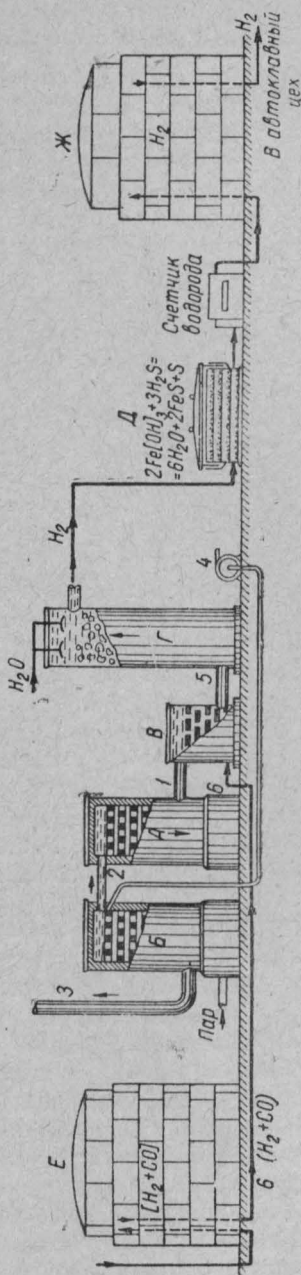


Рис. 23. Технологическая схема производства водорода на установке ЛП:

А — водородная печь ЛП; Б — пароперегреватель; В — регенератор; Г — скруббер; Е — ящик сухой газоочистки, Е — газгольдер водяного газа; Ж — газгольдер водорода.

Через определенное время прекращают подачу пара и по газопроводу 6—1, минуя регенератор, в печь подают водяной газ (период восстановления).

Пожарная опасность производства водорода

Практикой установлено, что наибольшую пожарную опасность представляет пуск водородной печи.

Взрывы при пуске установки происходят в тех случаях, когда печь и газопроводы предварительно не продувают и в них образуется взрывоопасная смесь. Проникновение водяного газа в неработающую печь возможно через неплотности отключающих устройств.

Особенно опасно повторное зажигание газа. После того, как по какой-либо причине пламя погасло, в печи может образоваться взрывоопасная смесь. При повторном зажигании в таких случаях неизбежен взрыв.

Значительную пожарную опасность представляет пуск первых порций водорода в систему. При этом, если из системы не вытеснен воздух, также возможно появление взрывоопасных концентраций. Источником воспламенения, как показывает практика, может явиться высокая температура поступающего газа.

Весьма поучителен взрыв водородной установки, происшедший во время пуска генератора в работу. Генератор был разогрет путем сжигания внутри его водяного газа. Когда температура в верхней части генератора и пароперегревателя достигла 1000°C , а в верхней части реакционной насадки 760°C , в генератор начали подавать водяной пар.

Период газования продолжался 5 мин. При этом было получено 5 м^3 водорода. Затем генератор поставили на восстановление, но спустя 2—3 мин. он взорвался. Взрыв возник потому, что газование начали без предварительного вытеснения воздуха из установки, а его было около 25 м^3 . В пространство с воздухом поступило 5 м^3 водорода и в результате во всех аппаратах установки образовалась взрывчатая смесь. Взрыв произошел в промывателе, который служил гидравлическим затвором между скруббером и генератором.

Тепловым источником взрыва мог быть участок подводящей трубы в промывателе, который нагревался до 600°C , так как через трубу проходил водород с температурой выше 800°C .

Пожары и взрывы возможны также в период эксплуатации печей. Они возникают в результате усиленной утечки или прорыва значительного количества водорода в помещение. Усиленная утечка водорода через неплотности соединений печи, регенераторов и коммуникаций объясняется большой диффузионной способностью этого газа.

Утечка водорода до скрубберов сопровождается его самовоспламенением ввиду высокой температуры газа (до 800°C при температуре самовоспламенения 585°C).

Утечка водорода через неплотности соединений увеличивается при повышении давления в печи в результате подачи влажного пара или попадания в регенератор вместе с паром конденсата, а также в результате спекания руды в печи (при этом ухудшается проходимость газа) и залива водородной линии водой из скрубберов.

При попадании пароводяного конденсата в регенератор возможен прорыв значительного количества водорода через гидравлические затворы скрубберов, очистных сооружений и водяные манометры, связанные с газоотводящей трубой, а это может привести к разрушению всей установки.

Известную пожарную опасность представляет также выжигание серы из печи. В установке ЛП серу выжигают путем продувки печей воздухом. При этом, в результате негерметического отключения печи, воздух может проникнуть в газовую магистраль и образовать в ней взрывоопасную концентрацию. Взрывы по указанной причине наблюдались на практике.

Особенностью водородных установок является агрессивное действие водорода и примесей сероводорода на стенки аппаратов и коммуникаций. В результате водородной коррозии возникают неплотности, особенно в местах соединений; а в результате действия сероводорода образуются пиррофорные сернистые соединения, склонные к самовозгоранию. Самовозгорание осадков, извлекаемых из газопроводов водородных установок, является одним из источников воспламенения внутри аппаратов.

Кроме того, пожары и взрывы при ремонте аппаратуры могут вызываться обстоятельствами, изложенными в предыдущих главах.

Пожарно-профилактические мероприятия

Во избежание утечки газа перед пуском установки тщательно проверяют плотность всех клапанов, люков и соединений. Герметичность определяют под давлением воздуха с промыванием всех мест возможной утечки. Затем тщательно продувают всю систему, начиная с газопровода водяного газа. Этот газопровод обычно продувают через печь и регенератор самым водяным газом, вытесняющим из трубы воздух. После такой продувки печь и регенератор наполняются смесью газа с воздухом. Поэтому необходимо плотно закрыть вентиль на газопроводе водяного газа и приступить к продувке воздухом печи и пароперегревателя. Продувку продолжают до тех пор, пока из печи не будет полностью удален газ, что устанавливают анализом воздуха. И только после этого приступают к розжигу и разогреву печи.

У современных печей источником воспламенения газа служит электрическая дуга. Пуск газа в печь можно начинать только после появления дуги между электродами.

Если факел при пуске потухнет, необходимо снова тщательно продуть печь и регенератор для вытеснения из них несгорев-

шего газа. Отсутствие газа в системе перед новым розжигом устанавливают анализом воздуха.

В случае неожиданного прекращения подачи воздуха для горения газа нужно немедленно остановить поступление водорода и продуть печь.

В период пуска печь неоднократно переключают на продувку воздухом для нагрева руды, продувку паром и снова на разогрев. Период пуска продолжается примерно 10 часов.

При продувке паром необходимо следить, чтобы насадка пароперегревателя не остыла слишком сильно, так как в противном случае при пуске вновь газа и воздуха возможны взрывы (минимальная температура 750°C). Если насадка почернеет, то газ, который будет подаваться после продувки, не загорится, заполнит печь и пароперегреватель и вместе с поступающим воздухом может образовать взрывчатую смесь. В таком случае во избежание взрывов всю работу приходится начинать сначала — продуть печь и т. д.

Таким образом, период пуска печей — самый продолжительный, ответственный и опасный период их работы, требующий особой осторожности и точного соблюдения правил безопасности и технологических инструкций.

Для контроля за качеством получающегося газа (его чистотой) обычно применяют контрольные горелки, в которых водород постоянно горит. Если в установку по какой-либо причине проникает воздух, то горение газа в горелке будет протекать неравномерно, с хлопками, а затем совсем прекратится. Следовательно, при регулярном наблюдении за горелкой можно предупредить аварию.

Чтобы обеспечить безопасность выжигания серы в установке ЛП, необходимо перед подачей воздуха отключить печь от газовой магистрали и постоянно следить за горением газа в контрольной горелке. Проникновение воздуха в газовую магистраль сразу обнаружится по характеру горения газа в контрольной горелке.

При проведении ремонтных работ в помещениях водородных станций необходимо соблюдать требования пожарной безопасности, предъявляемые к газовой аппаратуре.

Требования к вентиляции, освещению, конструкциям и планировке водородных станций — общие для всех газовых производств категории А.

Глава VI

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ В БАЛЛОНАХ

Общие сведения

Баллон для хранения газа (рис. 24) представляет собой цилиндрический сосуд 1 с полукруглым днищем 2. На горловину 3 баллона надето кольцо 5, а на нижнюю часть насажен башмак 4,

который позволяет устанавливать баллон вертикально. В горловину с конической нарезкой ввернут вентиль 6. На кольцо навертывается колпак 7, защищающий вентиль от повреждений и загрязнения.

Наибольшее распространение получили баллоны емкостью 40 л. Но так как газ находится под высоким давлением, количество его во столько раз превышает объем баллона, во сколько давление газа больше атмосферного. Например, при давлении 150 атм в баллоне содержится 6 м³ газа.

В зависимости от физических свойств газов, они хранятся в сжатом, сжиженном или растворенном состоянии. В сжатом состоянии хранятся кислород, азот, водород; в сжиженном — аммиак, углекислота, пропан, бутан; в растворенном — ацетилен. Растворенный в ацетоне ацетилен менее опасен, чем газообразный: при давлении до 10 атм этот раствор не взрывается, в то время как газ уже при давлении свыше 2 атм способен разлагаться со взрывом от действия механических ударов или тепла. Если раствор ацетилена в ацетоне распределить в среде пористой массы, например, угля, то ацетилен, даже при давлении в 30 атм, не будет взрываться, хотя в отдельной ячейке или поре угля под влиянием удара или высокой температуры может возникнуть очаг разложения. Это происходит потому, что ацетилен распределяется в порах угля, которые изолированы друг от друга. Уголь поглощает тепло, образующееся при разложении ацетилена в отдельных порах, и тем самым препятствует распространению разложения по всей массе ацетилена.

Поэтому ацетилен хранят растворенным в ацетоне, а баллоны заполняют активированным углем с зернами размером от 1 до 3,5 мм. Объем пор в угле составляет 75% его массы. Уголь обеспечивает безопасное хранение ацетилена под давлением.

В баллон, наполненный углем, вводят около 16,4 л ацетона. Благодаря этому баллон емкостью 40 л вмещает около 6 м³ ацетилена при давлении в 16 атм, так как один объем ацетона раст-

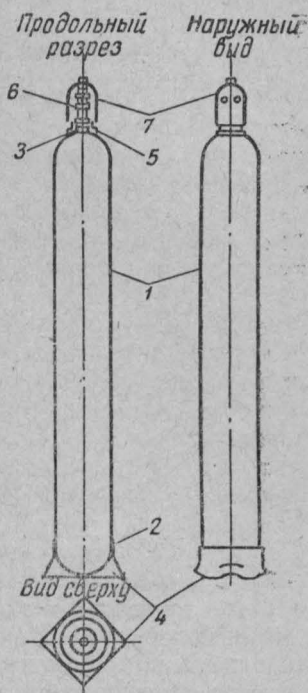


Рис. 24. Разрез и наружный вид баллона:

1 — корпус; 2 — днище; 3 — горловина; 4 — башмак; 5 — кольцо; 6 — вентиль; 7 — защитный колпак.

творяет 23 объема ацетилена на каждую атмосферу давления. Количество ацетилена в баллоне определяют по формуле:

$$V_{\text{ацетилена}} = V_{\text{ацетона}} P \alpha = 16,4 \cdot 16 \cdot 23 = 6000 \text{ л},$$

где: $V_{\text{ацетона}}$ — количество ацетона в баллоне;

P — давление газа;

α — коэффициент растворимости ацетилена в ацетоне.

Такое количество газа в сжатом состоянии баллон вмещает только при давлении 150 атм.

Пожарная опасность хранилищ баллонов

Обычно баллоны взрываются при отсутствии внутри их взрывоопасных смесей, причем опасность взрыва не исключается, даже при хранении негорючих газов. Это объясняется тем, что взрывы баллонов, в основном, вызываются механическими причинами: недоброкачеством металла, из которого изготовлен баллон, ржавлением, ударами, действием высоких температур, а также самовоспламенением и электризацией газа.

При недоброкачественном металле стенок баллона они могут не выдержать давления газа и разорваться, даже без удара или повышения температуры.

Исследования баллонов после взрыва и анализ структуры металла показали, что основными дефектами стенок являются микроскопические трещины и расслоения в металле, продольные и поперечные, риски, газовые пузыри, шлаковые включения, хрупкость вследствие неправильной термической обработки, неоднородность и крупнозернистость, повышенное содержание марганца, фосфора, углерода, серы, кремния и т. п. Эти дефекты либо понижают механическую прочность металла, либо повышают его твердость и хрупкость. В процессе эксплуатации баллонов некоторые из этих дефектов, например трещины, увеличиваются, а под влиянием коррозии и многократно повторяющихся и меняющихся напряжений механическая прочность еще более понижается. В результате стенки баллона не выдерживают растяжения, вызываемого внутренним давлением газа, и происходит взрыв механического порядка.

Ржавление стенок баллонов под действием хранимого газа приводит к уменьшению их толщины. Кроме того, металл стенок становится при этом более хрупким, менее прочным, теряет углерод, приобретает разрыхленную структуру и напряженное состояние кристаллической решетки вследствие диффузии газа.

Существует много теорий ржавления. Общее признание получила так называемая коллоидо-электрохимическая теория академика Кистяковского.

Ржавление обычно вызывает влага, содержащаяся в газах. Она скапливается внутри баллонов при хранении почти всех газов — кислорода, водорода, углекислого газа, аммиака. Особен-

но сильная коррозия наблюдается при хранении сероводорода и хлора.

Ржавление сильно сокращает срок службы баллонов (до 16—18 лет). При этом, чем больше давление газа, тем сильнее степень и глубина коррозии.

Основной причиной ржавления кислородных баллонов являются окислительные процессы, вызываемые кислородом в присутствии влаги.

Ржавление водородных баллонов вызывается диффузией водорода через металл, скорость которой прямо пропорциональна корню квадратному из давления газа. Ржавление приводит к потере металлом прочности, изменению его структуры, повыше-

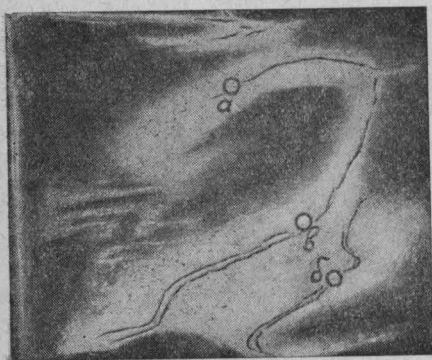


Рис. 25. Трещины и сильная неоднородность содержания углерода в металле взорвавшегося баллона.

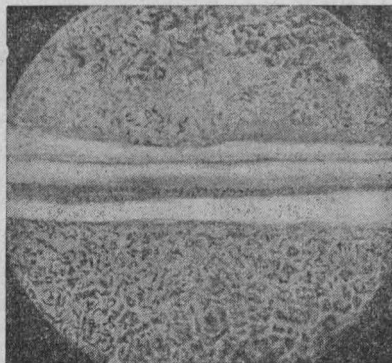


Рис. 26. Полосы обезуглероженного металла взорвавшегося баллона.

нию внутренних напряжений и хрупкости. В то же время оно является одной из причин самовоспламенения водорода при его истечении.

Коррозия баллонов, наполненных углекислым газом, протекает в двух направлениях: обезуглероживания и окисления. В результате коррозии изменяются физико-химические свойства металла и его прочность.

На дне углекислотного баллона, который разорвался более чем на 12 кусков различной величины, при наружном осмотре было установлено наличие слоистости и трещин глубиной до 5 мм.

Химическое исследование металла показало резкое падение количества углерода (0,2% вместо 0,45—0,5%). Металлографический анализ выявил трещины и сильную неоднородность содержания углерода (рис. 25); полосы обезуглероженного металла (рис. 26 — снимок сделан в точке *a* рис. 25); крупнозернистую игольчатую структуру, отличающуюся хрупкостью и внутренними напряжениями.

У аммиачных баллонов общая коррозия бывает сильнее, чем у баллонов с другими газами, так как они подвержены сильному двустороннему ржавлению (снаружи и внутри).

При осмотре стенок аммиачных баллонов, разорвавшихся без посторонних воздействий, были выявлены старые прокорродированные раковины глубиной до 5—5,5 мм, длиной до 15 см и следы глубинной внутренней коррозии.

Механические удары (падение баллонов, удары их друг о друга) являются непосредственной причиной большинства взрывов баллонов, особенно старых, сильно проржавевших или хранящихся при низких температурах.

Советские ученые установили, что при низких температурах металлы становятся более хрупкими и легко разрываются при ударах. Так, для разрушения (излома) углеродистой стали при нормальной температуре требуется удар груза весом $15,3 \text{ кг/см}^2$ с высоты 1 м, а при температуре минус 40°C — удар груза весом всего $2,1 \text{ кг/см}^2$. Природа хрупкости металлов раскрыта академиком А. Ф. Иоффе.

В связи с хрупкостью металлов при низких температурах баллоны в зимних условиях легко разрываются в результате падения или удара друг о друга. При нормальных же условиях баллоны имеют достаточную прочность.

Значительную опасность представляет нагрев баллонов до высокой температуры, так как при этом возрастает давление газов.

В баллонах со сжатыми газами давление изменяется пропорционально абсолютной температуре и выражается уравнением:

$$P_1 = P_0 \frac{T_1}{T_0} \text{ (рис. 27),}$$

где: P_0 — давление при температуре $T_0^\circ\text{K}$;

P_1 — давление при температуре $T_1^\circ\text{K}$.

Баллоны со сжиженными газами в условиях высоких температур ведут себя несколько иначе: давление внутри их равно упругости паров хранимого газа при данной температуре. Чем выше упругость паров хранимого газа, тем больше давление в баллоне при одной и той же температуре. Однако по достижении критической температуры давление в баллонах резко повышается, так как весь газ из жидкого состояния переходит в газообразное. При этой температуре кривая давления получает резкий скачок вверх (см. рис. 27).

Отличительной чертой сжиженных газов является также зависимость давления от степени наполнения баллона. Эта зависимость для углекислого газа показана на рис. 28.

Изменение давления внутри ацетиленовых баллонов в зависимости от температуры среды показано на рис. 29 (при «газовой подушке», равной 7 и 12% объема баллона, и при начальном давлении 13 атм). Из графика видно, что при температурах ниже 75°C давление в баллоне возрастает равномерно. При тем-

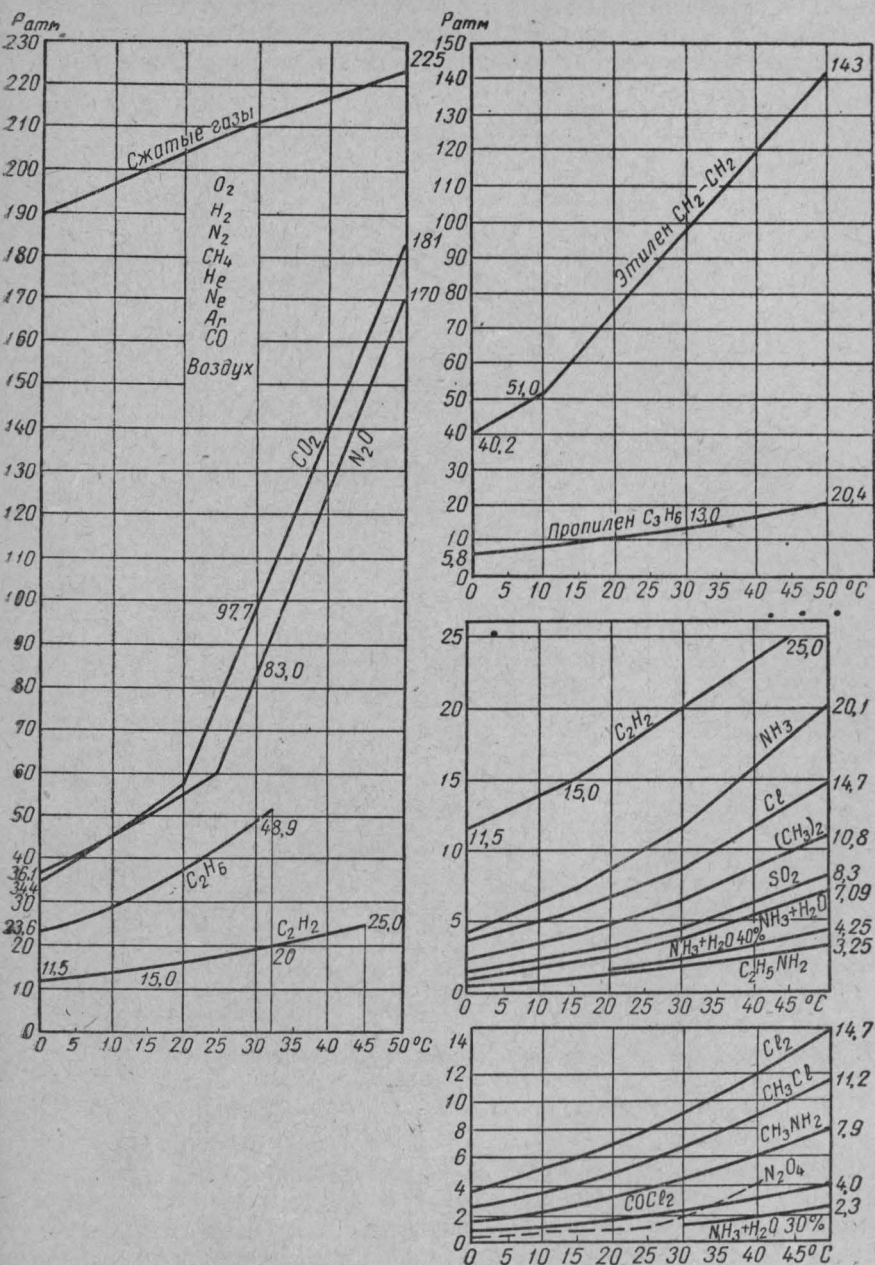


Рис. 27. Кривые давления газов в зависимости от температуры.

пературе 75°C и выше характер повышения давления изменяется — кривые делают резкие скачки.

Нагрев баллонов может происходить под действием солнечных лучей, различных источников тепла и в условиях пожара.

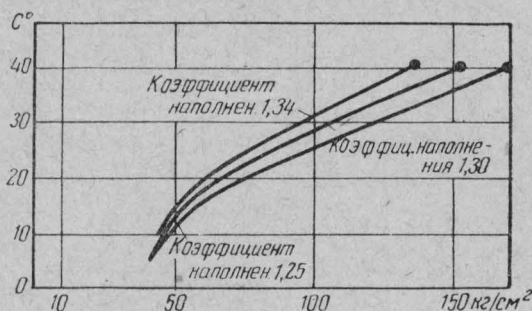


Рис. 28. Кривые изменения давления в баллоне с углекислым газом в зависимости от степени наполнения.

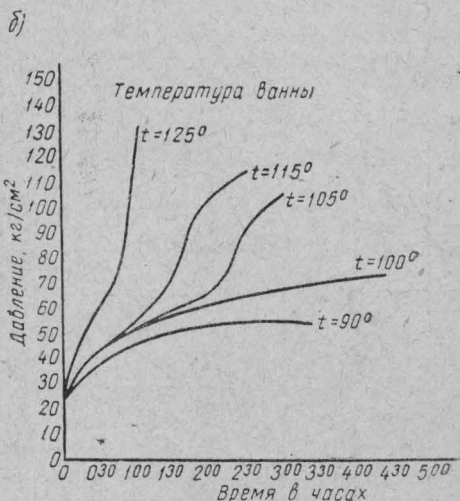
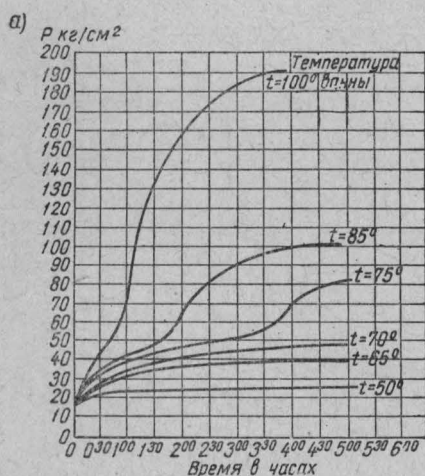


Рис. 29. Кривые изменения давления в ацетиленовом баллоне при нагревании:

а — при «газовой подушке» 7%; б — при «газовой подушке» 12%.

Действие солнечных лучей на баллоны, как правило, не представляет опасности. Нагрев поверхности баллона солнечными лучами зависит от ее цвета и шероховатости, силы ветра, положения баллона и т. п. На солнечной стороне стенки баллонов нагреваются сильнее, чем воздух, на $9-10^{\circ}\text{C}$, но средняя температура их превышает температуру воздуха только на $5-6^{\circ}\text{C}$.

(рис. 30). В связи с нагреванием стенок газ в баллоне также нагревается и давление его увеличивается. Однако максимальное давление наступает через продолжительное время, например, в ацетиленовом баллоне — через 9—10 час. Опыты показывают,

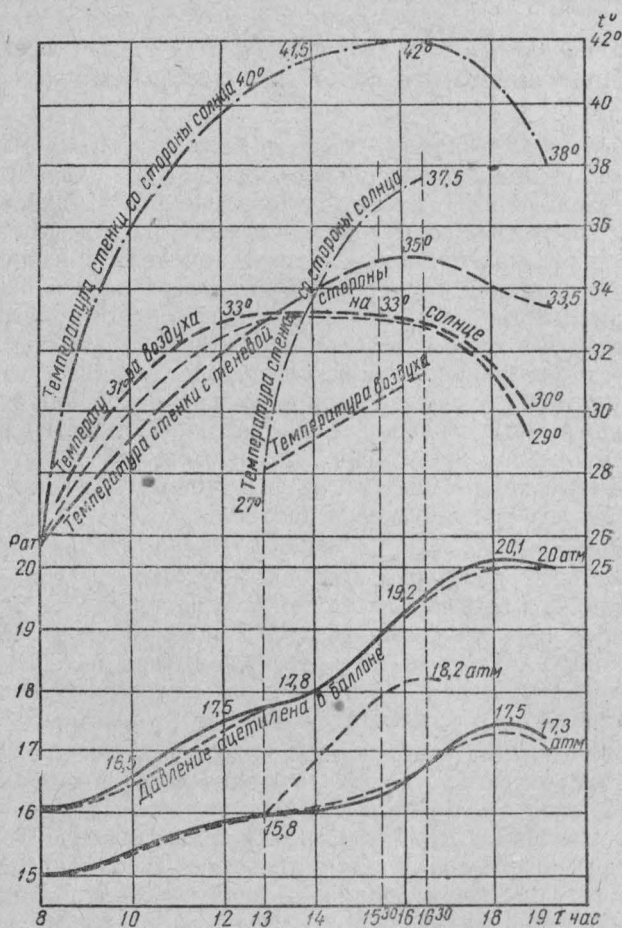


Рис. 30. Кривые изменения давления ацетилена в баллонах под действием солнечных лучей.

что при температуре воздуха 33°C максимальный прирост давления равен 4 атм (см. рис. 30). При температуре воздуха до $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$ прогрев ацетиленовых баллонов не опасен, так как температура внутри баллона в этом случае не превышает $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$, а давление — 27 атм.

Температура воздуха в 50°C не опасна также для баллонов со сжиженными газами при нормальной степени их наполнения.

не превышающей 0,75 кг/л. Для баллонов со сжатыми газами действие солнечных лучей практически не опасно при любой температуре воздуха.

В условиях пожара увеличивается давление газа внутри баллона и уменьшается прочность его стенок. Как известно, при нагревании металла до температуры 300° С прочность его на разрыв увеличивается, а при дальнейшем нагревании — резко уменьшается. При температуре 600° С прочность металла составляет всего 30—40% начальной.

При высоких температурах газ в баллоне сильно расширяется, т. е. происходит значительное повышение давления. Например, при увеличении температуры с 20 до 500° С давление газа в баллоне возрастает со 150 до 400 атм. В тот момент, когда напряжение в стенках баллона достигает предела прочности, соответствующего данной температуре, они разрываются. При пожаре или при действии высоких температур баллоны разрываются не на куски, а в одном месте, вдоль стенки. Если температура повышается равномерно, происходит более мощный взрыв, так как газ к моменту разрыва стенок сильно нагревается и развивает максимальное давление. Если же пламя действует на баллон в одном месте, происходит менее мощный взрыв, так как металл быстро теряет прочность, выпучивается и дает надрыв, прежде чем газ успеет сильно нагреться.

При действии пламени на вентиль баллона прогорает эбонитовое уплотнение шпинделя, а у ацетиленовых баллонов — сальник вентиля. Газ выходит из баллона и последний не разрывается. У баллонов со сжатыми газами в подобных случаях теряет свою прочность резьба и под давлением газа вырывается вентиль. При этом баллон летит в одну сторону, а вентиль — в другую, иногда на расстояние до 200 м.

Наиболее опасны в условиях пожара баллоны с ацетиленом и сжиженными газами, так как они разрываются при более низких температурах, чем баллоны со сжатыми газами. Причина этого заключается в том, что в этих баллонах при повышении температуры резко повышается давление. В баллонах со сжиженными газами скачок давления происходит при достижении определенной, так называемой критической температуры в связи с переходом всего газа из жидкого состояния в газообразное. В баллонах же с ацетиленом скачок давления происходит при повышении температуры до 70—75° С в связи с резким уменьшением растворимости ацетилена в ацетоне и выделением его из жидкости. При 100° С весь ацетилен выделяется из ацетона и давление возрастает до 200 атм. Поэтому при нагревании баллона с ацетиленом всего до 100° С происходит его разрыв. Баллоны со сжатыми газами выдерживают более высокую температуру — порядка 200—300° С.

При тушении пожаров необходимо знать время, через кото-

рое баллоны начнут разрываться. В табл. 3 приведены расчетные данные о скорости прогрева ацетиленовых баллонов.

Таблица 3

Скорость прогрева ацетиленовых баллонов

Время действия температуры на баллон в мин.	Температура среды (масла) 200° С			Температура среды (газа) 600° С		
	температура на оси баллона в °С	температура на поверхности баллона в °С	средняя объемная температура в °С	температура на оси баллона в °С	температура на поверхности баллона в °С	средняя объемная температура в °С
9	—	—	—	20	527,5	114
10	21	185,6	48,5	—	—	—
45	28	194,6	71,0	37	565	161
90	47	196,4	—	90	576	—

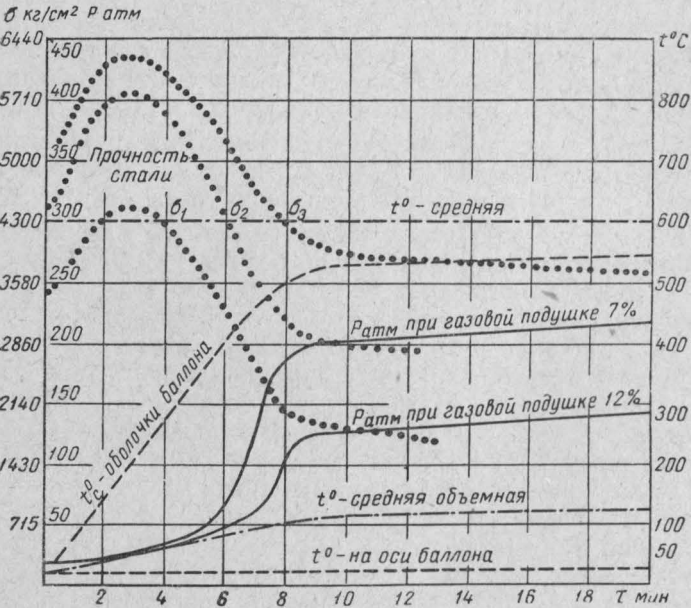


Рис. 31. Кривые скорости прогрева и времени наступления взрыва ацетиленового баллона.

На основании этих данных построены кривые зависимости и прочности оболочки баллона и давления газа от времени прогрева при температуре среды 600° С, принятой условно за среднюю температуру начальной стадии пожара (рис. 31). Точка пересечения кривых давления и прочности показывает, что к это-

му времени запас прочности металла стенок равен нулю (наступает разрыв). Из кривых видно, что интенсивность прогрева оболочки баллона сильно опережает прогрев содержимого и взрыв наступает в тот момент, когда металл уже потерял свою прочность.

Время, по истечении которого наступает взрыв баллона при высоких температурах, зависит от марки стали, толщины и состояния стенок, температуры и скорости их прогрева, состояния хранимого газа, степени наполнения баллона и других условий. Обычно баллоны в условиях пожара начинают разрываться через 10—15 мин. и, следовательно, в течение некоторого промежутка времени тушение и эвакуация баллонов не представляют опасности.

Источниками воспламенения газа в помещении могут быть: открытый огонь, неисправные светильники и электропроводка, искрение при ударах металлических инструментов в баллон. Кроме того, имеются более сложные причины воспламенения. К ним относятся следующие.

Самовоспламенение газа. Газ может воспламениться при резком открывании вентиля и при прорыве через его резьбу, а также при наполнении баллонов под давлением. Такие случаи чаще всего наблюдаются при хранении водорода и ацетилена.

Для объяснения причин самовоспламенения газа выдвинуты две теории: возникновение электростатических разрядов и возникновение ударных волн при истечении газа.

При движении сжатых газов максимальное напряжение статического электричества доходит до 9000 в. Разряд такого потенциала дает искру, которая и воспламеняет газ.

Причину самовоспламенения водорода, согласно теории действия ударных волн, объяснил советский ученый Я. Б. Зельдович. По этой теории, температура волн газового (водородного) потока при давлении 150 атм может доходить до 1480° С.

Опытами доказано, что при резком открывании клапана вентиля температура газа внутри его достигает 400° С. Она может представлять опасность для горючих газов.

Самовозгорание масел и жиров на вентилях. Это явление наблюдается при утечке газа из кислородных баллонов и соприкосновении его с маслами и жирами, попавшими на вентили или редуктор. В результате горения масел в струе кислорода развиваются настолько высокие температуры, что начинают гореть металлические части баллона, и через некоторое время он взрывается.

Разложение хранимого газа. Это явление характерно только для ацетилена. Оно вызывается недоброкачеством пористой массы или образованием в ней больших пустот (превышающих 200 см³) при длительном хранении газа и сотрясениях баллонов.

Пожарно-профилактические мероприятия

а) Общие требования, предъявляемые к баллонам

Для предотвращения взрывов важное значение имеют правильный выбор материала и качество изготовления баллонов. Баллоны изготовляют из углеродистой или легированной стали в соответствии с требованиями ГОСТ 949—41. Толщину стенки баллона принимают такой, чтобы запас прочности при рабочем давлении был не менее трехкратного, а для сварных баллонов— не менее 3,5. Чтобы устранить внутренние напряжения и хрупкость металла, баллоны перед выпуском подвергают термической обработке: отжигу и нормализации. Прочность металла баллонов определяют гидравлическим испытанием их на повышенное давление и пневматическим испытанием на рабочее давление (табл. 4).

Таблица 4

Испытательное давление баллонов

Тип баллона	Рабочее давление в кг/см ²	Гидравлическое давление в кг/см ²
А	150	225
Б	125	190
В	30	60
Е	30	60
Г	6	12

Качество металла баллонов проверяет Гостехгорнадзор во время периодических освидетельствований, производимых не реже одного раза в пять лет. Баллоны с газами, вызывающими сильную коррозию (хлор, хлористый метил, сероводород, сернистый ангидрид, хлористый водород), подвергаются освидетельствованию не реже одного раза в два года. При освидетельствовании проверяют наружную и внутреннюю поверхности, вес и емкость баллона, а также его прочность путем гидравлического испытания на давление, в полтора раза превышающее рабочее. Баллоны, не удовлетворяющие требованиям Гостехгорнадзора, бракуют.

Баллоны из-под горючих газов подвергают освидетельствованию в помещениях, оборудованных соответствующей вентиляцией и взрывобезопасным освещением. Для внутреннего осмотра баллонов применяют светильники взрывобезопасного исполнения, работающие при напряжении не выше 12 в.

В суровых климатических условиях баллоны необходимо хранить в отапливаемых помещениях, во избежание появления хрупкости в металле. При перевозке зимой баллоны нужно накры-

вать войлочными матами, тщательно защищать от ударов друг о друга, падения на замерзшую землю и других механических воздействий.

Чтобы предотвратить повышение давления газа и возможность разрыва стенок, баллоны следует предохранять от нагрева выше $50-60^{\circ}\text{C}$, а баллоны с ацетиленом и сжиженными газами — защищать от действия солнечных лучей, особенно при температуре выше $40-50^{\circ}\text{C}$.

Правила Гостехгорнадзора требуют, чтобы температура в складах с газовыми баллонами не превышала 35°C . Кроме того, баллоны с газами должны находиться от радиаторов систем отопления и других отопительных приборов на расстоянии не менее 1 м, от печей и других источников тепла с открытым огнем — не менее 10 м.

Если отопительные приборы защищены экранами, предохраняющими баллоны от излучения и местного нагрева, то баллоны можно устанавливать на расстоянии не менее 100 мм от экрана.

Для защиты от внешней коррозии баллоны периодически окрашивают. Чтобы краска лучше прилипла и срок ее службы был больше, поверхность стенок баллонов предварительно очищают от ржавчины и других загрязнений механическим путем или при помощи песочного дутья, щелочей и кислот. Краску применяют различных цветов (табл. 5).

Таблица 5

Окраска баллонов

Наименование газа	Цвет окраски баллона	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черный	Азот	Желтый	Коричнев.
Аммиак	Желтый	Аммиак	Черный	—
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный	—
Водород	Темнозеленый	Водород	"	—
Сероводород	Белый	Сероводород	"	Красный
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый	—
Сернистый ангидрид	"	Сернистый ангидрид	"	Желтый
Углекислый газ	"	Углекислота	Желтый	—
Кислород	Голубой	Кислород	Черный	—
Хлор	Защитный	—	—	Зеленый
Остальные негорючие газы	Черный	Наименование газа	Желтый	—
Остальные горючие газы	Красный	Наименование газа	Белый	—

Для защиты от внутренней коррозии хранимый газ подвергают тщательной осушке путем механического удаления из него влаги или улавливания ее специальными поглотителями.

б) Хранение баллонов

С целью защиты баллонов от ударов, падений, царапин и т. п. их снабжают башмаками и хранят в специальных гнездах или клетках в закрепленном состоянии. Каждая клетка обычно рассчитана на 20 баллонов.

Склады для хранения баллонов с газами устраиваются одноэтажными, I и II степеней огнестойкости, с покрытиями легкого типа, без чердачных помещений. Окна и двери должны открываться наружу. Полы должны быть гладкими — дощатыми или асфальтовыми.

Максимальная общая емкость склада не должна превышать 3000 баллонов. Склад разделяют несгораемыми стенками на отдельные отсеки емкостью не более 500 баллонов с горючими и не более 1000 баллонов с негорючими газами.

Склады для хранения баллонов с горючими или ядовитыми газами должны иметь вентиляцию, обеспечивающую безопасные концентрации газа в воздухе.

В складах баллонов с горючими газами применяют осветительную арматуру только взрывозащищенного исполнения. Целесообразно устраивать наружное освещение через застекленные окна при помощи кососветов (ламп с отражателями). Отопление допускается только центральное — водяное, паровое низкого давления или воздушное (калориферное).

Запрещается совместное хранение баллонов со взрывоопасными газами, образующими взрывчатые смеси или самовоспламеняющимися при контакте (кислород, хлор и горючие газы). Кислород и горючие газы следует хранить в изолированных друг от друга помещениях, а хлор — в специализированных складских зданиях. Сероводород хранят на открытом воздухе под навесом.

Наполненные баллоны на складах должны быть размещены отдельно от порожних.

Баллоны устанавливают в стеллажах, предохраняющих их от падения. Отдельно расположенные баллоны укрепляют цепью или хомутами.

Обслуживающий персонал склада обязан следить за тем, чтобы баллоны в клетках стояли вплотную или как можно ближе один к другому.

Баллоны без башмаков хранят в лежачем положении.

Порожние баллоны разрешается хранить под навесом в штабелях высотой не более четырех рядов.

Разрывы между складами баллонов, а также между складами и смежными зданиями — производственными, общественными и жилыми — должны быть не менее:

При емкости склада до 500 наполненных баллонов (40-литровых)	20 м
При емкости склада от 500 до 1500 наполненных баллонов (40-литровых)	25 м

При емкости склада свыше 1500 наполненных баллонов (40-литровых)	30 м
Разрыв между складом любой емкости и жилыми домами	50 м
Разрыв между складом любой емкости и общественными помещениями	100 м

На расстоянии 10 м вокруг склада баллонов не разрешается хранить горючие материалы и производить работы с применением открытого огня: сварочные, кузнечные, паяльные и т. п.

Склады баллонов с горючими газами, образующими с воздухом взрывоопасные смеси, необходимо защищать молниеотводами. Зону защиты молниеотводов принимают в соответствии с руководящими указаниями по грозозащите, изданными Энергетическим институтом Академии наук СССР.

в) Эксплуатация и транспортировка баллонов

Безопасность баллонов при эксплуатации обеспечивают защитой их стенок и вентилях от механических воздействий и ударов, от высоких температур и открытого огня, от обратных ударов пламени из сварочных горелок и др.

Во избежание самовоспламенения газа необходимо своевременно удалять из баллонов ржавчину, производить осушку газа и плавно открывать вентили. Вентили кислородных баллонов нужно тщательно защищать от попадания жиров и масел. Уплотняющий материал запорного клапана вентиля не должен содержать веществ, способных воспламеняться.

Баллоны можно перевозить железнодорожным, водным и воздушным транспортом, а также на автомобилях, гужевом транспорте, электрокарах и тележках. Во время перевозки баллонов на вентили наворачивают защитные колпаки. Перевозить баллоны без колпаков не разрешается. На автомобилях баллоны укладывают колпаками в одну сторону.

Во избежание ударов баллонов друг о друга при перевозке их помещают на деревянные подкладки, обитые войлоком, либо надевают на каждый баллон два веревочных или резиновых кольца толщиной не менее 25 мм. При расположении баллонов в несколько рядов деревянные подкладки или доски следует укладывать под каждый ряд.

Разгружать баллоны нужно осторожно, особенно в зимних условиях. Не допускается снимать баллоны колпаками вниз.

Летом баллоны закрывают брезентом во избежание нагревания их солнечными лучами.

При переноске баллонов из одного помещения в другое пользуются носилками или специальными легкими тележками.

г) Тушение пожаров газовых баллонов

В условиях пожара основное внимание нужно обращать на то, чтобы предотвратить взрывы баллонов. Для этого лучше всего своевременно удалить их из опасной зоны. Если же удалить баллоны невозможно, необходимо усиленно охлаждать их водой, производя одновременно тушение горящих баллонов и конструкций. Если баллоны охвачены огнем, то приближаться к ним опасно. В таких случаях их следует охлаждать водой, подаваемой лафетными стволами из-за укрытия.

Однако подача воды в очаг пожара не всегда обеспечивает окончательное тушение, а только создает безопасные условия для этого. Как показали опыты, при давлении водорода в баллоне около 100 атм горящий газ, выходящий из открытого вентиля, не удавалось потушить струей воды под давлением 6—7 атм. При других опытах горящий ацетилен, выходящий через неплотности головок баллонов под давлением 15 атм, не удавалось потушить струей воды под давлением 5 атм. И только при давлении 12 атм пламя было сбито. В то же время тушение успешно заканчивалось при помощи сухих углекислотных огнетушителей, а также азота, подаваемого под высоким давлением.

Поэтому для тушения горящих баллонов рекомендуется применять сухие огнетушители, углекислый газ или углекислый снег и азот под высоким давлением, а при отсутствии этих средств — лафетные стволы с давлением воды не менее 12 атм.

При тушении пожаров необходимо учитывать расположение баллонов и направление воздействия огня. Если огонь охватывает сначала вентиль баллона, то тушение несколько облегчается, так как эбонитовое или фибровое уплотнение запирающего клапана вентиля перегорает раньше, чем давление в баллоне успевает подняться до опасных пределов. Иногда в таких случаях не выдерживает резьба и под давлением газа отрывается вентиль. При этом баллон, если он находился в горизонтальном положении, силой реактивного действия со стороны прорывающегося газа (вентиля) отбрасывается в обратном вентилю направлении. Поэтому при пожаре подходить к баллонам в направлении их оси опасно. Рекомендуется подходить к ним сбоку. Однако если пожар принял значительные размеры и уже сопровождался взрывом, то такая рекомендация отпадает, так как баллоны после взрыва оказываются в разном положении.

Глава VII

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ В МОКРЫХ ГАЗГОЛЬДЕРАХ

Устройство и работа газгольдера

Мокрые газгольдеры бывают двух типов: небольшого объема с одним колоколом и большого объема — многозвенные (с колоколом и звеньями).

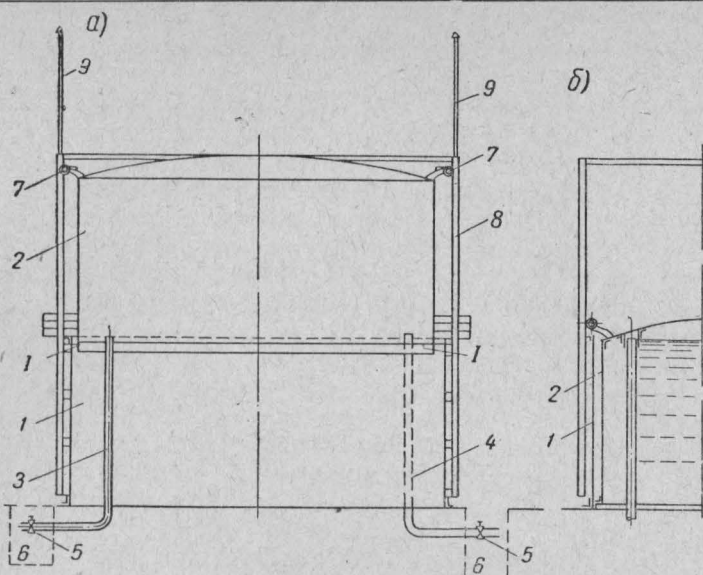


Рис. 32. Схема однозвенного мокрого газгольдера:
а — при высшем положении колокола; *б* — при низшем положении колокола; 1 — бассейн; 2 — колокол; 3, 4 — газопроводы; 5 — задвижки; 6 — колодцы; 7 — ролики; 8 — направляющие шины; 9 — молниеприемники.

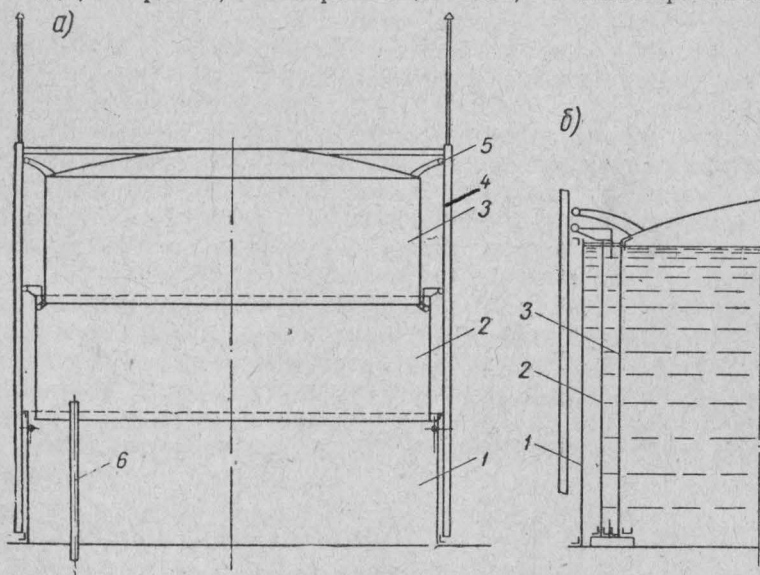


Рис. 33. Схема двухзвенного мокрого газгольдера:
а — при высшем положении колокола и звеньев; *б* — при низшем положении колокола и звеньев; 1 — бассейн; 2 — звено (телескоп); 3 — колокол; 4 — направляющие шины; 5 — ролики; 6 — газопровод.

На рис. 32 изображен мокрый газгольдер небольшого объема с одним колоколом. В бассейне 1, наполненном водой до уровня I—I, плавает колокол 2. Газ под колокол поступает по газопроводу 3 и выходит по газопроводу 4. Поступление газа регулируется вентилями (задвижками) 5. К колоколу прикреплены ролики 7, а к бассейну — вертикальные направляющие шины 8.

При наполнении газгольдера колокол поднимается, а при опорожнении — опускается. Ролики при этом скользят по направляющим шинам и устраняют качание и перекося колокола.

Если в газгольдере хранятся большие количества газа (свыше 10—15 тыс. m^3), то он, кроме колокола, имеет звенья, обеспечивающие необходимую емкость газгольдера (рис. 33).

На нижней кольцевой части колокола, верхней и нижней частях звеньев (кроме последнего) по периметру устроены закраины (желоба). При помощи этих закраин колокол во время подъема захватывает верхнее (первое) звено, которое захватывает второе звено.

При поднятии колокола и звеньев желоба заполняются водой и создают гидравлические затворы, обеспечивающие герметичность соединения подвижных элементов газгольдера (рис. 34).

В северной и средней полосах газгольдеры располагаются в зданиях. Если же это невозможно, предусматриваются специальные устройства для обогрева воды в бассейне и затворах.

Пожарная опасность мокрых газгольдеров

Основная опасность газгольдеров заключается в возможности образования взрывоопасных концентраций и взрывов. С этой точки зрения, мокрые газгольдеры, установленные в здании, более опасны, чем газгольдеры, размещенные вне здания, так как между газгольдером и стенами здания может создаваться взрывоопасная смесь газа с воздухом.

Причины образования взрывоопасных смесей. Из практики известно, что взрывоопасные концентрации могут образоваться как внутри газгольдера и примыкающих к нему коммуникаций, так и в здании, где установлен газгольдер.

Очень ответственными операциями являются включение газгольдера в сеть и наполнение его газом. Эти операции требуют опыта и большой осторожности.

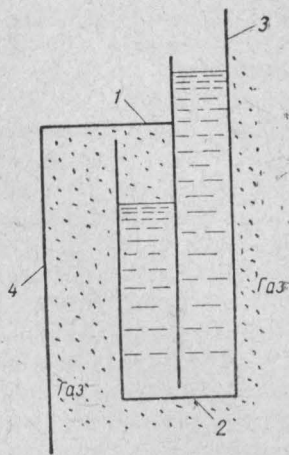


Рис. 34. Схема гидравлического затвора:

1 — верхний кольцевой желоб затвора; 2 — нижний кольцевой желоб затвора; 3 — стенка колокола; 4 — стенка звена.

Между сферической частью колокола газгольдера и поверхностью воды в бассейне имеется свободное пространство, которое до пуска газгольдера наполнено воздухом. Этот воздух часто вытесняют первыми порциями газа, предназначенного для хранения. Поэтому в какой-то момент в свободном пространстве образуется взрывоопасная смесь, пока концентрация не перейдет за верхний предел взрыва. Устранить эту опасность можно предварительной продувкой газгольдера негорючими газами.

При нормальных условиях эксплуатации внутри газгольдера, заполненного газом, появление взрывоопасной смеси невозможно, так как в газгольдере и газопроводах давление всегда больше атмосферного, что исключает проникновение туда воздуха. Подсос воздуха происходит лишь при вакууме, возникающем в результате полного опорожнения газгольдера либо заедания колокола в момент усиленного потребления газа компрессорами или вентиляторами.

Гораздо вероятнее образование взрывоопасной смеси в здании газгольдера и в колодцах. Здесь такая смесь может появиться в результате утечки газа через неплотности швов и гидравлические затворы колокола и звеньев вследствие их неисправности.

Причинами неплотности швов могут быть плохое качество монтажа, недоброкачественная окраска и коррозионное действие газа, воды и воздуха на металл. Наиболее быстро подвергаются разъеданию те части газгольдера, которые часто погружаются в воду. Коррозия внутренней поверхности резко увеличивается при хранении влажного газа (главным образом, летом — вследствие испарения воды), а также при питании газгольдера бедными газами.

Сильная утечка газа может произойти при повышении давления, что наблюдается обычно в момент включения отдельных звеньев, так как начальный сдвиг с места колокола и звеньев требует большого добавочного усилия вследствие заедания трущихся поверхностей. Эти толчки усиливаются при неточном монтаже роликов, плохой смазке и заедании их, при быстром наполнении газгольдера, перекосах и т. п. Резкое повышение давления газа может привести к выбросу воды и газа через затворы.

Утечка газа происходит также при замерзании воды в затворах. В этих случаях вследствие пористости льда, наличия в нем трещин, щелей и т. п. газ получает свободный выход в помещение. Кроме того, нарастание ледяного покрова на стенках газгольдера может привести к образованию вакуума, деформации колокола и подсосу воздуха при искусственном отборе газа из газгольдера вентиляторами.

Причиной выхода газа из газгольдера может быть утечка воды из затворов. Она происходит через неплотности, вызванные коррозией металла. Кроме того, утечку вызывают сильные пере-

косы колокола и звеньев, которые приводят к одностороннему обнажению затворов. Причинами перекосов могут быть:

заедание роликов при их движении по направляющим, вследствие плохой смазки, ржавления, механических повреждений и т. п.;

быстрое наполнение или опорожнение газгольдера;

замерзание гидравлических затворов или обледенение стенок газгольдера.

При неисправности или отсутствии сигнализационных установок и автоматического устройства, прекращающего подачу газа в газгольдер после его наполнения до предела, возможно выдувание газа через нижний борт нижнего звена или колокола.

Наибольшее число аварий, пожаров и взрывов происходит при ремонте и разборке газгольдеров или примыкающих к ним газопроводов. Основная причина этих аварий заключается в недостаточно герметичном отключении ремонтируемого участка от газовой среды, что приводит к образованию взрывоопасной смеси, которая может взорваться от пламени сварочной горелки или высеченной искры.

Источники воспламенения. Как показывает практика, основными источниками воспламенения газа, а следовательно, пожаров и взрывов газгольдеров являются:

открытый огонь и искры сварочных аппаратов, производственных печей и т. д.; пожары и взрывы соседних установок; искры, высекаемые при ремонте и разборке газгольдеров и примыкающих к ним коммуникаций; искрение временной электропроводки;

сернистые соединения, образующиеся в результате взаимодействия металла стенок газгольдеров с сероводородом, входящим в состав хранимого газа, а также в результате жизнедеятельности микроорганизмов в стоячей воде бассейна газгольдера. Как показала практика, сернистые осадки способны самовозгораться на воздухе.

Пожарно-профилактические мероприятия

Основные пожарно-профилактические мероприятия при устройстве и эксплуатации газгольдеров должны быть направлены на предупреждение возможного образования взрывоопасных концентраций как внутри установки, так и в здании.

Днище резервуара и нижние затворы колокола и звеньев до их установки на место испытывают на плотность наливом воды. После установки газгольдера резервуар наполняют водой, а колокол и звенья проверяют на герметичность давлением воздуха. Обнаруженные неплотности устраняют. Герметичность сварных швов проверяют опрыскиванием их керосином.

При пуске газгольдера его тщательно продувают негорючими газами: углекислым, азотом, дымовыми, газами горячего дутья

из генераторов водяного газа, водяным паром. Газопроводы также продувают одним из этих газов.

Для защиты от коррозии газгольдеры окрашивают, а на поверхность воды наливают слой минерального масла, постоянно смазывающего стенки колокола и звеньев.

Воду в бассейне необходимо периодически пополнять, так как она постепенно испаряется. При обнаружении утечки воды из затвора нужно немедленно организовать ремонт. Если до проведения ремонта убыль воды в затворе нельзя восполнить путем

доливания, то колокол газгольдера со звеньями надо опустить настолько, чтобы затвор, давший течь, погрузился в бассейн.

Контроль давления в установке обычно обеспечивается самопишущим манометром.

В зимних условиях во избежание замерзания воды в бассейне и газгольдере температура в помещении не должна опускаться ниже 5°C . Для этого здание оборудуют паровым, водяным или воздушным отоплением. У мокрых газгольдеров, располагаемых на открытом воздухе, предусматривают непрерывный обогрев воды в бассейне и затворах при помощи водяного пара, впускаемого в

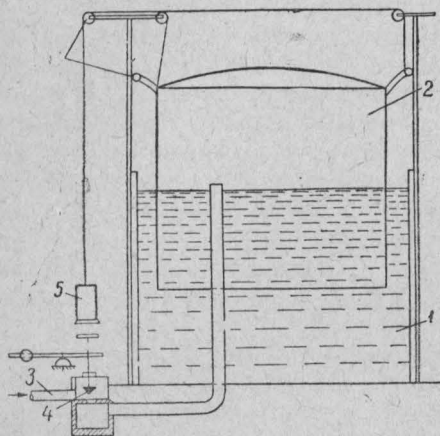


Рис. 35. Схема приспособления инж. Мостословского против переполнения газгольдера:

- 1 — бассейн газгольдера; 2 — колокол; 3 — подводный газопровод;
- 4 — клапан; 5 — груз; 6 — направляющие ролики.

затворы и бассейн через барботирующие трубы и специальные эжекторы, или горячей воды, циркулирующей по затворам и бассейну.

Газгольдеры снабжают приборами, указывающими температуру газа, а также воды в бассейне.

Для предотвращения перекосов необходимо регулярно следить за движением роликов по направляющим, смазывать поверхность направляющих и оси роликов, равномерно наполнять газгольдер, предупреждать обледенение стенок и т. п. Степень наполнения газгольдера газом контролируют специальными приборами. Обычно для этого применяют механические или электрические объемоуказатели: циферблатный указатель, указатель (с сигнализацией) нахождения колокола газгольдера в крайних положениях и регистрирующий прибор (при емкости газгольдера $10\,000\text{ м}^3$ и более).

Перепополнение газгольдера можно предупредить приспособлением инж. Мостословского, которое автоматически выключает газгольдер при наивысшем положении колокола. Приспособление (рис. 35) представляет собой груз, подвешенный на двух противоположных сторонах колокола. При подъеме колокола выше его предельного положения груз ударяет в головку шпинделя клапана и прикрывает подводящий газопровод.

Во избежание образования под колоколом вакуума рекомендуется применять приспособление, разработанное Ростовским институтом охраны труда (рис. 36). При опускании колокола в нижнее положение клапан 6 входит в отверстие крышки 3, тянет ее вниз, и она закрывает отверстие потребляющей трубы. Для большей плотности в крышку вставляют резиновое кольцо.

Здание, где установлены газгольдеры, оборудуют естественной вентиляцией. Если она не обеспечивает необходимого воздухообмена, устраивают приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением, причем вытяжные установки должны иметь взрывобезопасные вентиляторы или работать от эжекторов. Для проветривания здания в окнах устраивают открывающиеся с площадок фрамуги.

В здании необходимо производить ежедневный анализ воздуха. В случае повышенной утечки газа вентиляцию усиливают открыванием окон и дверей, установкой нагнетательных вентиляторов и т. п. При обнаружении в здании резкого запаха газа нужно немедленно организовать тщательный осмотр газгольдера для выяснения мест утечки и ликвидации их.

Для защиты от грозových разрядов на здании устанавливают молниеотводы.

В зоне ограждения или в здании газгольдера не допускается производство каких-либо работ, связанных с применением огня.

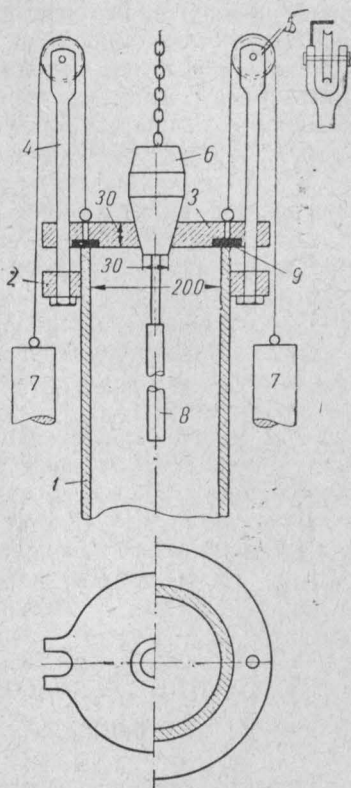


Рис. 36. Схема клапана, предупреждающего образование вакуума:

1 — расходный газопровод; 2 — фланец; 3 — бронзовая крышка; 4 — стойки; 5 — ролики; 6 — бронзовый клапан; 7 — грузы; 8 — чугунный груз клапана; 9 — резиновое уплотнение.

При взрыве газгольдера, быстрой утечке газа и воды, а также при пожаре в здании необходимо немедленно прекратить поступление газа в систему. В случае пожара газгольдер нужно защищать от действия пламени и лучистой теплоты. Очень важно как можно быстрее опорожнить газгольдер, оставив в нем самое небольшое количество газа. При большом пожаре газгольдер полностью опорожняют, а свободное пространство его наполняют паром или негорючим газом. При пожаре надо защищать крышу здания от воспламенения. Если же газгольдер установлен на открытом воздухе, то необходимо защищать от огня слой масла на поверхности воды в бассейне и затворах.

В случае обледенения стенок газгольдера или затворов их обогревают паром, горячей водой и т. п.

При необходимости ремонта газгольдер герметически отключают от системы при помощи заглушек и продувают негорючими газами.

В помещении газгольдера или снаружи его и на кольцевых площадках устанавливают не менее одного огнетушителя на 20 м окружности, а также углекислотные огнетушители и куски кошмы размером $1,5 \times 1$ м. На предприятиях, имеющих аммиачные или азотные установки, целесообразно использовать для тушения жидкий или газообразный азот. Кроме того, к каждому газгольдеру подводят водопроводы.

Разрывы между мокрыми газгольдерами и от них до других зданий принимают согласно Н 102—54 в зависимости от емкости газгольдера и опасности смежных сооружений.

Глава VIII

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ В СУХИХ ГАЗГОЛЬДЕРАХ

Устройство и работа газгольдера

Сухой газгольдер отличается от мокрого отсутствием водяного бассейна и неподвижностью всего корпуса. Подвижным элементом здесь служит поршень (шайба, диск), расположенный внутри корпуса (рис. 37).

Поршень представляет собой жесткий диск, плотно прижатый к стенкам корпуса при помощи специального эластичного кольцевого затвора. По мере поступления или отвода газа поршень перемещается вверх или вниз и образует под собой переменную емкость для хранения газа. При отсутствии газа поршень лежит на дне корпуса.

Корпус может быть призматическим и цилиндрическим. От этого зависит тип затвора.

В первом случае применяют жидкостный затвор (рис. 38). Тонкая металлическая пластина или плотная ткань посредством рычагов с противовесами плотно прижимается к поверхности корпуса. Над пластиной находится газгольдерное масло, которое

непрерывно смазывает трущиеся поверхности и создает гидравлический затвор, препятствующий проходу газа из-под поршня.

При движении поршня (шайбы) происходит утечка масла из затвора через неплотности между трущимися поверхностями. Просочившееся масло стекает по поверхности корпуса на дно газгольдера и попадает в специальные резервуары, откуда ротационными насосами подается наверх и снова поступает в гидравлический затвор. Благодаря этому обеспечивается постоянный уровень масла в затворе.

В газгольдерах с цилиндрическим корпусом герметичность между поршнем и стенками достигается установкой уплотняющего кольца, состоящего из нескольких рядов прорезиненной ткани (рис. 39), между которыми находится деревянный брус. Уплотняющее кольцо подвешивается к конструкции фермы поршня и прижимается к стенке газгольдера большим количеством рыча-

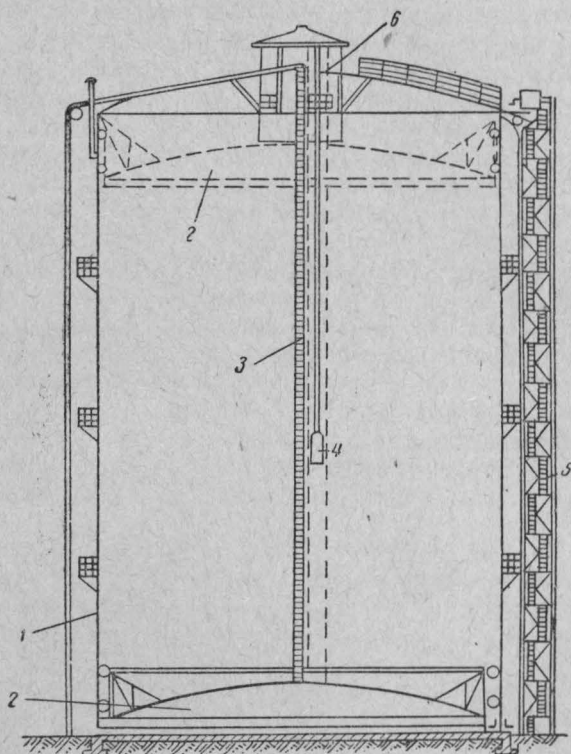


Рис. 37. Схема сухого газгольдера:

- 1 — корпус; 2 — поршень в нижнем положении; 2' — поршень в верхнем положении; 3 — цепная (складная) лестница; 4 — подъемная клеть; 5 — лестница; 6 — фонарь.

гов (балансиров), установленных по периметру поршня. Кольцо соединяется с поршнем эластичной пластиной. Чтобы ослабить трение кольца (сальника) о корпус газгольдера и увеличить плотность их соединения, кольцо смазывают специальным составом, похожим по консистенции на вазелин выс-

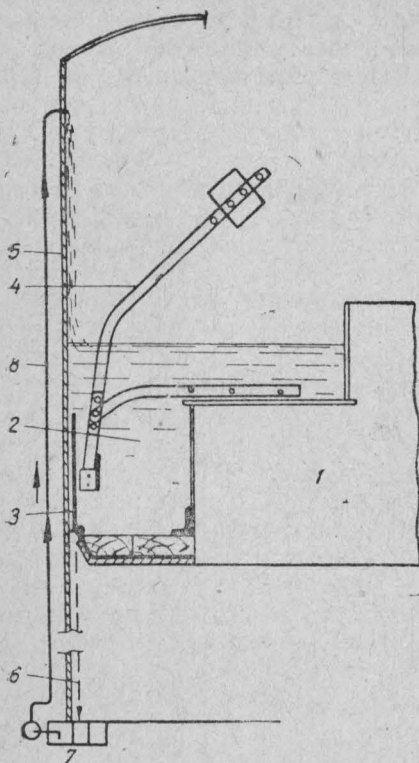


Рис. 38. Жидкостный затвор сухого газгольдера:

1 — часть поршня; 2 — газгольдерное масло; 3 — упругое кольцо с фартуком; 4 — прижимное устройство; 5 — стенка газгольдера; 6 — стекание уплотняющей жидкости; 7 — насосный агрегат; 8 — труба для подачи жидкости обратно в затвор.

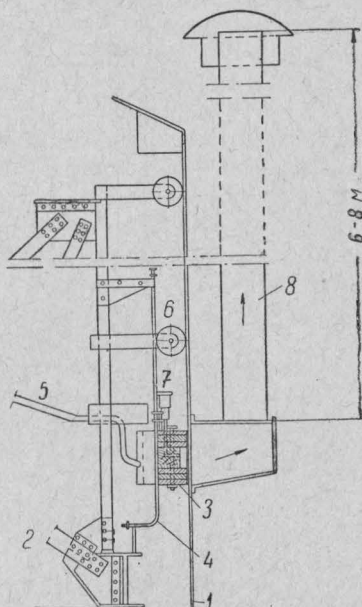


Рис. 39. Общий вид сухого затвора:

1 — корпус; 2 — поршень; 3 — сухое уплотняющее кольцо; 4 — эластичное соединение; 5 — прижимной механизм; 6 — ролики; 7 — масленки; 8 — выпускная труба.

шего сорта. Для этого по периметру кольца через определенные промежутки устанавливают масленки.

Пожарная опасность сухих газгольдеров

Сухие газгольдеры опаснее мокрых. Пожарная опасность их определяется наличием замкнутого надшайбного пространства, где при нормальных условиях эксплуатации находится воздух, а в случае утечки газа может образоваться взрывоопасная смесь.

Второй особенностью сухих газгольдеров является наличие большого количества горючего масла и внутренних подвижных элементов, которые трудно герметизировать.

Причины образования взрывоопасных концентраций. Сухой газгольдер имеет значительное по объему свободное пространство между сферическим поршнем и плоским основанием. При пуске газгольдера без предварительной продувки негорючими газами под поршнем может образоваться взрывоопасная смесь.

В период эксплуатации, когда газгольдер и газопроводы полностью наполнены газом, образование взрывоопасных концентраций внутри их исключено, так как газ находится под избыточным давлением и, следовательно, воздух не может проникнуть внутрь газгольдера. Вакуум создается лишь в том случае, когда из газгольдера путем принудительного отбора будет израсходован почти весь газ и поршень сядет на опорное кольцо.

Наибольшую опасность в сухом газгольдере представляет надшайбное пространство, где при нарушении герметичности гидравлического затвора или уплотняющего кольца всегда возможно образование взрывоопасных концентраций. Это объясняется тем, что в воздухе надшайбного пространства постоянно содержится примесь хранимого газа. Достаточно местного нарушения герметичности уплотняющих устройств, чтобы приток газа в надшайбное пространство усилился до образования взрывоопасной смеси.

Основные причины нарушения герметичности уплотняющего кольца или жидкостного затвора и утечки газа в надшайбное пространство следующие.

Перекосы поршня при его движении вверх и вниз вследствие заедания роликов, переполнения газгольдера, резких колебаний шайбы и температуры стенок газгольдера по диаметрально противоположным сторонам (например, в результате замерзания уплотняющей жидкости, обледенения стенок газгольдера, особенно одностороннего, и т. п.). Перекос шайбы вызывает нарушение плотности прилегающих к стенке газгольдера уплотняющих устройств, а при жидкостном затворе — его одностороннее обнажение.

Нарушение смазки уплотняющего кольца или жидкостного затвора при перебоях в работе и остановке насосов, подающих жидкость в затворы. Насосы могут остановиться при неисправности системы автоматического включения.

Замерзание уплотняющей жидкости, особенно при попадании в нее дождевой воды и отсутствии отепления газгольдера. Вода, попадая в уплотняющую жидкость, образует эмульсию, которая легко замерзает и резко ухудшает смазку затвора. Это вызывает перекося шайбы, нарушение герметичности уплотнения и утечку газа.

Обледенение стенок газгольдера при влажном газе и сильных морозах. При понижении температуры влага конденсируется, осаждается на стенках газгольдера в виде ледяной корки, затруд-

няет или вовсе прекращает движение шайбы и нарушает герметичность затвора. Одностороннее обледенение стенок газгольдера или уплотнения от холодных ветров может вызвать заедание и перекосы шайбы, нарушение плотности прилегания затвора к стенке и утечку газа.

Наиболее крупные и тяжелые аварии сухих газгольдеров, наблюдавшиеся на практике, происходили при их ремонте, а также при ремонте примыкающих к ним коммуникаций. Основная причина пожаров и взрывов при этих работах заключается в негерметическом отключении ремонтируемого участка от газовой среды и в применении открытого огня. Поскольку в сухих газгольдерах возможно образование значительных количеств взрывчатых смесей, аварии, как правило, заканчивались большими разрушениями.

Источники воспламенения. Основные источники воспламенения, вызывающие взрывы и пожары сухих газгольдеров, — те же, что указаны выше для мокрых газгольдеров. Кроме них, причинами воспламенения могут быть статическое электричество, искрение при падении поршня, прямой удар молнии или вторичные ее проявления при наличии взрывчатых смесей в надпоршневом пространстве.

Образование статического электричества. При движении поршня газгольдера с уплотняющим кольцом из прорезиненной ткани, вследствие трения этой ткани о стенки газгольдера, создаются условия для образования статического электричества. Опасные напряжения возникают в момент быстрого падения поршня, особенно при авариях. Статическое электричество образуется и при нормальных условиях эксплуатации газгольдера с уплотняющим кольцом из прорезиненной ткани.

Искрение при падении поршня. Как показывает опыт, в результате перекосов поршня газ получает свободный выход через затвор, и поршень начинает быстро падать вниз, создавая при трении о стенки корпуса местный контакт и искрение.

Пожарно-профилактические мероприятия

Основным пожарно-профилактическим мероприятием для сухих газгольдеров является обеспечение невозможности утечки газа и образования взрывоопасных концентраций в надшайбном пространстве.

Перед пуском газгольдера его обязательно продувают негорючими газами. Поступающий в газгольдер газ подвергают анализу. При обнаружении повышенного содержания кислорода принимают меры к устранению причин этого, а если количество кислорода превышает допустимое для данного газа значение, то газгольдер выключают из сети.

Кроме того, контролируют давление, температуру и влажность газа.

Для нормальной работы газгольдера необходима достаточная и бесперебойная подача смазки к гидравлическому затвору и сухому уплотняющему кольцу. Смазка и уплотняющая жидкость не должны содержать воды и должны обладать способностью отделять ее. В процессе эксплуатации ежедневно производят анализ жидкости на вязкость и содержание в ней воды. При увеличении количества воды сверх допустимых пределов уплотняющую жидкость заменяют свежей. В холодное время года уплотняющую жидкость в резервуарах непрерывно подогревают, чтобы температура ее при подаче в газгольдер была не ниже 15°C .

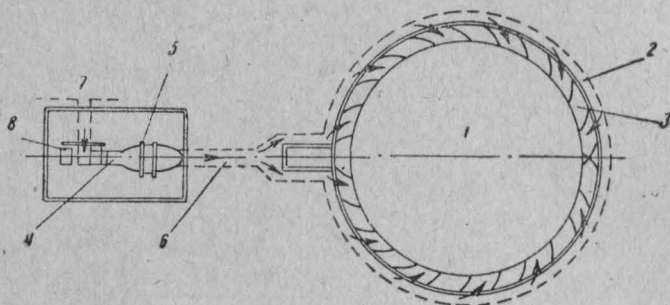


Рис. 40. Схема обогрева сухого газгольдера:

1 — газгольдер; 2 — кожух; 3 — кольцевое пространство; 4 — вентилятор; 5 — подогреватель воздуха; 6 — обогревательные каналы; 7 — вход свежего воздуха; 8 — двигатель.

Во избежание образования ледяной корки на стенках газгольдеров и замерзания уплотняющей жидкости или смазки устраивают отопление. Обычно корпус газгольдера окружают асбоцементным кожухом, а образующееся кольцевое пространство обогревают нагретым воздухом (рис. 40) или дымовыми газами, получаемыми на специальной установке. Воздух или дымовые газы нагнетаются в кожух снизу специальным вентилятором, омывают стенки газгольдера и выходят в атмосферу сверху.

Важное значение для защиты газгольдера от обмерзания имеет осушка подаваемого газа. Ее производят различными способами.

Чтобы предотвратить перекосы шайбы, не реже одного раза в сутки проверяют отклонение ее от горизонтального положения и принимают все необходимые профилактические меры, указанные выше.

Резерв емкости при наполнении газгольдера должен составлять не менее 5% и при опорожнении не менее 10%. В соответствии с этим устанавливают автоматическую сигнализацию для передачи сигналов диспетчеру и регистрирующий прибор (при емкости газгольдера $50\,000\text{ м}^3$ и более). Кроме того, газгольдер оборудуют специальными приспособлениями, предупреждающими

ми его переполнение. Таким приспособлением могут служить свечи с клапанами (рис. 41), автоматически открывающимися в верхнем предельном положении поршня.

Вентиляция надшайбного пространства является одним из ответственных и трудно осуществимых мероприятий, особенно при нижнем положении поршня. Наиболее надежное и эффективное проветривание надшайбного пространства достигается при устройстве приточно-вытяжной вентиляции с вытяжкой в зоне фонаря, основанной на принципе эжекции (рис. 42). Приток воздуха направляется в этом случае в нижнюю часть, что создает некоторое давление, необходимое для вытеснения газов вверх.

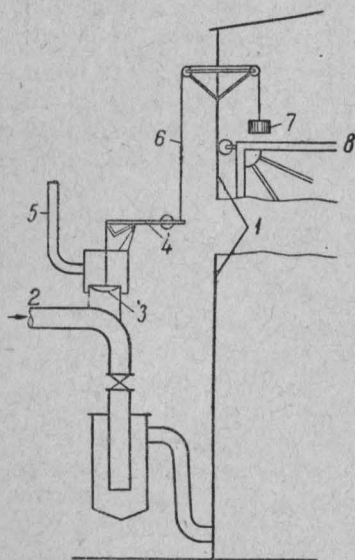


Рис. 41. Автоматический клапан против переполнения сухого газгольдера:

1 — корпус газгольдера; 2 — подводящий газопровод; 3 — клапан; 4 — рычаг клапана с грузом; 5 — свеча избыточного газа; 6 — трос; 7 — контргруз; 8 — поршень в верхнем положении.

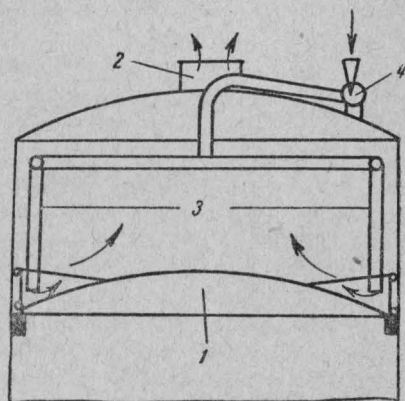


Рис. 42. Схема вентиляции надпоршневого пространства:

1 — поршень; 2 — фонарь; 3 — вентиляционные трубопроводы; 4 — вентилятор.

Независимо от наличия вентиляции, в надшайбном пространстве необходимо ежедневно контролировать состав воздуха, чтобы своевременно выявить утечку газа через поршень и затвор.

Для герметического отключения газгольдера подводящий газопровод оборудован гидравлическим затвором и задвижкой (рис. 43). Затвор, во избежание замерзания воды в зимнее время, должен быть расположен в отапливаемом помещении. Высота затвора определяется из расчета трехкратной величины наибольшего давления газа в газгольдере. Задвижка на магистрали имеет ручной и электрический приводы (последний — с дистанционным управлением из контрольно-диспетчерского пункта).

Для защиты газгольдера от резких ударов при случайных взрывах или хлопках в газопроводах последним придают крутые повороты (не менее двух). Во избежание распространения огня газопроводы снабжают огнепреградителями.

При аварии, взрыве или быстрой утечке газа необходимо прекратить поступление газа в газгольдер (например, закрытием шиберов, затоплением гидравлических затворов, конденсационных горшков и т. п.).

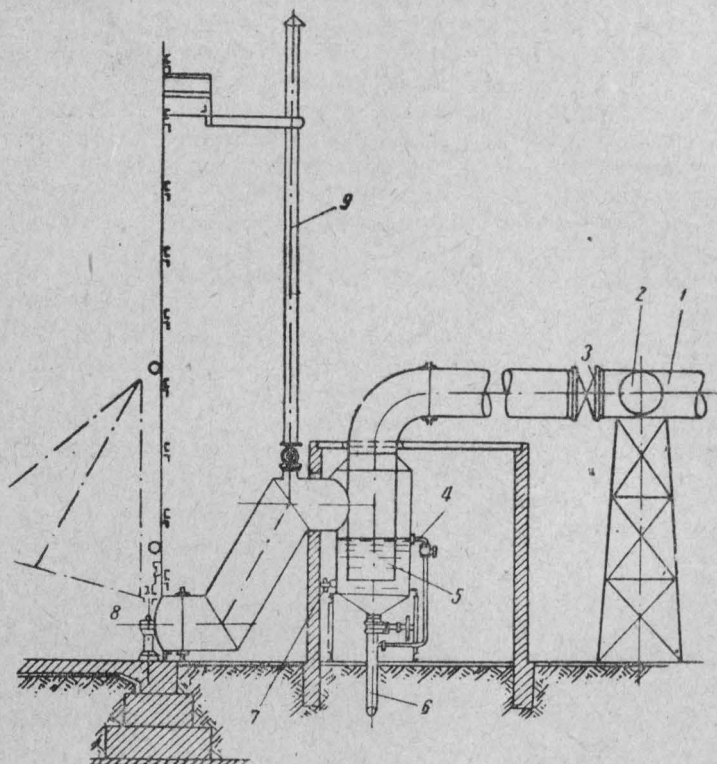


Рис. 43. Гидравлический затвор на газопроводе сухого газгольдера:

1 — газопровод; 2 — байпас; 3 — задвижка; 4 — переливная труба; 5 — гидравлический затвор; 6 — сливная труба в канализацию; 7 — наливная труба; 8 — поршень; 9 — продувочная свеча.

Если вблизи газгольдера возникнет пожар какого-либо сооружения или здания, нужно немедленно принять меры для защиты корпуса газгольдера от нагревания. В противном случае может нарушиться плотность прилегания затвора к стенкам газгольдера, возникнуть утечка газа, произойти быстрое падение поршня и т. д.

При заедании или торможении движения поршня вследствие обледенения корпуса газгольдера надо обогреть поверхность за-

твора паром, залить в него глицерин, усилить подачу нагретого масла, повысить температуру поступающего в газгольдер газа.

Ремонт газопроводов, корпуса, затворов и других элементов газгольдера, соприкасающихся с газом, можно производить только после опорожнения газгольдера от газа, герметического отключения его от системы при помощи заглушек, заполнения водой затворов и конденсационных горшков, а также продувки их негорючими газами.

Для быстрой локализации очагов огня газгольдеры снабжают необходимыми средствами пожаротушения. К каждому газгольдеру подводят две водопроводные магистрали диаметром не менее 125 мм. На крыше газгольдера монтируют дренажную установку, которая охлаждает корпус и защищает его при пожарах расположенных рядом сооружений или газгольдеров. Для тушения масла в гидравлическом затворе предусматривают пенные установки и не менее четырех баллонов с углекислым газом. Вокруг газгольдера и на кольцевых площадках через каждые 20 м устанавливают по одному огнетушителю. Около огнетушителей помещают металлические ящики с кусками кошмы размером 1,5 × 1 м.

Грозозащиту сухого газгольдера устраивают так же, как мокрого. При этом особое внимание обращают на создание специальной зоны защиты над фонарем.

Разрывы между сухими газгольдерами и другими сооружениями принимают согласно Н 102—54 в зависимости от емкости газгольдера и опасности смежного здания или сооружения.

Газгольдеры высокого давления

Сухой газгольдер высокого давления представляет собой замкнутый сосуд цилиндрической или шаровой формы. Наиболее распространены вертикальные и горизонтальные цилиндрические газгольдеры, которые в последнее время выполняются цельносварными. Газ в таких газгольдерах хранится под давлением 5—8 атм.

Газгольдеры устанавливаются на металлические стойки, опирающиеся на железобетонные фундаменты, и komponуются в батареи (рис. 44). Газ подводится к ним и отводится от них через регуляторные станции.

В вертикальные газгольдеры газ поступает через нижний штуцер, имеющий два патрубка: один для газа, а второй для воды (при испытании и пуске в работу). К верхнему люку газгольдера подводится ответвление газопровода для заполнения установки газом при пуске в работу после испытания.

Схема подвода газа к горизонтальным газгольдерам приведена на рис. 45.

Газгольдеры высокого давления представляют меньшую пожарную опасность, чем рассмотренные выше, так как они всегда

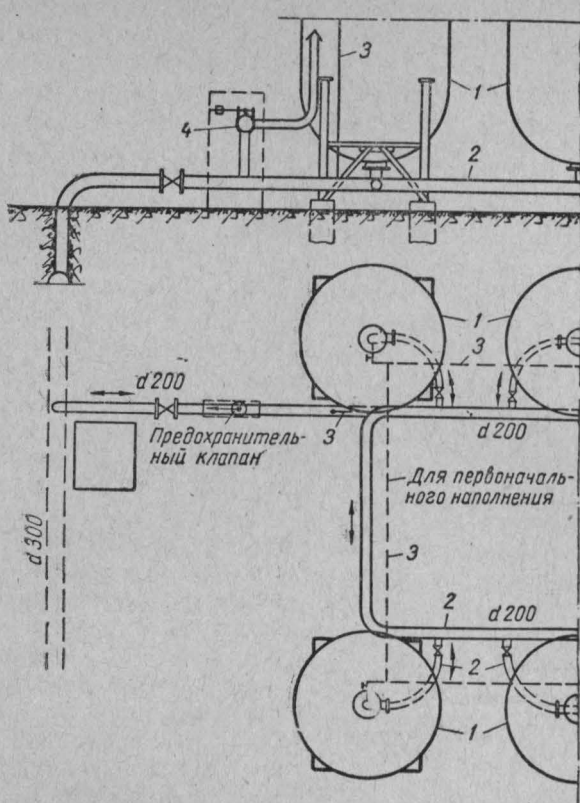


Рис. 44. Схема подвода газа к вертикальным газгольдерам:

1 — газгольдеры; 2 — газопроводы; 3 — газопроводы для начального наполнения через верхний люк; 4 — предохранительный клапан.

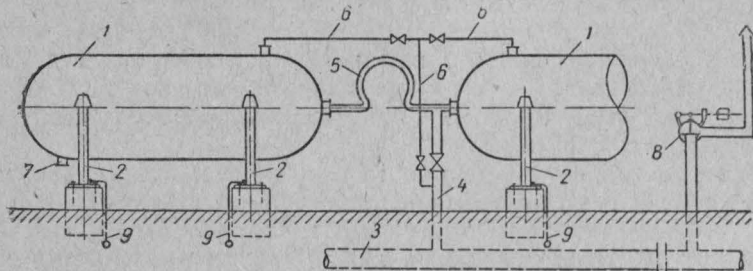


Рис. 45. Схема подвода газа к горизонтальным газгольдерам:

1 — газгольдеры; 2 — опоры; 3 — магистральный газопровод; 4 — стояк; 5 — соединительный газопровод в виде компенсатора (располагается горизонтально); 6 — обводная линия для первоначального наполнения; 7 — патрубки для подачи и выпуска воды; 8 — предохранительный рычажный клапан; 9 — заземление газгольдеров.

располагаются на открытом воздухе, не имеют подвижных элементов и замкнутых пространств, где могла бы образоваться взрывоопасная смесь. Газ заполняет весь объем газгольдера и находится в нем под давлением. В случае появления неплотностей в соединениях газгольдера газ выходит в атмосферу и рассеивается в воздухе.

Одним из наиболее опасных моментов является стадия первоначального наполнения газгольдера газом. Если при пуске в работу газгольдер продувать хранимым газом, то он создает еще

большую опасность, чем сухие и мокрые газгольдеры, так как в определенный момент весь его объем может быть заполнен взрывоопасной смесью. Известны случаи, когда из газгольдера, в период его продувки, в течение 5 час. выходила взрывчатая смесь.

У цельносварных газгольдеров эта опасность исключена, поскольку они рассчитаны на вытеснение воздуха путем заполнения всего объема водой.

У газгольдеров других конструкций при пуске в работу опасность представляют и сернистые соединения, которые могут проникнуть в установку вместе с газом из газопроводов, а также разряды статического электричества (при истечении газа).

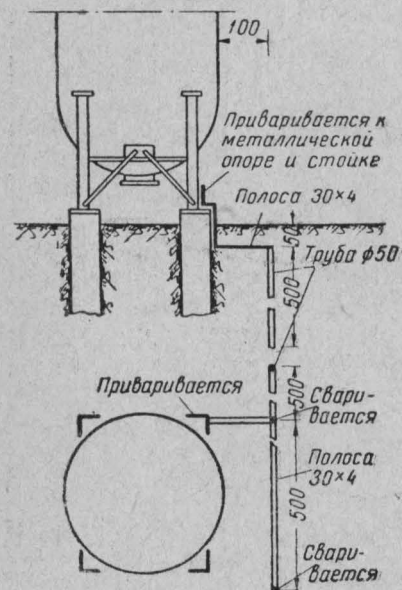


Рис. 46. Заземление газгольдеров

Включение газгольдеров в сеть по буферной системе, при наличии исправных приборов, регулирующих давление газа, и предохранительных клапанов, обеспечивает безопасность их при действии высокой температуры внешней среды.

Наибольшую опасность при газгольдерах высокого давления представляют компрессорные и газорегуляторные станции, в которых, вследствие утечки газа через неплотности фланцевых соединений трубопроводов, могут образоваться взрывоопасные концентрации.

Основными пожарно-профилактическими мероприятиями при эксплуатации газгольдеров высокого давления являются: обеспечение герметичности и прочности сварных швов, продувка перед пуском в работу, установка регуляторов давления и предохранительных клапанов от избыточного давления.

Качество швов проверяют путем контрольных испытаний и просвечивания рентгеновыми или иными лучами. Для определения плотности сварных швов их покрывают с наружной стороны раствором мела и опрыскивают с противоположной стороны керосином. При малейшей неплотности швов на наружной стороне появляются пятна керосина.

Перед пуском газгольдеров их заполняют водой (при цельносварных конструкциях) или продувают негорючими газами.

Каждый газгольдер или батарею снабжают одним или двумя предохранителями (рычажного или пружинного типа) для выпуска избыточного давления (см. рис. 44 и 45).

Для защиты от первичных и вторичных воздействий грозовых разрядов газгольдеры заземляют (рис. 46), а здания газгольдерной станции, особенно помещения газорегуляторной, защищают молниеотводами.

В газорегуляторном помещении должны соблюдаться все требования, предусмотренные для взрывоопасных производств категории А.

Газгольдерная станция должна иметь водопровод высокого давления и первичные средства пожаротушения: сухие или углекислотные огнетушители, ящики с жирной глиной, песок в асбестовых мешках, асбестовые кошмы и лопаты.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ И ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава IX

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ДРОБЛЕНИИ И РАЗМОЛЕ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ

Общие сведения

Во многих отраслях народного хозяйства в качестве сырья применяют твердые и волокнистые материалы: древесину, уголь, хлопок, лен, пластмассу, зерно, табак, сахар и т. д. В процессе механической обработки этих материалов, т. е. дробления, измельчения, смешения, разрыхления, прессования, отсеивания, транспортировки образуется горючая пыль.

Пыль находится обычно в одном из двух состояний: взвешенном (аэрозоль) или осевшем (аэрогель).

Аэрозвесь может образоваться:

а) при наличии в обрабатываемых твердых или волокнистых материалах мельчайших частиц (пылинок);

б) при движении этих материалов относительно неподвижного воздуха или, наоборот, при движении воздуха относительно измельченного материала.

Процесс образования аэрозвеси можно проследить на элеваторе, где применяют ленточные транспортеры. Зерно содержит большое количество посторонних примесей в виде мельчайших частиц как органического (кусочки колоса), так и неорганического происхождения (земля, песок). Когда транспортер не работает, эти частицы не могут (без дополнительно приложенной к ним силы) подняться в воздух. При движении же транспортера со скоростью 2,5—4,5 м/сек отдельные частицы испытывают сопротивление воздушной среды R , величина которого зависит от площади частицы и скорости движения транспортера. Если величина силы R превосходит силу тяжести частицы R_1 , то последняя отрывается от зерна и сначала движется параллель-

но направлению движения зерна (но с уменьшенной скоростью), а затем под действием воздушных потоков уносится в воздух, переходя в аэрозоль. Так как зерно на транспортере в процессе движения перемешивается, то, следовательно, все новые и новые частицы уходят в воздух, образуя облако пыли.

Особенно интенсивно происходит образование пыли при ссыпке зерна с транспортера. Пылинки и зерно падают с различной скоростью. Зерно, для которого сила тяжести превышает силу трения о воздух, падает с возрастающей скоростью. Пылинки же в зависимости от веса и размеров падают с постоянной скоростью или останавливаются и, будучи подхваченными воздушным потоком, вызываемым падением зерна, уносятся в пространство, образуя пыль. Так как зерно (или другой материал) с транспортера направляется в бункер, то в последнем за счет транспортируемого материала и эжектируемого им воздуха создается повышенное давление. Этим давлением создается воздушный поток, идущий через трубу в помещение. Под действием воздушного потока, движущегося навстречу ссыпаемому материалу, еще большее количество пылинок переходит во взвешенное состояние. Следовательно, при технологических процессах, связанных с транспортировкой твердых или волокнистых материалов, возможно выделение пыли в помещения.

Образуется пыль также при обработке твердых материалов машинами, в которых создаются воздушные потоки в результате движения отдельных деталей и перемещения материалов.

Процессы, связанные с образованием пылей, типичны для мельниц, крупозаводов, предприятий комбикормовой промышленности, пылеприготовительных установок электростанций и котельных и крупных заводов, первичной обработки хлопка, текстильных и табачных фабрик, сахарных и льнозаводов и т. д.

При обработке твердых или волокнистых материалов могут образоваться две горючие системы: а) твердое горючее вещество и воздух, б) горючая пыль, получающаяся при обработке твердого вещества. Из них наибольшую пожарную опасность представляет горючая пыль, так как она обладает всеми пожароопасными свойствами твердого вещества и, кроме того, свойствами, присущими только ей. К ним относятся способность аэрогеля к самовозгоранию (даже, если твердое вещество этим свойством не обладает) и аэрозоля к горению со скоростью взрыва. В связи с тем, что горючие пыли представляют большую пожарную опасность, чем твердые или волокнистые вещества, из которых они получены, пожарная опасность технологических процессов, связанных с образованием пылей, определяется свойствами последних.

Помещения, где в процессе обработки твердых материалов выделяется горючая пыль в таком количестве, что она может образовать с воздухом взрывоопасные смеси, относятся к взрывоопасным. Те же помещения, где обрабатываются твердые

горючие материалы, но выделяющаяся пыль не может создать взрывоопасных концентраций, относятся к пожароопасным.

Дробление и размол твердых горючих веществ

При переработке твердых горючих веществ часто необходимо уменьшить их до определенных размеров. Это достигается измельчением при помощи различных машин. Так, например, для выпечки хлеба надо зерно измельчить на вальцах в муку. В резиновом производстве для получения резины смешивают каучук с измельченной серой. Серу измельчают на бегунах. В пы-

леприготовительных установках электростанций для получения каменного угля измельчают различными машинами. (Для измельчения крупных кусков угля применяются дробилки, для измельчения мелких кусков — шаровые или молотковые мельницы).

Машины, предназначенные для измельчения твердых веществ, подразделяются на три группы:

- 1) машины для предварительного измельчения: щековые конические и дисковые дробилки;
- 2) машины для промежуточного измельчения: дробильные валки, винтовые, конические и молотковые мельницы, бегуны;
- 3) машины для тонкого измельчения: шаровые и стержневые, вальцовые мельницы.

При работе всех этих машин выделяется пыль. Наибольшее количество ее выделяется при действии машин промежуточного и тонкого измельчения, которые и будут рассмотрены в книге.

Молотковая мельница. Молотковая мельница относится к группе ударно-центробежных мельниц, в которых процесс дробления осуществляется ударом штифтов, кулаков или молотков по кускам измельчаемого материала. Устройство молотковой мельницы показано на рис. 47. Она состоит из корпуса 1, выложенного внутри чугунными или стальными плитами 2. Плиты прикреплены к корпусу болтами. В случае износа их можно сменить. На вал 3 насажен стальной диск 4, к которому прикреплено несколько молотков 5. Молотки могут крепиться к диску неподвижно или на шарнире. В нижней части корпуса

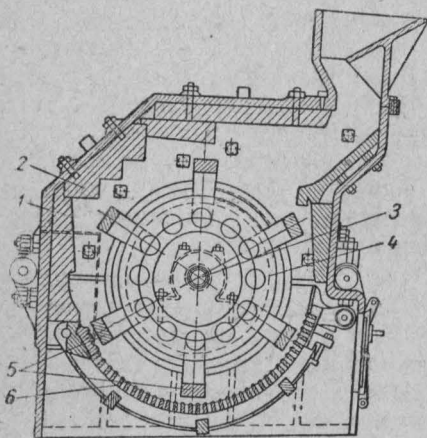


Рис. 47. Молотковая мельница.

мельницы имеется решетка 6, щели которой меняют в соответствии с необходимой степенью измельчения материала.

Загрузка молотковой мельницы производится через загрузочную воронку, снабженную заслонкой, которая регулирует величину загружаемых в мельницу кусков материала после того, как диск с молотками разовьет полное число оборотов (1000—1600 об/мин.). Молотки, двигаясь с большой скоростью, ударяют по кускам материала, раздробляют их и откидывают к стенкам корпуса. Ударяясь о стенки корпуса, куски дробятся еще мельче и затем, попадая на решетку, через нее удаляются из мельницы.

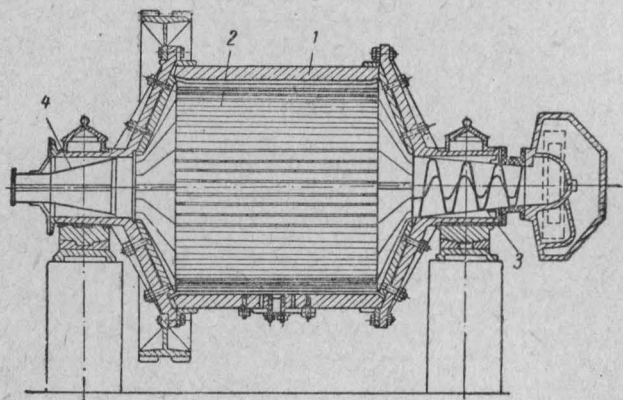


Рис. 48. Цилиндрическая шаровая мельница:

1 — барабан; 2 — стальные плиты; 3 — шнековый питатель; 4 — патрубок для выхода измельченного материала.

Шаровая мельница. Шаровая мельница предназначена для тонкого измельчения материала. Измельчение в ней производится в результате ударов падающих шаров и истирания материала между шарами и поверхностью корпуса мельницы. На рис. 48 изображена цилиндрическая шаровая мельница, которая состоит из стального вращающегося барабана, выложенного изнутри продольными стальными плитами, шнекового питателя, расположенного в пустотелой цапфе, и патрубка, помещенного в другой пустотелой цапфе. Барабан мельницы загружают стальными шарами, размер которых зависит от величины кусков и твердости измельчаемого материала. Диаметр шаров чаще всего бывает от 30 до 175 мм. Измельчаемый материал загружают в загрузочную воронку и при помощи шнекового питателя подают в барабан мельницы. Барабан, вращаясь со скоростью 20—40 об/мин., поднимает шары и они, падая на материал, раздробляют его. Во время вращения барабана измельчаемый материал передвигается от шнекового питателя к патрубку. Привод мельницы осуществляется от электродвигателя через редуктор.

Конструкции шаровых мельниц могут отличаться формой барабана, приспособлениями для загрузки и выгрузки материала и др. В настоящее время начинают применять шаровые мельницы с вибрирующим барабаном (вибромельницы).

Из рассмотренного выше видно, что в результате движения рабочих частей мельницы и измельчаемого материала могут возникать воздушные потоки, достаточные для подъема и перемещения частичек пыли. В связи с этим мельницы и другие машины, предназначенные для измельчения твердых материалов, устраивают закрытыми.

Пожарная опасность процессов дробления и размола

Дроблению и размолу подвергаются различные твердые вещества как горючие, так и негорючие. Однако пожарную опасность представляет процесс измельчения твердых горючих веществ, поэтому он в дальнейшем и будет рассматриваться.

В процессе измельчения твердых горючих веществ постоянно создаются две горючие системы. Первая из них представляет сочетание твердого горючего вещества и воздуха и вторая — аэрозоль, образующуюся в процессе измельчения.

Пожарная опасность твердого горючего вещества определяется его физико-химическими свойствами и агрегатным состоянием. Основными свойствами, характеризующими пожарную опасность твердых горючих веществ, являются: способность выделять при нагревании горючие пары или газы, температура самовоспламенения, способность к самовозгоранию.

Большинство твердых горючих веществ при нагревании испаряются или разлагаются, образуя пары и газы. Чем ниже температура кипения или разложения этих веществ, тем большую пожарную опасность они представляют, так как имеют более низкие температуры вспышки и самовоспламенения. Это необходимо учитывать в процесс дробления и размола, так как при недогрузке машин измельчаемый продукт нагревается и, следовательно, в машине могут появиться горючие пары и газы.

Температура самовоспламенения твердых веществ, как известно, понижается по мере уменьшения размера частиц. Во время дробления и размола в аппаратах всегда имеется большое количество мелких частиц измельченного горючего материала, следовательно, температура самовоспламенения его ниже, чем материала, который не подвергается измельчению.

Таким образом, в момент дробления и размола горючая система — твердое горючее вещество и воздух — всегда более опасна, чем до размола. В связи с большой поверхностью вещество имеет большую скорость тепловосприятия и способно воспламениться от источников меньшей тепловой мощности, чем исходный материал. Кроме того, твердое измельченное вещество часто может самовозгораться, даже если оно не имело этой спо-

способности до измельчения. Например, эбонит в виде кусков или плит не способен самовозгораться, в виде же порошка он обладает этой способностью в большой степени.

Вторая горючая система — горючая пыль и воздух — образуется только в момент работы мельницы или других аппаратов измельчения. Образование ее связано с наличием мельчайших частиц твердого вещества и движением этого продукта относительно воздуха или наличием воздушных потоков. Воздушные потоки возникают в результате движения частей машин, движения самого продукта или образуются при помощи вентилятора. Так, например, в молотковой мельнице воздушные потоки возникают в результате быстрого вращения диска с молотками, в шаровой мельнице — в результате вращения кожуха мельницы, падения шаров и самого измельчаемого продукта, а в трубчатой шаровой мельнице — вентилятором.

Концентрация пыли в мельницах и дробилках в разные периоды — различна. С момента пуска машин пыль накапливается и концентрация ее растет, достигая через некоторое время максимальной величины. Эта максимальная концентрация пыли будет постоянна в течение всего времени работы машин, если качество сырья и скорость подачи его в машины останутся неизменными. После того как машина остановится, концентрация пыли будет снижаться и в конце концов пыль исчезнет совершенно.

Пожарная опасность горючей пыли (аэровзвеси) определяется в основном пределами взрыва. При работе дробилок и мельниц создаются различные концентрации пыли, однако при нормальной работе таких машин, как молотковые мельницы, дезинтеграторы, дисмембраторы, шаровые, стержневые и вальцовые мельницы, концентрации пыли внутри агрегатов находятся за верхним пределом взрыва. Это значит, что в закрытом объеме они не взрывоопасны.

В момент остановки таких машин пыль оседает, концентрация ее понижается и она в течение какого-то времени взрывоопасна. Перейдя за нижний предел взрыва, концентрация пыли вновь безопасна. При пуске машины конденсация пыли, увеличиваясь, становится на какой-то период времени взрывоопасной, а затем при установившемся режиме работы переходит через верхний предел взрыва и становится безопасной. При нормальной работе таких машин, если они недогружены сырьем, концентрации пыли могут быть и взрывоопасными. В таких случаях, кроме взрывоопасных концентраций пыли в объеме машин, могут быть и горючие газы, выделившиеся в результате сильного нагрева измельчаемого вещества.

Таким образом, опасность взрыва пыли в мельницах возникает при пуске и остановке их, а также при недогрузке.

Если в машинах концентрации пыли находятся за верхним пределом взрыва, то, следовательно, около машин (при отсут-

ствии укрытия) они будут находиться в пределах взрыва. В табл. 6 показаны концентрации эбонитовой пыли около открытого вальцового станка.

Таблица 6

Концентрация эбонитовой пыли около вальцового станка

Место отбора пробы	Найденная концентрация пыли в г/м ³	Нижний предел взрыва в г/м ³
Вальцовый станок на уровне открытого люка	41,1	7,6
То же, на высоте 0,3—0,5 м от люка .	5,5	7,6

Как видно, концентрация пыли около вальцового станка является взрывоопасной и только на высоте 0,5 м от люка она становится несколько меньше нижнего предела взрыва.

У быстро вращающихся машин (молотковых мельниц, дезинтегратора) эти концентрации значительно выше, поэтому и объем взрывоопасных концентраций в помещении больше, чем у вальцового станка.

При работе дробилок и бегунов образуется значительно меньшее количество пыли, так как отсутствуют мелкие частицы обрабатываемого материала и нет воздушных потоков, обладающих большой скоростью. Обычно концентрации пыли в них ниже нижнего предела и, следовательно, не опасны для взрыва. Это не значит, что пыль, образующаяся в этих машинах, не представляет пожарной опасности. Все машины для дробления и размолва опасны тем, что выделяющаяся из них в производственные помещения пыль оседает на конструктивных элементах зданий и образует легкогорючую среду, способную воспламеняться от незначительного источника тепла и распространять пламя с большой скоростью. При взвихрении такой пыли в воздух могут создаваться взрывоопасные смеси.

Опасность нахождения пыли в производственном помещении обуславливается и тем, что в нем имеется больше источников воспламенения, чем в машине. При работе машин создается некоторое избыточное давление, в результате чего пыль проникает в помещение.

Повышенное давление создается вследствие: эжектирования воздуха сырьем в процессе загрузки, нагрева воздуха от трущихся частей машин и нагревающегося в процессе измельчения продукта, создания воздушных потоков от быстро вращающихся частей или вентилятором. Только в тех мельницах, где производится отсос пыли, создается давление ниже атмосферного.

Характеристика горючих систем, находящихся в дробилках и мельницах, показывает, что при наличии источников воспламе-

нения в них могут происходить как пожары, так и взрывы. Источниками воспламенения в этих машинах (если исключить попадание огня извне) могут быть:

1) искры, возникающие: а) при попадании в машины камней или металлических предметов одновременно с сырьем, б) при ударе металлических частей машины друг о друга или их поломки, в) при разряде статического электричества;

2) нагретые в результате трения детали машины;

3) самовозгорание обрабатываемого продукта.

Попадание в машины камней и металлических предметов.

Сырье, поступающее на дробление или размол может содержать посторонние металлические и другие предметы (гайки, гвозди, куски проволоки, костыли, подковы, камни и т. д.). О количестве ферропримесей в сырье, предназначенном для измельчения, можно судить по следующим цифрам. В 1 т зерна, привезенном на мельницу, содержится в среднем от 0,33 до 3,33 г ферропримесей. В 1 т отрубей из этого зерна было уловлено от 7,3 до 39 г ферропримесей.

Некоторые металлические предметы и камни при ударе друг о друга или о металлические части машин способны высекать искры, которые могут привести к загоранию измельчаемого продукта или взрыву пыли. К таким металлам и камням относятся: сталь, чугун, гранит. Однако не всякая искра может воспламенить измельченный твердый продукт и пыль. Воспламеняемость горючей системы зависит как от ее свойств, так и мощности искры, т. е. ее температуры и запаса в ней тепла.

Удары частей машины или их поломка. Нередко воспламенение обрабатываемого в дробилках и мельницах продукта или пыли происходит вследствие образования искр при ударе движущихся частей машины или поломки этих частей. Удары движущихся частей машины с образованием искр происходят при плохом монтаже машины или ослаблении соединений отдельных ее частей. Поломка частей машины происходит при чрезмерной загрузке их или износе.

Разряд статического электричества. В процессе дробления и размола измельчаемый материал в результате трения заряжается статическим электричеством. Одновременно статическим электричеством заряжаются те части машины, которые измельчают материал или с ним соприкасаются. Величина электростатического заряда может быть такова, что искра, появившаяся при разряде его, будет способна воспламенить находящуюся в машине пыль. Таким образом, способность измельчаемого материала или пыли заряжаться при трении статическим электричеством может привести к взрыву и пожару.

Н. Г. Дроздов приводит случай взрыва на мельнице (США), где для кормов размалывалась овсяная шелуха. В течение недели на этой мельнице произошло семь взрывов пыли от разряда статического электричества. Наблюдения за мельницей показали, что статическим электричеством заряжа-

лись размалывающие части машин, у которых появлялись искровые разряды. Когда отдельные искры перешли в сплошной искровой разряд, произошел взрыв пыли в мельнице. В Техасе (США) на мельнице, где производился размол лепешек из хлопковых семян, часто происходили взрывы. После заземления всех частей машин взрывы на этой мельнице прекратились. Это показывает, что причиной взрыва было статическое электричество.

На мельничных предприятиях местами образования зарядов статического электричества, по данным того же автора, являются вальцовые станки, где производится размол зерна. Исследования показали, что струя мучных продуктов, выходящих из-под вальцов, имела потенциал от 6 до 13 квт. Потенциал такой величины способен вызывать искровой разряд и взрыв пыли, находящийся в вальцовом станке.

Величина потенциала заряда статического электричества, образующегося в дробилках и мельницах, зависит от свойств измельчаемого продукта, скорости движения его или размалывающих частей машин, влажности воздуха, продукта и от ряда других факторов. Для воспламенения пыли искрой статического электричества в каждом отдельном случае требуется определенная величина потенциала. Можно указать только, что для воспламенения пыли искрой нужен тем меньший потенциал заряда, чем пыль мельче и суше, чем в ней меньше негорючих примесей и больше летучих.

Нагретые части машин. Загорание пыли (аэрогеля) часто происходит вследствие ненормального нагревания отдельных частей машин. Чаще всего нагреваются подшипники. Нагрев подшипников происходит в результате неправильной их установки, отсутствия смазки или попадания пыли. Температура нагревающихся подшипников бывает достаточной, чтобы воспламенить осевшую на них и длительно нагреваемую пыль.

Самовозгорание измельченного продукта. Некоторые твердые материалы после измельчения могут самовозгораться. Этому явлению способствует то обстоятельство, что измельченный продукт в результате дробления и размола может нагреваться до значительной температуры. Самовозгорание измельченного продукта обычно происходит в тех местах дробилок или мельниц, где материал лежит длительное время. Самовозгорание продукта в работающей машине трудно обнаружить, так как оно бывает незначительным, а продукты горения поглощаются измельчаемым веществом. Самовозгорание продукта обычно служит причиной взрыва пыли в момент остановки или пуска машин, когда концентрации пыли могут быть взрывчатыми.

К пылям, способным самовозгораться, относятся: каменноугольная, торфяная, эбонитовая, алюминиевая, пыль бронзы и других металлов. Таким образом, в машинах для дробления и измельчения имеются как горючие системы, так и источники их воспламенения.

Пожарно-профилактические мероприятия

Основным мероприятием против выделения пыли является укрытие машин. В одних случаях укрывают все агрегаты, производящие дробление, сушку, размол, транспортировку, а в других — только часть их. На крупных тепловых электростанциях или в котельных фабрик и заводов применяют пылевидное топливо, изготовляемое на пылеприготовительной установке.

Укрывают все агрегаты на мельницах, где размалывают зерно, на комбикормовых заводах и других объектах, где получают продукцию в виде порошка.

Укрывают некоторые машины для дробления и размола. На рис. 49 изображены бегуны с неподвижной чашей, которые сверху накрыты конусообразным металлическим кожухом. Однако укрытием машин не всегда можно предотвратить выделение пыли в рабочее помещение. Нередко оно все же происходит в момент загрузки, выгрузки и работы машины. Для снижения давления внутри машины и тем самым предотвращения выхода пыли из нее производится отсос воздуха (из тех мест, где образуется повышенное давление).

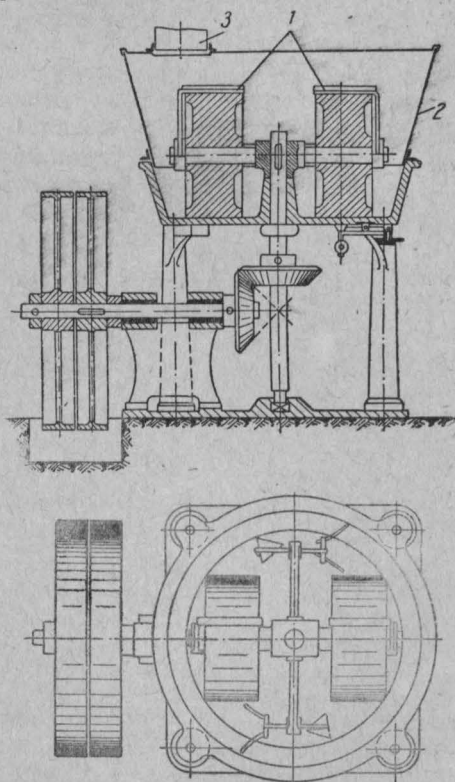


Рис. 49. Бегуны с кожухом:
1 — бегуны; 2 — кожух; 3 — отверстие для загрузки.

Установка магнитных и других улавливателей. Укрытие машин ограничивает зону, образующейся при размоле аэровзвеси. Избежать образование пыли в машинах невозможно, поэтому при наличии источников воспламенения там могут происходить взрывы. Наиболее частым источником воспламенения пыли в машинах являются искры, получающиеся от удара находящихся в измельчаемом продукте посторонних металлических предметов о части машины. Для того чтобы исключить этот источник воспламенения, существуют магнитные улавливатели. Конструкции их могут быть различными в зависимости от места их установки и

материала, из которого улавливаются металлические предметы. При помощи магнитов можно улавливать сталь, чугун, никель, кобальт и многие их сплавы, а также некоторые виды руды. По принципу образования магнитного поля бывают улавливатели с постоянным магнитом и с электромагнитом. На рис. 50 изображен магнитный улавливатель с постоянными магнитами.

Улавливатель состоит из кожуха и съемных постоянных магнитов. Измельченный продукт поступает в отверстие и проходит мимо постоянных магнитов. Металлические примеси, находящиеся в измельченном продукте, притягиваются магнитами и удержи-

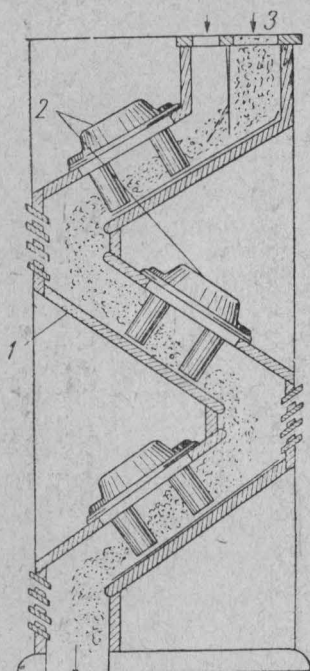


Рис. 50. Улавливатель с постоянными магнитами:

1 — корпус улавливателя; 2 — съемные постоянные магниты; 3 — поступление продукта; 4 — выход очищенного продукта.

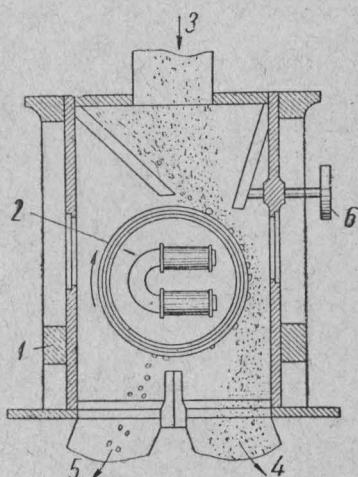


Рис. 51. Улавливатель с электромагнитом:

1 — корпус улавливателя; 2 — электромагнит; 3 — поступление продукта; 4 — выход очищенного продукта; 5 — отвод примесей; 6 — регулировочное приспособление.

ваются на них, а измельченный продукт из улавливателя удаляется через отверстие. Очистка магнитов от металлических примесей производится вручную при вынимании их из гнезда.

На рис. 51 изображен улавливатель барабанного типа с электромагнитом. Принцип действия его заключается в том, что продукт, который не притягивается магнитом, ссыпается с цилиндра в отверстие 4, а металлические примеси, находящиеся в нем, притягиваются магнитом и могут оторваться от цилиндра только там, где заканчивается магнитное поле электромагнита, поэто-

му они сыпаются в отверстие 5. Полная очистка от металлических примесей зависит от скорости движения продукта, толщины его слоя, характера продукта, силы магнитов и способов их установки. Магнитные улавливатели устанавливаются, как правило, перед всеми дробилками и мельницами, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации пыли. Удаление камней, а вместе с ними и металлопримесей из измельченного продукта

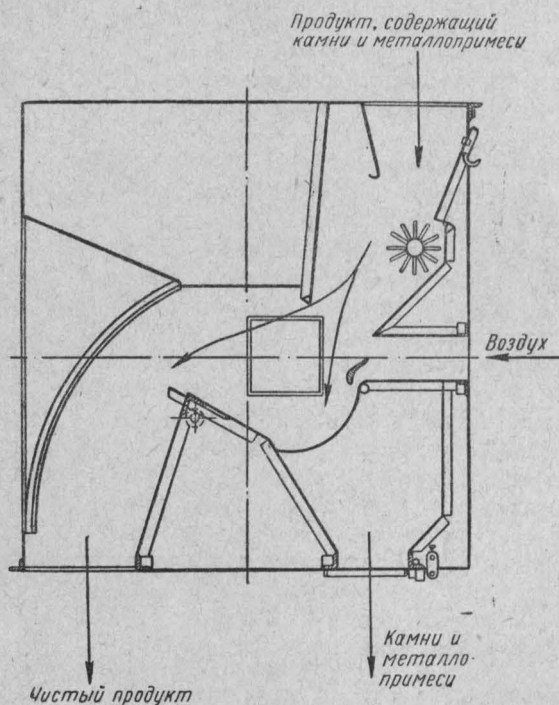


Рис. 52. Схема воздушного сепаратора.

может быть произведено, исходя из принципа разности удельных весов примесей и продукта. Этот принцип положен в основу устройства воздушных и водяных сепараторов. На рис. 52 приведена схема воздушного сепаратора, действие которого заключается в следующем: струя воздуха пересекает поток продукта и отклоняет его в сторону; камни и металлические примеси, как более тяжелые, движутся по первоначальному направлению и падают на лоток, отводящий их в сборник. Подобного типа воздушные сепараторы устанавливаются на мельницах и элеваторах.

Заземление машин. Для предотвращения взрывов пыли от искр статического электричества машины заземляют. При заземлении необходимо выяснить, какие части их являются изолиро-

ванными друг от друга, и либо их соединяют, либо заземляют каждую в отдельности. При этом необходимо учитывать, что масло, находящееся в подшипниках, является изолятором. Заземлению подлежат все части машин, которые соприкасаются с измельчаемым продуктом. Каждая машина, предназначенная для дробления и размола твердых горючих веществ, заземляется сообразно ее конструкции и условиям образования электростатических зарядов.

Чтобы исключить возможность самовозгорания измельчаемого продукта, дробилки или мельницы не должны иметь мест, в которые мог бы попадать и залеживаться продукт. Подшипники надо так расположить и сконструировать, чтобы в них не попала пыль.

Установка предохранительных клапанов. Для того чтобы взрыв пыли, происшедший по какой-либо причине внутри машины, не вызвал ее разрушения и распространения взрыва по трубопроводам на другие машины, аппараты и хранилища, устанавливаются предохранительные клапаны. Назначение предохранительного клапана — в момент взрыва пыли отводить газы из машины или трубопроводов и тем самым снижать в них давление. Эти клапаны представляют собой мембраны или пластины, выполняемые из металлической фольги, асбестового картона или хрупких пластмасс. Суммарная площадь всех предохранительных клапанов, устанавливаемых на машинах и связанных с ними аппаратах (кроме клапанов на бункерах пыли), выраженная в квадратных метрах, должна составлять 4% объема всей установки в кубических метрах (кроме бункера пыли). В момент взрыва газы выбрасываются предохранительными клапанами через трубы наружу здания или в помещение. В последнем случае места выпуска располагают так, чтобы не подвергнуть опасности обслуживающий персонал.

Все лючки и дверцы должны иметь запоры. Состояние взрывных клапанов необходимо периодически проверять (не реже одного раза в смену).

Локализирующие средства. Для предотвращения пожаров и взрывов размольных установок иногда их заполняют негорючими газами (азот, углекислый газ, дымовые газы) на весь период работы установки, либо на время отдельных операций. Как показали опыты, концентрация негорючих газов должна быть не ниже 55% по объему.

Глава X

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ГРОХОЧЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Грохочение измельченных материалов

Процесс разделения крупных частиц или кусков от более мелких называется грохочением или просеиванием. Грохочение

осуществляется при помощи аппаратов, называемых грохотами или ситами. Существуют различные конструкции грохотов и сит применительно к свойствам просеиваемого материала, размерам его кусков, а также задачам, которые преследует процесс просеивания.

На рис. 53 показан вибрационный грохот, применяемый для просеивания мелких материалов. Вибрация сит создается при помощи эксцентрика, расположенного у загрузочного конца грохота. Для усиления вибрации под ситами расположены шары.

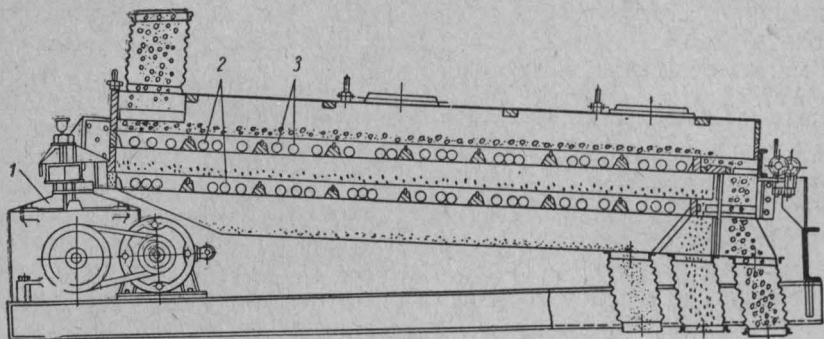


Рис. 53. Вибрационный грохот:
1 — эксцентрик; 2 — сита; 3 — шары.

Просеиваемый материал поступает на верхнее сито, имеющее более крупные ячейки. Все, что пройдет через него, поступает на второе сито, имеющее более мелкие ячейки. Таким образом, просеиваемый материал на этом грохоте разделяется на три фракции.

В процессе грохочения твердого материала, так же как и при размоле, выделяется пыль. Однако пожарная опасность данного процесса значительно ниже, чем процессов размола и дробления. Это объясняется тем, что в процессе грохочения уменьшается количество вероятных источников воспламенения. Так, например, металлические предметы и камни, попадая в грохоты или смесители совместно с просеиваемым материалом, не могут вызвать искры, так как нет двигающихся с большой скоростью металлических деталей.

Из источников воспламенения, могущих вызвать взрыв или горение пыли в процессе грохочения, необходимо отметить: самовозгорание (при наличии в грохоте мест, в которых просеиваемый материал может залеживаться), нагрев при трении деталей машин, искрение электродвигателя.

Для предупреждения пожаров и взрывов в процессе грохочения проводят ряд мероприятий, которые описаны ниже.

Герметизация машин. Герметичное укрытие машин исклю-

чает выделение пыли в производственное помещение и осаждение ее на поверхностях конструкций здания и оборудования. Наличие осевшей пыли в производственном помещении увеличивает вероятность возникновения пожара в нем, так как аэрогель легко воспламеняется от небольших по мощности источников воспламенения. Герметизация машин выполняется различно в зависимости от их конструкции. На рис. 53 приведен пример укрытия вибрационного грохота.

Местные отсосы. При невозможности герметизации грохотов для удаления образующейся в процессе грохочения пыли устанавливают местные отсосы. Отсос воздуха производится сверху грохота по всей его площади. Лопasti вентилятора выполняют из мягкого металла, не дающего искр.

Установка соответствующего электрооборудования. Если в помещении установлены только грохоты, то согласно «Правилам устройства электротехнических установок» его можно отнести к взрывоопасной категории В-IIа. В таких помещениях электродвигатели устанавливаются закрытыми с короткозамкнутым ротором. Распределительные устройства защищают несгораемыми уплотненными кожухами. Осветительную арматуру как стационарную, так и переносную надо делать пыленепроницаемой.

Кроме указанных профилактических мероприятий, необходимо периодически удалять пыль, осевшую на оборудовании и строительных конструкциях помещения. Трущиеся части грохотов и смесителей необходимо систематически смазывать, чтобы они не нагревались.

Транспортировка измельченных материалов

В современном производстве широко применяются механизмы для перемещения твердых материалов к машинам, хранилищам и т. д. Для перемещения измельченных материалов применяются транспортеры, шнеки и трубопроводы.

Транспортерами называются устройства, применяемые для непрерывного перемещения твердых материалов в одном направлении. Они подразделяются на горизонтальные (наклонные) и вертикальные.

Горизонтальные (наклонные) транспортеры могут быть ленточными и скребковыми. На рис. 54 изображена схема ленточного транспортера со сбрасывающей тележкой. Он состоит из станины, на которой монтируются барабаны и ролики. На приводном и натяжном барабанах надета бесконечная лента, которая движется вокруг них. Приводной барабан при вращении тянет на себя верхнюю, груженую часть ленты и последняя за счет трения о стенки барабана приходит в движение. На всем своем протяжении лента поддерживается роликами. Натяжной барабан передвигается по станине и служит для натяжения ленты. Сбрасывающая тележка может перемещаться по транспор-

теру и служить для разгрузки транспортера в любом месте по его длине. Ленточные транспортеры могут применяться не только для горизонтального перемещения измельченных материалов, но и для наклонного.

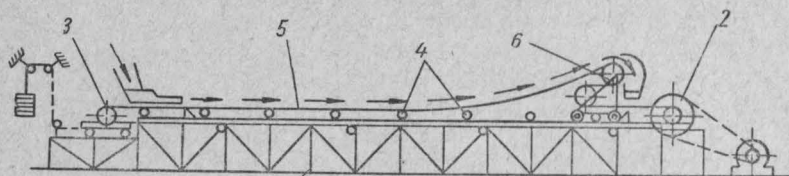


Рис. 54. Схема ленточного транспортера:

1 — станина; 2 — приводной барабан; 3 — натяжной барабан; 4 — ролики; 5 — ленты; 6 — сбрасывающая тележка.

Для транспортирования измельченных материалов в вертикальном направлении применяются элеваторы (нории). Элеватор (рис. 55) состоит из верхнего приводного и нижнего натяжного барабанов, по которым движется бесконечная лента 3 с прикрепленными к ней ковшами 4. Для предупреждения несчастных случаев при разрыве ленты и уменьшения пылеобразования элеваторы заключаются в деревянный или металлический кожух. Нижняя часть элеватора с натяжным барабаном называется башмаком. Башмак имеет приемный носок, через который в элеватор поступает измельченный материал. Верхняя часть элеватора с приводным барабаном называется головкой. Головка имеет выкидной носок с козырьком, через который ковши выбрасывают поднятый материал в лоток.

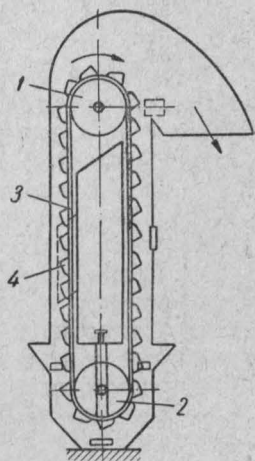


Рис. 55. Схема элеватора:

1 — приводной барабан; 2 — натяжной барабан; 3 — лента; 4 — ковш.

В процессе перемещения измельченных материалов транспортерами выделяется пыль. Воздух сдувает мельчайшие твердые частицы с материала, движущегося на ленте или в ковшах. Чем выше скорость ленты транспортера, тем больше образуется пыли. Практически при транспортировке пылевидных материалов принимается скорость движения ленты от 0,8 до 1,5 м/сек. Особенно сильное пыление происходит при сыпке материала на транспортер и с транспортера, а также из ковша элеватора. В табл. 7 приведены максимальные концентрации пыли, которые были обнаружены у ленточных транспортеров.

Концентрация пыли у ленточных транспортеров

Наименование пылевидной продукции	Обнару- женная концент- рация пыли в г/м ³	Сравнительная взрывоопасность	
		нижний предел взрывае- мости в г/м ³	во сколько раз запы- ленность превышала нижний предел взрываем.

I. Пылеобразование под лентой транспортера

Шрот подсолнечный	101,0	22,7	4,5
Сено степное	78,0	22,7	3,5
Просяные отходы	40,9	30,2	1,5
Мельничная пыль	86,0	10,1	8,6

II. Пылеобразование над лентой транспортера

Шрот хлопчатниковый	42,8	22,7	2,0
Горох	121,0	17,6	7,0

Причинами взрыва пыли или загорания транспортируемого материала могут быть: самовозгорание пыли в башмаке вертикального элеватора, искры, высекаемые при обрыве ковшей, разряды статического электричества в приводной системе. Указанное выше относится, в основном, к элеваторам. Для предупреждения взрывов и пожаров существует ряд профилактических мероприятий:

1) герметизация мест пересыпания измельченных материалов с устройством отсосов;

2) установка предохранительных клапанов в шахтах вертикальных элеваторов при транспортировке материалов, образующих горючую пыль;

3) подводка воды к нижнему башмаку элеватора в случае транспортирования материалов, склонных к самовозгоранию;

4) защита проемов при проходе транспортеров через брандауеры, глухие стены и перекрытия;

5) равномерная загрузка ленты транспортера и башмака элеватора и установка транспортера под углом, меньшим чем угол естественного откоса;

6) заземление металлических частей транспортеров.

Трубопроводы. Трубопроводы применяют для транспортировки тонко измельченных материалов самотеком или при помощи воздуха. Эта система транспортировки широко используется на пылеприготовительных установках электростанций и на мельницах. В случае транспортировки измельченных материалов дви-

жущимся воздухом, в трубопроводах находится смесь горючей пыли с воздухом. Концентрация смеси при нормальной работе установки может быть различной, однако следует стремиться к тому, чтобы она была выше верхнего предела взрыва. В этом случае взрывчатая концентрация будет образовываться только при ненормальной загрузке установки. Кроме опасности, вызываемой наличием взрывчатых концентраций в трубопроводах, есть еще опасность самовозгорания отложений пыли. При транспортировке измельченных материалов самотеком также образуется пыль, но меньшей концентрации.

Источником воспламенения пыли или измельченных материалов в трубопроводах может явиться самовозгорание отложившейся пыли в горизонтальных участках трубопроводов, около задвижек, в местах резких поворотов и т. д.

Чтобы исключить возможность образования взрывов и пожаров в трубопроводах, при их проектировании и монтаже необходимо:

- не допускать горизонтальных участков, тупиков и коллекторов, соединяющих несколько аппаратов;

- угол наклона трубопроводов делать не менее 45° ;

- ответвления от трубопроводов к аппаратам или переходы от одного диаметра к другому устраивать плавными;

- трубопроводы делать сварными, без выступов и шероховатостей, а люки для осмотра и очистки герметизировать;

- скорость пылевой смеси в трубопроводе должна быть такой, чтобы в трубопроводах не осаждались крупные частицы пыли.

Для отвода зарядов статического электричества все трубопроводы должны быть заземлены.

Хранение измельченных материалов

Измельченный материал на производствах хранят чаще всего в бункерах, из которых пыль легко удаляется. Бункер представляет собой емкость, выполненную чаще всего из железобетона или металла в форме цилиндра, оканчивающегося усеченным конусом.

Бункеры заполняют, обычно, при помощи элеваторов и ленточных или пневматических транспортеров. При ссыпке материалов выделяется значительное количество пыли, которая может выходить в производственное помещение. Образование в бункерах аэровзвеси происходит также при выдаче из бункера пыли через питатели, а также при самоотвалах слежавшейся пыли. Воспламенение пыли в бункерах может произойти в результате ее самовозгорания при длительном хранении, а также при попадании раскаленных частиц, образовавшихся в процессе измельчения материала.

Для предотвращения пожаров и взрывов в бункерах, пред-

назначенных для хранения способных к самовозгоранию пылей, необходимо:

- 1) изготавливать бункеры герметичными с гладкой внутренней поверхностью. Они должны иметь форму, которая обеспечивала бы их полную разгрузку;
- 2) стенкам конусной части придавать уклон не менее 60° ;
- 3) для предотвращения конденсации паров воды стенки бункера изолировать малотеплопроводным материалом;
- 4) иметь минимальное количество отверстий в бункерах. Эти отверстия должны герметически закрываться крышками;
- 5) бункеры оборудовать устройствами, позволяющими дистанционно определять уровень пыли и ее температуру. Обеспечивать удаление из бункера пыли, воздуха и водяных паров при помощи местных отсосов;
- 6) устанавливать предохранительные клапаны для предотвращения разрушения бункера при взрыве пыли;
- 7) периодически полностью освобождать бункер от пыли.

Глава XI

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

Общие сведения

Отсос запыленного воздуха производится не только из-под кожуха машин, но и непосредственно из производственного помещения, где имеются пылевоздушные смеси. Ценность отсасываемой пыли различна. Так, при обработке древесины от станков отсасывается древесная пыль и опилки, которые чаще всего представляют собой отходы производства. Если их не улавливать и выбрасывать в атмосферу, то они будут загрязнять территорию предприятия и, отлагаясь на крышах, стенках и выступающих частях зданий, создавать условия для возникновения пожара и его развития. При размоле зерна от вальцов отсасывается мучная пыль, которая представляет ценность и может быть использована.

Во всех случаях необходимо разделение пылевоздушных смесей для того, чтобы выделить из них твердый измельченный материал. Существуют три основных способа разделения пылевоздушных смесей:

- 1) механическое или сухое разделение;
- 2) фильтрация через пористые материалы;
- 3) разделение электрофильтрами.

Механическое разделение

Механическое или сухое разделение пылевоздушных смесей основано на использовании силы тяжести или центробежной силы. В первом случае пыль осаждается в пыльных подвалах,

куда отводится из цехов запыленный воздух. Пылинки, попадая в пыльный подвал, теряют скорость и оседают под действием силы тяжести, а очищенный воздух уходит в атмосферу. Такой способ осаждения применялся на текстильных и табачных фабриках, а также на мельницах. Пожарная опасность пыльных подвалов определяется скоплением большого количества пыли, возможностью образования взрывчатых концентраций при их очистке, а также наличием условий для распространения пожа-

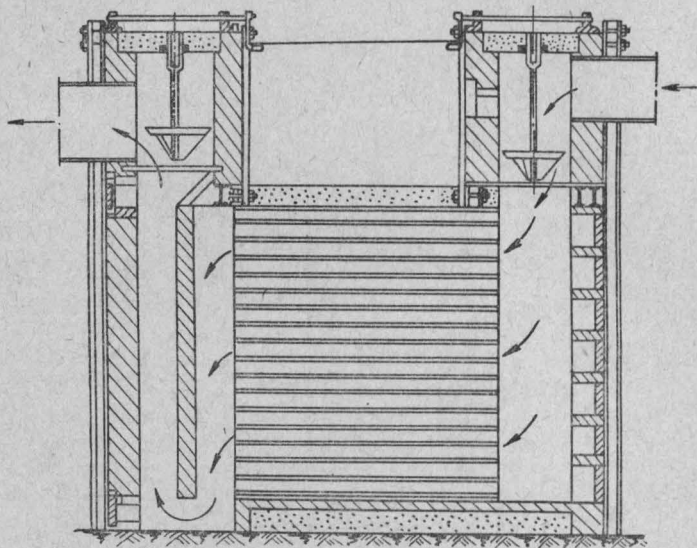


Рис. 56. Пылеосадительная камера.

ра из подвала в производственные помещения. Вследствие большой пожарной опасности пыльные подвалы в настоящее время сохранились только на старых предприятиях.

Вместо пыльных подвалов теперь используют пылеосадительные камеры, в которых пылевоздушная смесь при помощи перегородок разбивается на несколько горизонтальных струй. Пылеосадительная камера показана на рис. 56. Пылевоздушная смесь поступает в машину по трубопроводу через регулировочный шибер. Попад в распределительный канал она движется дальше в промежутках между листами и поступает в сборный канал, а из него через вертикальный канал и шибер — в трубопровод очищенного воздуха. Скорость движения смеси в пространстве между листами очень небольшая и это ведет к выпадению из нее частиц твердого материала. Осевшая на листах пыль снимается с них специальными скребками через дверцы. В пылеосадительных камерах скапливается значительно меньше пыли, чем в пыльных подвалах, поэтому они пред-

ставляют меньшую опасность. Источником воспламенения осевшей на листах пыли, если исключается возможность самовозгорания, могут быть только искры, занесенные от машин пылевоздушной смесью. Взрыв пыли в камере возможен только в период очистки ее при наличии в этот момент источника воспламенения.

Пылеосадительные камеры должны быть герметичны, выполнены из негорючих материалов и иметь приспособления для очистки и удаления пыли. Вентилятор надо устанавливать за камерой для того, чтобы она работала под разрежением. На трубопроводах перед камерой и после нее устанавливают плотно закрывающиеся задвижки. Камеру обеспечивают стационарными средствами пожаротушения.

Использование центробежной силы для осаждения пыли осуществляется в аппаратах, называемых циклонами. Циклон (рис. 57) состоит из двух различной формы емкостей, соединенных друг с другом. Верхняя часть циклона составляет вертикальный цилиндр, а нижняя — усеченный конус. Пылевоздушная смесь вводится в циклон по трубе, направленной по касательной к внутренней поверхности вертикального цилиндра. При движении пылевоздушной смеси по спирали вдоль внутренней поверхности цилиндра частицы пыли центробежной силой отбрасываются к поверхности цилиндра и, скользя по ней, опускаются в нижнюю часть циклона. Воздух, освобожденный от пылинок, доходит до нижней части вертикального цилиндра и уходит по центральной трубе в атмосферу. Пыль, собравшуюся в конической части циклона, периодически удаляют из него, открывая заслонку на трубе или при помощи мигалки.

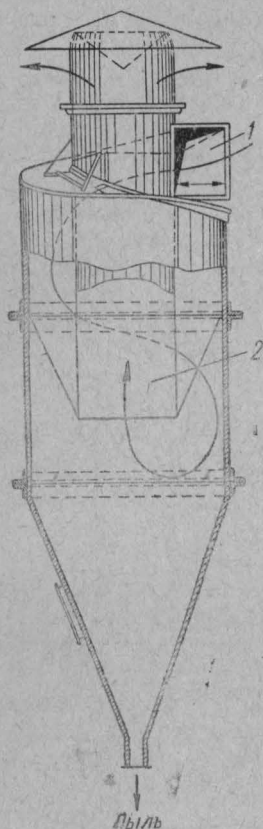


Рис. 57. Циклон:

- 1 — труба для ввода пылевоздушной смеси;
- 2 — центральная труба.

Мигалками называют устройства, позволяющие по мере накопления пыли автоматически выпускать ее из циклона, не допуская при этом засоса в него холодного воздуха. На рис. 58 приведена схема плотной мигалки, которая начинает работать, когда вес слоя пыли, лежащей на одном ее плече, превосходит вес груза на другом плече. С этого момента мигалка остается несколько приоткрытой и через нее пыль непрерывно удаляется из циклона в бункер.

Вследствие увеличения концентрации пыли в циклоне, в нем возможно образование местных взрывчатых концентраций. Причиной воспламенения пыли в циклонах могут быть искры, занесенные от машины пылевоздушной смесью, или самовозгорание, если пыль обладает этой способностью.

Циклоны выполняют из негоряемого материала с таким наклоном стенок конической части, чтобы на них не задерживалась пыль. Если пыль обладает способностью к самовозгоранию, то стенки циклона с наружной стороны покрываются теплоизоляцией для того, чтобы воспрепятствовать конденсации паров и прилипанию пыли к стенкам. В верхней части циклона устанавливают предохранительный клапан. Чтобы пыль не уносилась из циклона, центральная труба возвышается над цилиндрической частью его на 0,8 м. Для очистки циклонов и ликвидации зависаний следует пользоваться таким инструментом, который не мог бы вызвать искры при ударах.

Фильтрация через пористые материалы

Такой метод разделения пылевоздушных смесей применяется при улавливании тонкой и ценной пыли, например, мучной, сахарной, табачной, эбонитовой. В качестве фильтрующего материала в аппаратах, называемых рукавными фильтрами, применяются ткани. Основной частью такого фильтра (рис. 59) являются матерчатые рукава. Снизу рукава открыты для входа в них газа, а сверху закрыты. Пылевоздушная смесь поступает в трубопровод, приемную коробку и затем в рукава. При прохождении пылевоздушной смеси через поры ткани рукавов пылинки задерживаются на поверхности и в порах ткани, а воздух проходит сквозь ткань и поступает в трубопровод. По мере увеличения толщины слоя пыли, сопротивление фильтра прохождению воздуха возрастает, поэтому осевшая на ткань пыль должна периодически удаляться тем или иным способом. Удаление пыли из рукавов производится либо встряхиванием их механизмом, установленным на крышке фильтра, либо при помощи передвижных рам, обжимающих рукава. При встряхивании пыль падает в нижнюю часть фильтра, откуда удаляется при помощи шнека или ленточного транспортера.

Рукавные фильтры изготовляют в виде отдельных секций, в которые входят четыре, шесть или восемь рукавов. Количество рукавов в фильтре может достигать 140—190 шт. Длина рукавов доходит до 2000 мм.

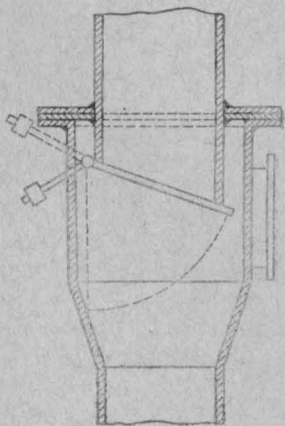


Рис. 58. Клапан-мигалка.

Рукавные фильтры представляют значительную пожарную опасность, вследствие сосредоточения в них большого количества горючего материала (пыль в бункерах, ткань) и возможности образования в момент встряхивания взрывчатой пылевоздушной смеси. Источником воспламенения в них может явиться самовозгорание пыли, отложившейся в рукавной части фильтра или скопившейся в нисходящей линии при образовании в ней пробки.

Разряды статического электричества, возникающего на рукавах фильтров, маловероятны, так как согласно исследованиям Н. Г. Дроздова потенциал зарядов в фильтрах на мельницах (размалывающих зерно) не превышает нескольких десятков вольт и, следовательно, не может вызывать образования искр. Однако такие исследования не проводились с фильтрами для улавливания других пылей, у которых могут быть совершенно иные данные и иная пожарная опасность.

Для предотвращения пожара и взрыва в рукавных фильтрах их выделяют в отдельное изолированное помещение и снабжают предохранительными клапанами. Уклон стенок бункера делается таким, чтобы на стенках не осаждалась пыль. Если бункер находится в холодной среде, его стенки изолируют, во избежание конденсации влаги и отложения пыли. Осмотр фильтров производят регулярно (не

менее одного раза за смену). Пыль следует очищать осторожно, чтобы не вызвать ее взвихрения.

Разделение пылевоздушных смесей электрофильтрами

Наиболее совершенным методом разделения пылевоздушных смесей является электрический, который позволяет достигать

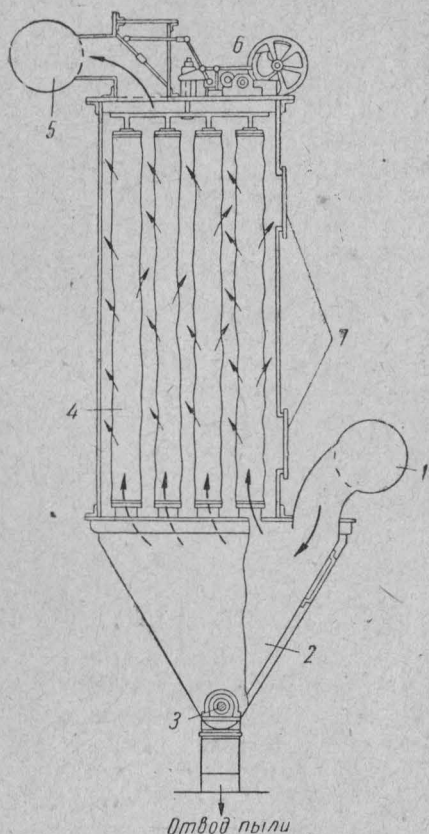


Рис. 59. Рукавный фильтр:

- 1 — трубопровод для ввода пылевоздушной смеси; 2 — приемная коробка; 3 — шнек; 4 — матерчатые рукава; 5 — трубопровод для чистого воздуха; 6 — встряхивающий механизм; 7 — предохранительные клапаны.

любой степени очистки воздуха от пыли. Его целесообразно применять при значительном количестве пылевоздушной смеси, подлежащей разделению и большом проценте в ней пыли. Он нашел широкое применение на пылеприготовительных установках, на брикетных заводах, при газификации угля, для улавливания пыли, смолы и масел, на табачных фабриках, в текстильной промышленности, при очистке дымовых продуктов и т. д.

Принцип действия электрофильтров заключается в следующем. Пылевоздушную смесь пропускают через электрическое поле высокого напряжения, образующееся между двумя электродами, питаемыми постоянным током. Разность потенциалов электродов доводится до такой величины, чтобы происходил коронирующий разряд между ними. При этом газ у поверхности электрода слегка светится и слышится характерное потрескивание. Вокруг коронирующего электрода в области короны образуется большое количество положительных и отрицательных ионов и электронов. Так как в электрофильтрах коронирующий электрод берется всегда отрицательный, то в пространстве между электродами находятся отрицательные ионы и электроны. Когда в пространство между электродами попадает пылевоздушная смесь, отрицательные ионы и электроны осаждаются на пылинках и последние, будучи заряженными отрицательным электричеством, двигаются к положительному электроду пока не пристанут к нему. При этом они теряют свой заряд, коагулируются и падают. Степень разделения пылевоздушной смеси зависит от силы тока, проходящего через воздушный слой между электродами. Чем больше сила тока, тем больше отрицательных ионов и электронов находится в пространстве между электродами и тем больше пыли будет осаждаться из пылевоздушной смеси. Так как с повышением напряжения увеличивается и сила тока, то повышение напряжения на электродах улучшает улавливание пыли. Установка для разделения пылевоздушных смесей электрофильтрами состоит из нескольких составных частей: электрофильтра, повысительного трансформатора, реостата, механического выпрямителя, синхронного электродвигателя, защитных и контрольно-измерительных аппаратов.

В зависимости от формы осадительных электродов электрофильтры подразделяются на трубчатые и камерные. Трубчатый электрофильтр (рис. 60) состоит из корпуса, защищенного теплоизоляцией, и ряда труб, соединенных сверху и внизу общими газовыми коробками. По оси труб расположены коронирующие электроды. Пылевоздушная смесь поступает по трубопроводу в нижнюю часть фильтра. При прохождении смеси через трубы происходит осаждение пылинок на стенках труб, а чистый воздух уходит по трубопроводу. Осевшая на стенках труб пыль стряхивается с них ударным приспособлением и опускается в бункер, откуда по трубе, присоединяемой к патрубку, отводится в пылесборник.

Электроды подвешены к шине, укрепленной на раме и изоляторах. Корпус электрофильтра устанавливается на стойках.

Камерные (пластинчатые) электрофильтры (рис. 61) состоят из параллельных пластин с помещенными между ними рядами коронирующих электродов. Пылевоздушная смесь поступает в камеру фильтра по каналу. Проходя между пластинами, она освобождается от пыли и выходит из камеры по каналу. Осевшая на пластинах пыль при встряхивании их сыпается в низ камеры и затем

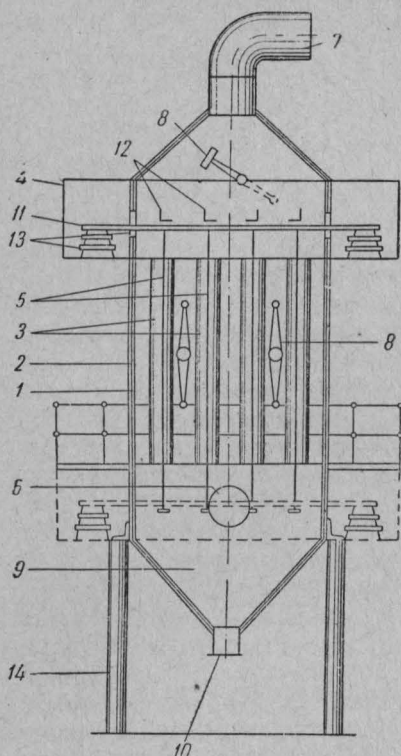


Рис. 60. Трубчатый электрофильтр:

1 — корпус; 2 — термоизоляция; 3 — трубы; 4 — газовая коробка; 5 — коронирующие электроды; 6 — трубопровод для ввода пылевоздушной смеси; 7 — трубопровод для отвода чистого воздуха; 8 — ударное приспособление; 9 — бункер; 10 — труба для отвода пыли; 11 — шина; 12 — рама; 13 — изоляторы; 14 — стойка.

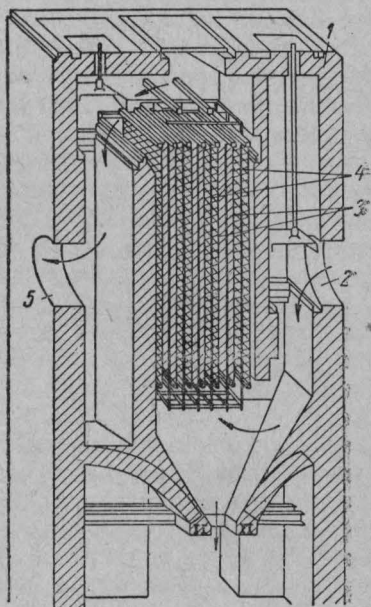


Рис. 61. Камерный электрофильтр:

1 — камера; 2 — канал; 3 — пластины; 4 — электроды; 5 — канал.

удаляется. Высота шахт электрофильтров берется в пределах от 3 до 4 м, объем — не более 20 м³. Время прохождения пыли через электрическое поле 2—3 сек.

Пожарная опасность электрофильтров обусловливается наличием значительного количества пыли в бункерах и на стенках труб, а также возможностью образования взрывчатых концентраций пыли при встряхивании электродов и при очистке элект-

трофильтров от отложений пыли. Источниками воспламенения пыли могут служить искровые разряды, возникающие между электродами при обрыве коронирующих проволок, поступлении воздуха с повышенной влажностью, сильном охлаждении и конденсации паров из воздуха, образовании «мостиков» во время падения комков пыли, плохой центровке коронирующих электродов.

Если пыль способна к самовозгоранию, то причиной воспламенения может быть также самовозгорание при неполном опорожнении бункера от пыли.

Чтобы исключить возможность возникновения пожара или взрыва в электрофильтрах, необходимо:

помещать электрофильтры в отдельное помещение, а шахты их делать из несгораемых материалов;

проходные изоляторы защищать от загрязнения;

фильтры, расположенные в неотапливаемом помещении, теплоизолировать, чтобы исключить в них конденсацию влаги;

для предотвращения разрушения электрофильтров при взрыве пыли устанавливать на них предохранительные клапаны;

в процессе работы электрофильтров следить за исправностью встряхивающего механизма, поддерживать режим напряжения и соответствующую температуру, регулярно очищать фильтр от отложения пыли.

Глава XII

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В МУКОМОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Общие сведения

Социалистическое сельское хозяйство дает стране огромное количество различных сельскохозяйственных продуктов и, в частности, зерновых культур. Для хранения зерна служат склады и элеваторы, а для переработки его в муку и крупу — мельницы и крупозаводы.

Элеватор может быть самостоятельным складским хозяйством или составной частью мельничного предприятия. Так как существенной разницы в пожарной опасности этих видов зерновых элеваторов нет, ниже будем говорить об элеваторах, входящих в состав мельниц.

На мельницах и элеваторах приходится иметь дело не только с массами зерновых злаков и муки, но также с веществами, измельченными до состояния пыли, и различными загрязняющими зерно примесями. Известно, что мучная, а в некоторых случаях и зерновая пыль, могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси. Наряду с этим могут иметь место и источники воспламенения. Это выдвигает необходимость глубоко изучить пожарную опасность на мельницах и элеваторах и основные пожарно-профилактические мероприятия для предотвращения пожаров.

Основные производственные операции мельничных комбинатов

Технологические схемы различных мельничных предприятий мало чем отличаются друг от друга. Все они включают в себя определенные производственные процессы (прием зерна, очистка его от посторонних примесей, подготовка к размолу, измельчение зерна, сортирование продуктов размола). Это не значит, однако, что все мельничные комбинаты однотипны. Они могут иметь неодинаковое количество очистных и размольных машин, различную планировку, этажность и т. п. Принципиальная технологическая схема мукомольного производства показана на рис. 62.

Поступающее на мельничный комбинат зерно принимается на весы и подается ленточными транспортерами в зерновые (черные) закрома 1, т. е. в емкости для неочищенного зерна.

Из емкостей неочищенное зерно нориями (самотасками) 2 подается в сепараторы 3 для очистки от мусора, камней и глины. Очистка от металлических частичек производится в магнитных очистителях 4.

Сепараторы служат для очистки зерна от примесей, отличающихся от него своими размерами или аэродинамическими свойствами. Современные типы сепараторов отличаются, главным образом, конструкцией ситовых кузовов, аспирационных устройств и приводных механизмов.

Предварительно очищенное зерно нориями и ленточными транспортерами подается в силосы 5 элеватора на хранение. Силосы элеватора представляют собой вертикальные железобетонные цилиндрической формы емкости диаметром до 10—12 м и высотой до 30—40 м. Количество и размеры силосов различны в зависимости от запаса зерна.

Из элеватора, по мере надобности, зерно подается на весы 6, а затем на мельницу. В зерноочистительном отделении мельницы зерно проходит так называемые «полубелые» сепараторы 7 для дополнительной очистки от механических примесей и куколеотборники 8, представляющие собой вращающиеся барабаны с ячеистой поверхностью для задержания шаровидных зерен.

Очищенное зерно далее поступает на «мягкую обойку» 9 для освобождения его от пыли и грязи, прилипшей к поверхности зерен, а затем в «белый» сепаратор 10 для удаления отходов.

Чтобы не загрязнять муку отрубями нужно придать эластичность поверхностной пленке зерна. Поэтому зерно увлажняется и направляется в отлежные закрома 11. В отлежных закромах влажное зерно находится 24 часа, в результате чего пленка приобретает эластичность и улучшается качество его сердцевины. Это так называемое холодное кондиционирование. Горячее кондиционирование осуществляется обработкой зерна водяным

паром. После кондиционирования зерно подается на «наждачную» обойку 12 для шелушения оболочки.

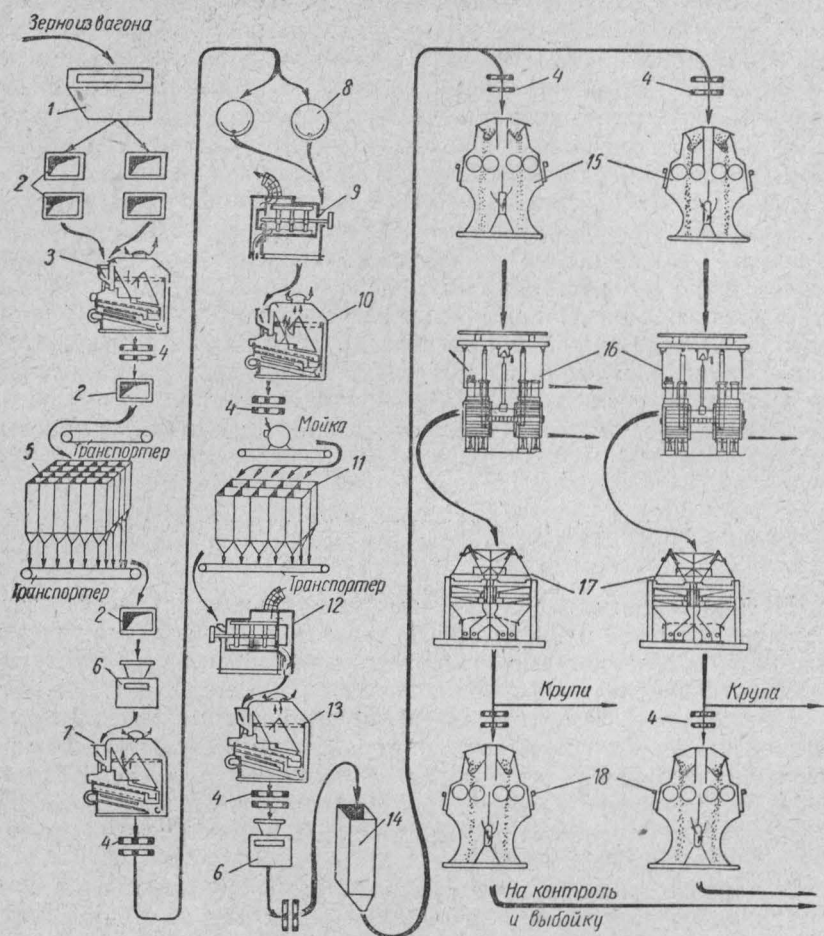


Рис. 62. Технологическая схема мукомольного производства:

1 — зерновые закрома; 2 — самотаски (нории); 3 — сепараторы; 4 — магнитные аппараты; 5 — силосы элеватора; 6 — весы; 7 — сепаратор «полубелый»; 8 — куколотборник; 9 — «мягкая» обойка; 10 — сепаратор «белый»; 11 — отлежные закрома; 12 — «наждачная» обойка; 13 — сепаратор; 14 — бункеры очищенного зерна; 15 — вальцовые мельницы драной системы; 16 — расклеватели; 17 — ситовейка; 18 — вальцовые мельницы сортовой муки.

Обоечные машины представляют собой стальные барабаны с гладкой или покрытой наждачной массой внутренней поверхностью и вращающимися горизонтальными билами. Наждачные обойки снимают верхние оболочки, не представляющие питательной ценности, и отделяют от зерна зародыш, содержащий много

жира, который при хранении муки делает ее горькой. Отходы, получающиеся при шелушении, удаляются пропусканьем зерна через сепаратор окончательной очистки 13. Чистое зерно взвешивается и поступает в бункеры 14. На этом заканчивается подготовка зерна и начинается измельчение его называемое драньем.

Драньем называется сумма последовательных операций по размельчению зерна для получения максимума крупки и минимума муки. Дранье зерна производится на вальцовых мельницах 15 с рифлеными валками. Нарезка или рифление валков производятся для всех станков при переработке зерна в обойную муку. При переработке крупки в сортовую муку применяются гладкие валки. После каждого вальцового станка продукт поступает на сортировку в рассеиватели 16 и ситовейки 17.

Из ситовеек различная по качеству крупка поступает на шлифовальные станки, где она не истирается, а только подчищается. После шлифовки зерно окончательно измельчается в вальцовых мельницах 18 с гладкими валками. После контрольного посева мука поступает в выбоечное отделение, где она расфасовывается.

Пожарная опасность и пожарно-профилактические мероприятия на мукомольных заводах

На мельницах и элеваторах имеется большое количество зерна, муки, мучной и элеваторной пыли. Очень часто машины и аппараты выполняются из сгораемых материалов (сепараторы, рессевы, фильтры, ситовейки, вальцовые мельницы и т. д.).

Весьма часто и строительные конструкции мельниц бывают выполнены из сгораемых материалов. Естественно, что наличие высохших сгораемых строительных конструкций и сгораемых производственных аппаратов, покрытых слоем пыли, а также источников воспламенения может приводить к пожару и быстрому распространению пламени.

Различные незащищенные отверстия в перекрытиях и стенах (проемы для валов, трубопроводов, двери и т. п.), развитая система транспортеров (ленточных, вертикальных), аспирационных и вентиляционных трубопроводов способствуют быстрому развитию возникшего пожара.

Чаще всего при пожаре на мельницах имеет место обычное (диффузионное) горение веществ и конструкций, но были случаи взрыва мучной пыли с сильным разрушительным действием.

а) Пожароопасные свойства зерна, мельничной и элеваторной пыли

Зерно представляет собой органическое вещество, в состав которого входят: крахмал — 63%, азотистые вещества — 12%, клетчатка — 9%, жир — 2% и другие вещества. При воздействии

на зерно повышенной температуры происходят изменения, подобные тем, которые наблюдаются при нагреве древесины. При $100-110^{\circ}\text{C}$ зерно высыхает, т. е. полностью теряет свободную влагу, и начинает выделять летучие вещества. При нагревании до $150-230^{\circ}\text{C}$ зерно начинает обугливаться. Интенсивный процесс обугливания с образованием угля происходит при температуре $270-300^{\circ}\text{C}$. При температурах $350-400^{\circ}\text{C}$ образовавшийся уголь начинает гореть.

Зерно имеет круглую или овальную форму, следовательно, поверхность соприкосновения его с воздухом невелика. Это приводит к тому, что при горении в обычных условиях ощущается недостаток кислорода воздуха, пламенного горения не наблюдается, зерно тлеет.

Температура при горении зерна устанавливается сравнительно невысокая — $500-700^{\circ}\text{C}$. Количество воздуха между зернами внутри кучи недостаточно для их горения, поэтому зерно горит, главным образом, на поверхности.

При хранении зерна, вследствие протекающих биологических процессов и жизнедеятельности микроорганизмов, в определенных условиях может иметь место аккумуляция тепла и, следовательно, саморазогрев зерна.

В практике хранения зерна встречаются следующие виды самонагревания: гнездовое, верховое и низовое.

Гнездовое самонагревание развивается на известном расстоянии от поверхностных слоев зерна. Такой вид самонагревания наблюдается наиболее часто у свежеемолоченного зерна, в котором процесс послеуборочного дозревания происходит весьма бурно или когда на склад или в силос помещают зерно неодинаковой влажности.

Верховое самонагревание наблюдается главным образом весной, когда конденсируется влага, содержащаяся в теплом воздухе, соприкасающемся с холодным зерном. Влага впитывается зерном и создаются благоприятные условия для дыхания зерна и жизнедеятельности микроорганизмов.

Низовое самонагревание имеет место в конусной части силосов при наличии влажного зерна и теплого воздуха в подвале элеватора. Зерно проявляет признаки усиленного дыхания и саморазогревается.

Хотя саморазогревание зерна при определенных условиях возможно, этот процесс не доходит до самовоспламенения. Саморазогрев зерна сопровождается весьма явными внешними признаками — меняется цвет зерна, появляется специфический запах. И именно потому, что есть возможность во время обнаружить начинающийся процесс саморазогрева, в практике не бывает случаев самовозгорания хранящегося зерна.

Зерно при транспортировке, очистке и измельчении выделяет так называемую элеваторную и мучную пыль. Она состоит из органических и минеральных составляющих. В органическую

часть входит: часть колоса и соломы, сорняки, частицы оболочек, зародыши зерна, крахмальные зерна злаков и сорняков, споры головни и других грибков. Минеральная часть состоит из земли, глины, песка и других негорючих веществ. Элеваторная пыль часто содержит по весу до 50% минеральных составляющих. Количество органической части в пыли все время увеличивается по мере очистки зерна.

Элеваторная пыль горит и во взвешенном состоянии с воздухом может образовать взрывоопасные смеси. Однако по данным ЦНИИПО, нижний предел взрыва ее весьма велик (до 227 г/м^3) и практически в помещении не может быть достигнут. Поэтому элеваторы в соответствии с Н 102—54 относятся к пожароопасным, но не взрывоопасным сооружениям.

Мучная пыль представляет собой частицы тонко размельченного зерна с небольшим количеством оболочек. Она почти не имеет минеральных примесей и очень опасна, так как легко образует взрывоопасные смеси с воздухом.

Пределы взрыва мучной пыли различны и зависят, в основном, от ее сорта и крупности. Нижний предел взрыва мучной пыли составляет 10 г/м^3 и выше*. Взрывы мучной пыли могут вызывать сильные разрушения. Имевшие место взрывы мучной пыли сопровождались почти полным разрушением зданий мельниц.

Так, например, большой силы взрыв произошел на одной из мельниц в Канзасе (США) в 1931 г. При этом электродвигатель мощностью в 50 л. с., находившийся в верхней части рабочей башни, был сорван с места и выброшен в помещение силовой станции на расстояние 60 м. В другом случае силос с зерном весом около 200 т был приподнят и сдвинут с места на 20 см.

Температура самовоспламенения мучной пыли разных сортов не одинакова, но примерно равна $600\text{—}650^\circ \text{C}$.

Мучная пыль склонна к электризации. Статические заряды в пылинках возникают как в момент размола зерна, так и при движении его за счет трения отдельных пылинкок друг о друга и о стенки аппаратов и машин.

б) Приемно-элеваторное отделение

Пожарная опасность. При загрузке зерна в черные бункеры наблюдается выделение большого количества пыли. Воронки закрываем очень часто не имеют местных отсосов, так как выделяющаяся пыль не представляет особой ценности для утилизации, ввиду наличия в ней большого количества минеральных примесей. Постепенно может скопиться много пыли на оборудовании и строительных конструкциях.

Большое количество пыли выделяется также в процессе транспортировки зерна по транспортерам, нориям и самотечным тру-

* Более подробно о взрывоопасных свойствах мучной и элеваторной пыли говорится в книге М. Г. Годжелло. «Взрывы промышленных пылей и их предупреждение». Изд. МКХ РСФСР, 1952.

бам. Горизонтальные и наклонные транспортеры пылят при встряхивании ленты во время прохождения направляющих роликов и особенно сильно — при пересыпании зерна с одного транспортера на другой или при ссыпании в бункеры и другие емкости. В вертикальных транспортерах — нориях — пыление происходит при заборе зерна ковшами из башмаков, при ссыпании излишне взятого зерна ковшами и при явлении так называемой «обратной сыпи». Обратная сыпь появляется, когда нория работает на слишком быстрых или слишком медленных скоростях движения ленты с ковшами (рис. 63). Объясняется это или чрезмерно большими или очень малыми центробежными силами, возникающими при повороте ковшей в верхней головке нории.

В нижней части элеватора при его работе образуется повышенное давление, которое способствует выходу пыли в производственное помещение через загрузочное отверстие и имеющиеся неплотности.

При ссыпании зерна в силосы, особенно не наполненные, также выделяется большое количество пыли. Пыль оседает на стенках силоса, а если отсутствуют местные отсосы, то выходит в помещение.

Совершенно естественно, что по мере движения зерна по приемо-элеваторному отделению количество выделяющейся пыли будет уменьшаться.

Источниками воспламенения, кроме открытого огня и тепловых проявлений электрического тока, могут являться также искры, возникающие при ударе металла о металл в результате обрыва ковша или ленты вертикального элеватора, искры или теплота трения при соприкосновении ленты или ковшей с корпусом нории. В результате длительной эксплуатации, плохого ухода и, главным образом, от завалов башмака зерном лента нории удлиняется, ковши начинают бить о корпус. Завалы башмака бывают при остановке нории (остановка двигателя, соскакивание ремня и т. п.), при пуске зерна в неподвижную норию и при подаче в нее зерна в количестве, превышающем ее производительность.

Часто причиной возникновения пожара являются перегрев лент и подшипников транспортеров и трансмиссии при буксовании, завале и защемлении лент, а также при недостаточной смазке трущихся частей. Особенно опасны ведущие шкивы головок нории, которые часто перегреваются при буксовании ленты в ре-

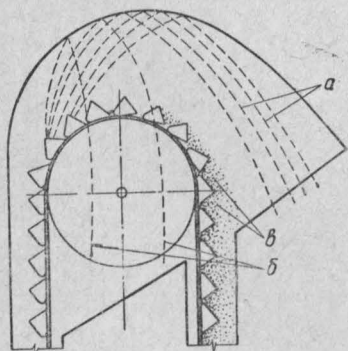


Рис. 63. «Обратная сыпь» в нории.

Траектории движения зерна из ковшей нории:
 а — при нормальной скорости;
 б — при повышенной скорости;
 в — при пониженной скорости движения ленты.

зультате завала и перегрузки башмака. По этим причинам возникает большинство пожаров на транспортерах.

Пожарно-профилактические мероприятия. Основным профилактическим мероприятием является укрытие мест пыления и устройство местных отсосов пыли от черных сепараторов, черных закромов и верхних частей силосов.

Нории должны быть заключены в кожухи из негоряемых материалов. Нижний башмак и верхняя головка нории также оборудуются местными отсосами (рис. 64). Во избежание завалов нории при переполнении нижнего башмака необходимо сбло-

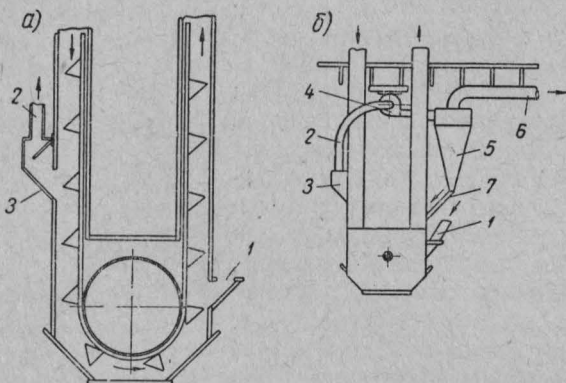


Рис. 64. Схемы обеспыливания нории:

а — с местным отсосом пыли; *б* — с индивидуальной системой обеспыливания; 1 — питательный желоб; 2 — местный отсос пыли; 3 — расширительная коробка с отражателем; 4 — вентилятор; 5 — циклон; 6 — центральная труба циклона; 7 — возврат пыли в норийную трубу.

кировать привод нории с приводом транспортера-питателя, чтобы остановка одного автоматически вызывала остановку другого. Кроме того, в приемном носке башмака нории можно установить заслонку, автоматически закрывающуюся при остановке барабана (основанную на фрикционном принципе действия). При неподвижной нории задвижка должна быть всегда закрытой. При приводе от трансмиссии необходимо обеспечивать надлежащее натяжение и хорошую сшивку ремня.

Нельзя допускать трения лент о стенки норийных головок и труб, а также задевания ковшей о стенки труб. Ролики транспортеров должны свободно вращаться, а натяжной барабан — не иметь перекосов. Недопустимо буксование лент и ремней. Самотечные трубы следует изготавливать из негоряемого материала. Уклон труб должен быть не менее 45° к горизонту.

Поверхность труб делается гладкой. Трубы обеспечиваются аспирацией и лючками для очистки от отложившейся пыли. Очистные окна на горизонтальных участках следует устраивать при-

мерно через 4 м друг от друга. Все металлические части транспортеров и аппаратов заземляются. Требования к конструкциям здания и содержанию помещений изложены ниже.

в) Зерноочистительное и размольное отделения

Пожарная опасность. Работа аппаратов зерноочистительного, размольного и выбойного отделений связана с выделением значительного количества горючей пыли, которая (если ее систематически не удалять) может образовать взрывоопасные концентрации внутри машин, а при выходе из них запылять производственное помещение. В зерноочистительном отделении наибольшее количество пыли выделяется в дуаспираторах и обойках. В полубелых сепараторах выделяется зерновая пыль со значительным количеством органических веществ. При мягкой обойке выделяется очень много пыли, но в ней содержится большое количество минеральных примесей, снимаемых с поверхности и из бороздок зерна, а также некоторое количество шелухи оболочек. Замочка и кондиционирование происходят во влажной среде и поэтому не связаны с выделением пыли. Шелушение зерна на наждачной обойке и работа белых сепараторов сопровождаются выделением большого количества частичек оболочки, кусочков покрова и частичек измельченного зерна. Эта пыль хорошо горит и может образовать взрывоопасные смеси, если ее не удалять из машины.

Большое количество мучной пыли выделяется в процессе дранья зерна на крупку, при расसेве, отвеивании, окончательном размоле крупки на муку и при расфасовке в мешки (выбойка). Эта пыль значительно опаснее, чем пыль в зерноочистительном отделении. Размольное отделение (см. рис. 62) имеет много вальцовых станков, рассевов и ситовеек, а также большое количество всасывающих фильтров с матерчатыми рукавами. Станки и аппараты занимают основную часть производственной площади мельниц, имеют сложную систему трансмиссионных приводов и значительное число самотечных труб, связывающих между собой станки различных этажей. В указанной производственной аппаратуре при ее работе возможно образование взрывоопасных концентраций тончайшей мучной пыли, состоящей почти целиком из крахмала. Возможно также оседание пыли на конструктивные элементы внутри машин и выход ее в производственное помещение. Известно, что осевшую пыль значительно легче воспламенить, чем взвешенную, поэтому весьма вероятно, при наличии источников воспламенения небольшой мощности, образование тлеющих очагов (осевшей пыли) и уже от них воспламенение взвешенной пыли.

Пожары в зерноочистительных и размольных отделениях наиболее часто возникают в результате применения открытого огня

(во время всякого рода ремонтных работ) и нарушения правил пожарной безопасности обслуживающим персоналом. Нередко вспышки и загорания возникают в результате высекания искр при ударе металла о металл. Особенно опасно попадание металлических частиц в вальцовые станки, наждачные обойки и другого вида рушильные аппараты, а также в центрифугалы, т. е. в такие аппараты, ротор которых вращается с большой скоростью. Высечение искр может произойти также при ослаблении крепления бичей и их ударах по наждаку.

Так, например, на одном из крупозаводов возник пожар в размольном цехе. Огонь по производственному оборудованию быстро распространился на сгораемое перекрытие в кровлю. Пожар был вызван искрой, возникшей в результате попадания постороннего металлического предмета в рушильный постав. Из рушильного постава огонь быстро передался к центрифугалам и в аспирационную систему, которая в момент начала пожара не была включена.

Перекас валов вальцовых мельниц и попадание в них металлических частиц также являются причиной высекания искр или сильного разогрева. Неправильная установка валов (валы не параллельны) приводит к ударам настолько сильным, что на стальных валах образуются заусенцы. Металлическая частичка, попавшая в зазор между валами, расплющивается и раскаляется до свечения или вызывает заклинивание и перегрузку станка.

Значительное количество тепла выделяется при холостом ходе сильно прижатых валков мельниц или при работе мельницы с перегрузкой. Весьма часто наблюдается трение ремней о пол, станину, об ограждение или предохранительные скобы. Неоднократно пожары возникали в результате недоброкачественной смазки и загрязнения подшипников, особенно работающих с перегрузкой или при деформации вала.

Источниками воспламенения могут являться также искровые разряды статического электричества, имеющие место, главным образом, в вальцовых станках при размоле крупки на муку. Как показали опыты проф. Н. Г. Дроздова, в струе мучных продуктов, выходящих из-под различных вальцов, возникают заряды статического электричества, потенциал которых достигает 10—13 кв.

Следует иметь в виду, что величина зарядов больше на тех станках, которые тоньше измельчают продукт. Величина зарядов растет также с уменьшением влажности воздуха. Например, зимой при наружной температуре, равной -30°C , проф. Н. Г. Дроздов наблюдал на вальцовых станках одной из мельниц в Томске скопление зарядов, потенциал которых доходил до 30 000 в. Искровые разряды при этом достигали длины 15 мм.

Иногда внутри вальцовых станков, для создания определенного зазора между валками, подвешивают груз не на металлическом рычаге, а на веревке или ремне. Веревка и ремень, омываемые мучной струей, сильно электризуются и заряды скапливаются на грузе.

В других аппаратах — сепараторах, триерах, фильтрах, наждачных обойках — образование больших зарядов статического электричества, как показали опытные замеры, не наблюдается в результате сравнительно небольшой скорости движения продукта и разнородности состава пыли. Пожарная опасность транспортирующих приспособлений была рассмотрена выше.

Пожарно-профилактические мероприятия. Основным профилактическим мероприятием является борьба с запыленностью помещений и аппаратуры. Необходимо сочетать укрытие (т. е. герметизацию) оборудования с устройством местных отсосов пыли. Поэтому сепараторы, триеры, мягкие и наждачные обойки, вальцовые станки, рассевы и ситовейки в своей конструкции имеют аспирационную систему, которая обеспечивает удаление пыли. Не менее важным профилактическим мероприятием является уменьшение количества горючих материалов, сосредоточенных в конструкциях станков и транспортных приспособлений. Нельзя пользоваться деревянными самотечными трубами и корпусами норий. Значительно целесообразнее применять сепараторы, всасывающие фильтры, станки-автоматы и другие машины, выполненные из негорючих материалов.

Рукавная ткань фильтров и рассевов должна быть обработана огнезащитными составами. Опыты, проведенные ЦНИИПО, показали, что пропитка тканей не ухудшает их механических качеств. Строгое соблюдение установленного режима работы исключает появление источников воспламенения от производственного оборудования.

При работе вальцовых станков надо наблюдать за равномерностью питания их зерном, чтобы не было перекоса валков, чтобы кривошипные или самобалансирующие механизмы рассевов работали бесшумно, без стуков и ударов.

На всех машинах не должно быть подпоров и завалов измельчаемого продукта во избежание перегрузки, поломки или возможного перегрева привода. Нельзя допускать работу вальцовых станков вхолостую.

Необходимо наблюдать за состоянием и смазкой подшипников, не допуская их перегрева, засорения смазочных отверстий, загрязнения подшипников пылью, разлива масла на пол и т. п.

Нельзя допускать скольжения (буксования) приводных ремней на станках и трансмиссиях, трения ремней. Для снятия зарядов статического электричества необходимо заземлять все производственные аппараты и, особенно, вальцовые мельницы.

Все оборудование надо регулярно очищать от пыли и систематически осуществлять технический его осмотр.

Очень большое значение для обеспечения пожарной безопасности мельниц имеют магнитные заграждения для улавливания металлических примесей, находящихся в измельчаемом продукте. Расположение и состояние магнитов должно соответствовать техническим условиям. Магнитные заграждения устанавливают

после сепараторов, перед наждачными обойками, перед всеми вальцовыми станками и т. п. Места установки магнитных сепараторов показаны на рис. 62.

Для надежной работы магнитных аппаратов необходимо, чтобы продукт поступал равномерно, а толщина слоя не превышала 10—12 мм.

Лучшим в настоящее время является электромагнитный сепаратор типа ВНИИЗ (см. рис. 51).

Аппараты с ручной очисткой магнитов (см. рис. 50) следует очищать не менее четырех раз в смену, наблюдая при этом за тем, чтобы уловленные частицы не попадали снова в продукт.

г) Требования к устройству вытяжной вентиляционной (аспирационной) системы

На элеваторах, мукомольных и крупяных предприятиях системами улавливания пыли, кроме машин по очистке, транспортировке и размолу зерна, оборудуют также лари, весы, приемные и сбрасывающие коробки подсилосного и подамбарного транспортеров, сбрасывающие тележки ленточных транспортеров и подсилосные помещения.

Аспирация должна обеспечивать в помещениях мукомольно-крупяных предприятий и элеваторов максимальное обеспыливание воздуха. Вытяжные трубопроводы, выполненные (обычно круглого сечения) из негорючих материалов, обеспечивают перемещение пыли во взвешенном состоянии, не допуская оседания ее на внутренней поверхности воздуховодов.

Горизонтальные и наклонные (под углом до 50° к горизонту) участки воздуховодов следует оборудовать люками для очистки, расположенными на расстоянии около 4 м друг от друга. Для того чтобы при возникновении пожара аспирационная система не являлась путем для быстрого распространения огня по производственным помещениям, необходимо:

в помещениях с различной степенью пожарной опасности (например, зерноочистительные и размольные помещения) устраивать самостоятельные вентиляционные установки;

в помещениях с одинаковой пожарной опасностью в многоэтажных зданиях устраивать самостоятельную поэтажную систему вентиляции. Для приемно-элеваторного отделения допустима общая (секционная) система вентиляции для двух-трех этажей. Во всех случаях рекомендуется не общецеховая аспирация, а местные индивидуальные установки, работающие по замкнутому циклу. В этом случае отпадает необходимость в разветвленной сети воздуховодов, связывающих вместе все машины. В настоящее время внедряются сепараторы, обочные и другие машины, имеющие системы улавливания пыли, работающие по замкнутому циклу. При этом запыленный воздух, поступая в циклон или осадочную камеру (являющихся частью самого станка), очищается и снова подается в машину.

На рис. 64 и 65 приведены примеры индивидуального обеспыливания башмака норрии и обоечной машины. Воздух и пыль из вращающегося барабана обоечной машины засасываются специальным вентилятором, насаженным на вал барабана, и подаются в осадочную камеру машины. В осадочной камере благодаря снижению скорости движения воздух очищается от пыли и вновь поступает в барабан. Движение воздуха показано на чертеже стрелками. Осадочная камера может быть заменена циклоном или фильтром.

При устройстве общецеховой вентиляции отсасываемый из машин запыленный воздух подвергается очистке в фильтрах или циклонах, причем рекомендуется применять всасывающие, а не

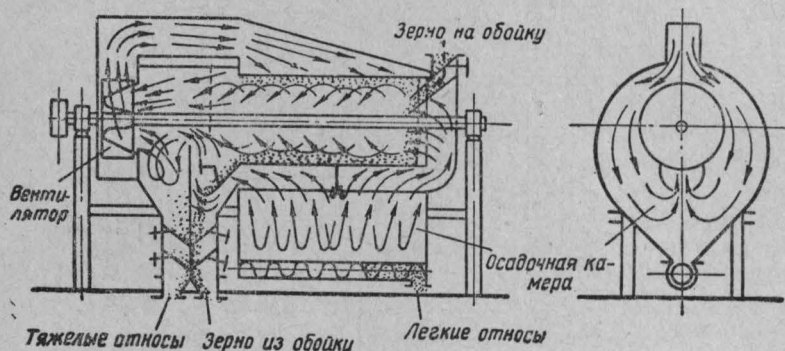


Рис. 65. Схема действия обоечной машины с замкнутым циклом воздуха.

нагнетательные фильтры. Всасывающие фильтры обычно устанавливают непосредственно в производственных цехах, а циклоны — вне зданий или внутри их, но с обязательным выводом центральной трубы наружу выше имеющихся окон и вдалеке от дымовых труб котельных и печей сушилок. Нагнетательные фильтры могут быть допущены к эксплуатации только в исключительных случаях и при условии, что они размещаются в изолированном от производства помещении. Установка фильтров в соединительных сооружениях, транспортных галереях и переходах недопустима.

Воздух, отсасываемый из машин и аппаратов, после очистки его в фильтрах от пыли обычно выбрасывается наружу, а на его место в помещение подается свежий воздух. В холодное время года свежий воздух перед подачей в помещение подогревается. Кратность обмена воздуха на мельницах достигает значительной величины, примерно 10—20 объемов в час. Подавать холодный воздух в цех нельзя по технологическим и санитарногигиеническим соображениям. На подогрев воздуха затрачивается большое количество тепла. Для того чтобы сделать вентиляцию мельничных зданий экономически более выгодной, целесо-

образно теплый воздух не выбрасывать наружу, а вновь возвращать в помещение. Однако рециркуляционная система вентиляции увеличивает пожарную опасность помещений и при наличии взрывоопасных пылей, газов и паров не может быть допущена. Ее опасность определяется возможностью распространения огня из воздуховодов в помещение и обратно, а также задымления помещений через воздуховоды при пожаре.

Если исключить возможность распространения огня и задымления помещений, рециркуляционная установка будет безопасной.

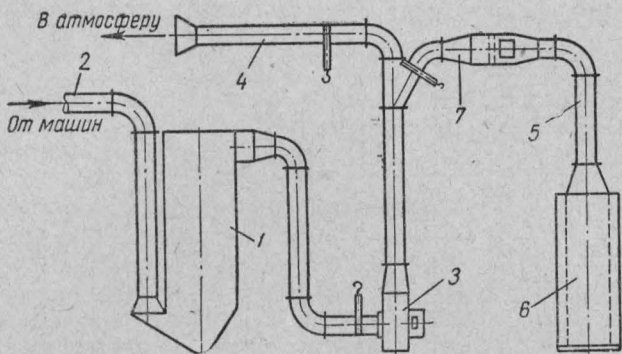


Рис. 66. Схема рециркуляционной установки с огнепреградителем:

1 — рукавный фильтр; 2 — трубопровод запыленного воздуха; 3 — вентилятор, 4 — труба для выброса воздуха наружу; 5 — рециркуляционная линия; 6 — огнепреградитель; 7 — электромагнитный клапан.

Над созданием безопасной системы вентиляции мельниц с рециркуляцией воздуха работали ЦНИИПО и ВНИИЗерна. Им предложена система рециркуляционной установки с огнепреградителем и автоматически закрывающейся задвижкой, показанная на рис. 66. Запыленный воздух из производственных машин поступает в рукавный фильтр по трубопроводу 2. Очищенный воздух может выбрасываться вентилятором наружу по трубе 4 или подаваться снова в помещение по трубе 5. На рециркуляционной линии 5 устанавливаются огнепреградитель и электромагнитный клапан.

Чтобы при всех случаях пламя надежно гасилось, применяется огнепреградитель гравийного типа (рис. 67). Расстояние между дырчатыми металлическими стенками огнепреградителя равно 100 мм. Этот промежуток заполняется гравием из зерен 8—10 мм. Сопротивление засыпки равняется примерно 15 мм вод. ст. (при размере огнепреградителя 0,5 × 0,5 × 1,35 м и производительности вентилятора 9000 м³/час воздуха). Вес засыпки — 500 кг.

Чтобы при пожаре дым не мог попасть в помещение, электромагнитный клапан надежно перекрывает воздуховод, не да-

вая возможности свободного прохода дыму и пламени. Устройство электромагнитного клапана показано на рис. 68. В нормальных условиях, когда электрический ток протекает по обмотке электромагнита, якорь втягивается в катушку и, поворачивая защелку, удерживает клапан в вертикальном состоянии. При разрыве электрической цепи в момент пожара защелка поворачи-

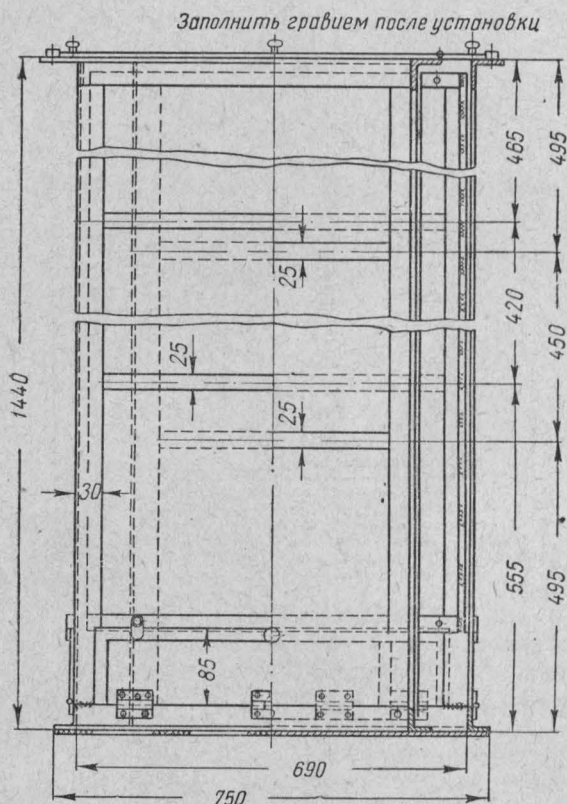


Рис. 67. Гравийный огнепреградитель (колонка).

чивается, клапан освобождается и под действием собственного веса и веса груза падает, перекрывая воздухопровод. Для замыкания цепи электромагнита служит специальное тепловое реле.

Тепловое реле, устройство которого показано на рис. 69, включается в цепь тока магнитного пускателя двигателя вентилятора, а также в цепь катушки электромагнитного клапана. Оно устанавливается в воздуховоде сразу же после фильтра или в другой точке, где наиболее вероятно возникновение пожара. Может быть установлено последовательно несколько тепловых реле. В момент появления в воздуховоде пламени или газов, нагретых

до высокой температуры, целлулоидная лента и станиоль сгорают, цепь тока размыкается. При этом перекрывается воздуховод, а магнитный пускатель останавливает вентилятор.

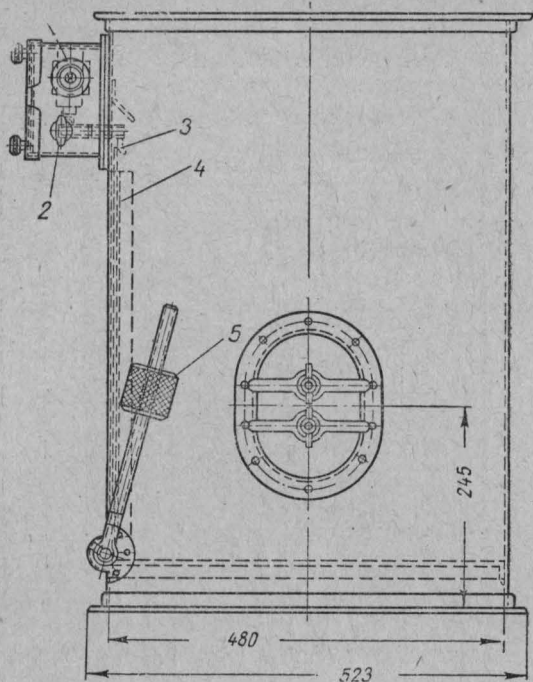


Рис. 68. Электромагнитный клапан:

1 — катушка электромагнита; 2 — сердечник катушки; 3 — защелка; 4 — клапан; 5 — противовес клапана.

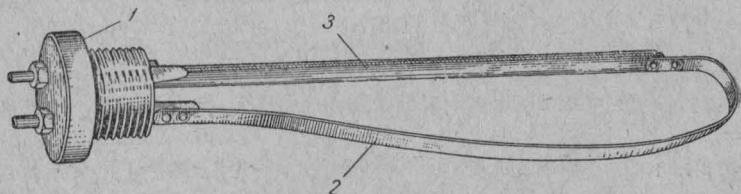


Рис. 69. Тепловое реле:

1 — патрон; 2 — стальная пружина; 3 — станиолевая полоска, оклеенная целлулоидной лентой.

Подобные установки прошли опытные испытания и внедряются на многих мельничных комбинатах. Такого рода защита вентиляционных систем может быть использована и в других производствах, связанных с выделением горючих пылей.

д) Общие требования к конструкциям здания и содержанию помещений

В соответствии с «Противопожарными нормами строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест» выбойные и размольные помещения мельничных предприятий, исходя из пожарной опасности, относятся к производствам категории Б, а зерноочистительные и приемно-элеваторные — к производствам категории В. Эти помещения отделяются друг от друга брандмауерами (приемно-элеваторное отделение от зерноочистительного, зерноочистительное от размольного, а размольное отделение от выбойного).

В брандмауерах допускается устройство отверстий для трансмиссионных валов с сальниковыми уплотнениями. В подвальном и чердачном помещениях разрешается устройство проемов для шнеков и лент транспортеров, но с обязательной защитой отверстий автоматически закрывающимися задвижками или дверцами из несгораемых материалов.

При проектировании и строительстве мельниц производительностью менее 50 т в сутки сортового помола или 100 т в сутки обойного помола и крупозаводов производительностью до 40 т в сутки необходимо предусматривать выполнение стен, колонн, лестниц и лестничных клеток несгораемыми. Междуетажные и чердачные перекрытия могут быть сгораемыми.

Огнестойкость зданий мельниц и крупозаводов большей производительности должна приниматься в соответствии с Н 102—54 не ниже II степени.

Все остальные требования к конструкциям и планировке элеваторо-складских и мельничных предприятий должны соответствовать Н 102—54 для указанных категорий производств и постановлению Министерства сельского хозяйства и заготовок СССР «Об утверждении указаний по применению противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест для объектов Министерства сельского хозяйства и заготовок СССР».

Между производственным оборудованием необходимо иметь проходы: центральные — не менее 1,5 м, между группами станков — не менее 1 м, от станков до стен — не менее 0,8 м. Помещения должны иметь достаточное количество окон, открывающихся наружу.

Для предупреждения отложения пыли на строительных конструкциях поверхности внутренних стен и потолков следует выполнять гладкими, окрашенными масляной краской. Надо избегать ненужных горизонтальных поверхностей (например, выступающие полки балок и т. п.), подоконники делаются с уклоном не менее 45°.

Во всех рабочих помещениях в установленный день необходимо производить генеральную уборку. Пыль, оседающую на

строительных конструкциях и оборудовании, собирают пылесосами или вытирают осторожно влажными тряпками. Нельзя смахивать пыль. Очистку мешков от пыли и починку их нужно производить в особом помещении, изолированном от производственных отделений.

Отопление должно быть водяным или паровым, низкого давления. Нагревательные элементы должны иметь гладкие поверхности. Все мельницы необходимо обеспечить внутренними пожарными кранами и первичными средствами пожаротушения. Основные помещения могут быть спринклерованы. Из первичных средств пожаротушения на каждые 100 м² необходимо иметь один огнетушитель, бочку с водой емкостью 250 л и двумя ведрами (там, где нет внутренних пожарных кранов). Для уменьшения возможности скопления зарядов статического электричества, создания лучших условий для оседания пыли и снижения степени ее воспламеняемости желательно поддерживать влажность воздуха производственных помещений в пределах 55—85 %.

При загорании в вальцовых станках, обоечных машинах, нориях, аспирационных устройствах и других агрегатах, связанных с быстрым распространением огня, нужно немедленно останавливать работу всего оборудования цеха и в первую очередь выключать аспирационную и вентиляционную системы. Для этого на каждом этаже около лестничных клеток должны быть специальные кнопки для выключения станков и вентиляции.

Глава XIII

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Общие сведения

Наибольшую пожарную опасность представляют те предприятия текстильной промышленности, где производственный процесс связан с обработкой большого количества разрыхленных волокон и выделением горючей пыли. К таким предприятиям прежде всего относятся фабрики первичной обработки волокнистых материалов и прядильные фабрики. Пожарная опасность прядильных фабрик зависит от того, из каких волокон изготавливается нить. Волокна бывают: хлопковые, шерстяные, льняные, пенько-джутовые, шелковые и искусственные. Хлопковые волокна по сравнению со всеми остальными обладают повышенной пожарной опасностью, так как они значительно легче загораются и в процессе обработки выделяют легкогорючие пух и хлопковую пыль.

Следовательно, из всех прядильных фабрик наибольшую пожарную опасность представляют те из них, которые в качестве сырья используют хлопок. Об этих фабриках, главным образом, и будет здесь идти речь.

Технологический процесс прядильной фабрики

На прядильные фабрики хлопок поступает в виде кип в сильно спрессованном виде. Хлопок прессуется для удобства транспортировки и хранения, а также для снижения его пожарной опасности. Волокна хлопка в кипах хаотически переплетены и деформированы. Кипы прессованного хлопка чаще всего имеют размеры $0,7 \times 0,6 \times 1$ м и весят от 120 до 275 кг (плотность прессования хлопка в кипах может достигать до 600 кг/м^3). Для

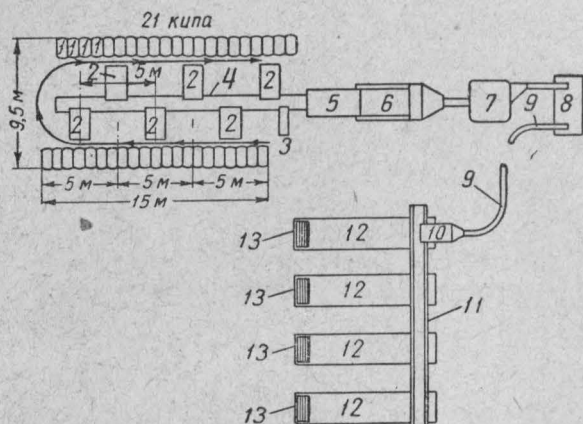


Рис. 70. Сортировочно-трепальный отдел современной фабрики:

1 — кипы хлопка; 2 — питатели-смесители; 3 — угарный питатель; 4 — смесительная решетка; 5 — головной питатель; 6 — горизонтальный разрыхлитель; 7 — вертикальный разрыхлитель; 8 — очиститель; 9 — соединительная труба к конденсеру; 10 — конденсер; 11 — распределитель; 12 — однопроцессные трепальные машины; 13 — холсты.

получения высококачественных нитей составляется смесь хлопка из различных кип. Количество кип в одной смеси может достигать до нескольких десятков штук.

Хлопок, поступающий на фабрику, содержит различные сорные примеси в виде битых и незрелых семян, листочков, кожицы, узелков, жгутиков, мертвого волокна, песка, пыли. Смешение различных сортов хлопка и выделение из него всех сорных примесей возможно только в разрыхленном состоянии. Поэтому кипы хлопка поступают из склада в сортировочно-трепальный отдел фабрики, где их осматривают, сортируют и подают к разрыхлительно-смесительному агрегату.

Современный разрыхлительно-смесительный агрегат (рис. 70) состоит из 4—6 питателей-смесителей, угарного питателя, смесительной решетки и головного питателя. Около питателей-смесителей можно расположить в один ряд 40—60 кип. Питатели-смесители, угарные питатели и головной питатель имеют одина-

ковое устройство (рис. 71). Они состоят из горизонтальной питающей решетки 1, наклонной игольчатой решетки 2, разрыхлительного валика 3, съемного барабана 4. Хлопок из кип пооче-

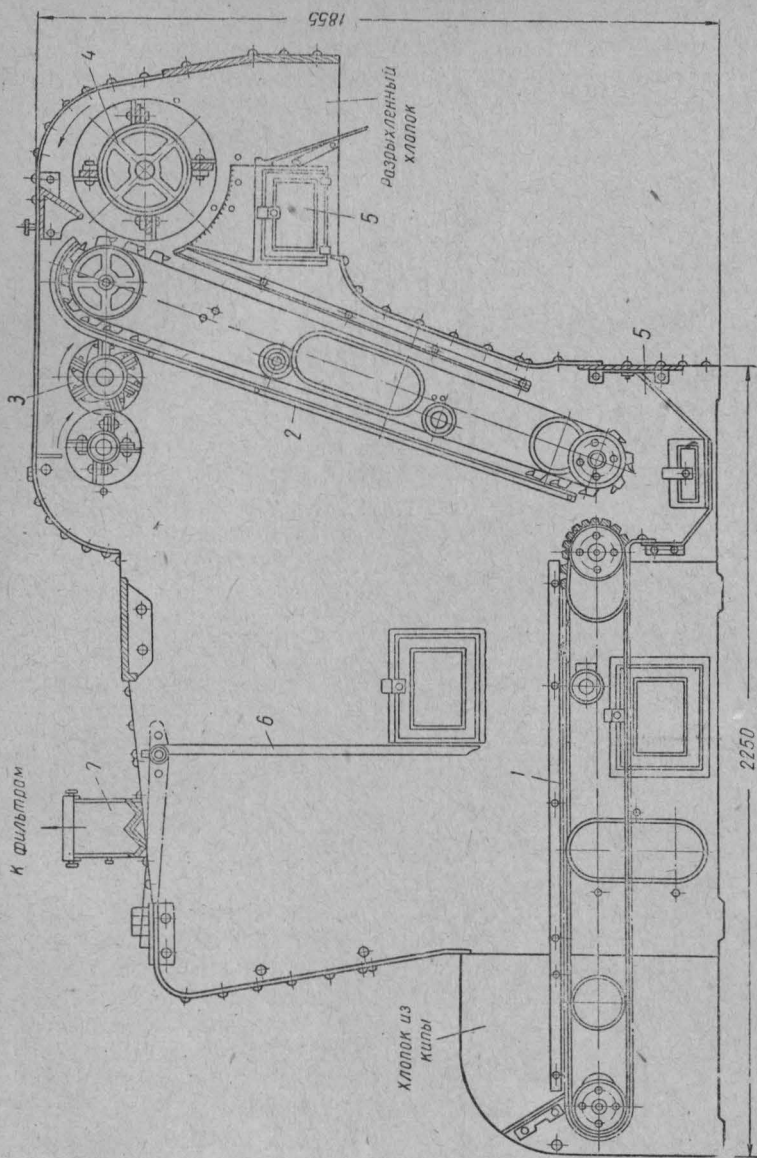


Рис. 71. Питатель-смеситель.

1 — горизонтальная питающая решетка; 2 — наклонная игольчатая решетка; 3 — разрыхлительный валик; 4 — съемный барабан со стальными ножами; 5 — сборные камеры отходов; 6 — регулятор напоянения питателя хлопок; 7 — местный отсос пыли и пуха.

редно берут небольшими пластами и загружают в ящик питателя на движущуюся горизонтальную решетку. Наклонная решетка своими иглами захватывает хлопок с горизонтальной решетки и

подает его на вращающийся (266 об/мин.) разрыхлительный валик, при помощи которого хлопок первоначально разрыхляется, смешивается и очищается от грубых примесей.

На некоторых старых хлопкопрядильных фабриках для начального разрыхления хлопка вместо питателей-смесителей при-

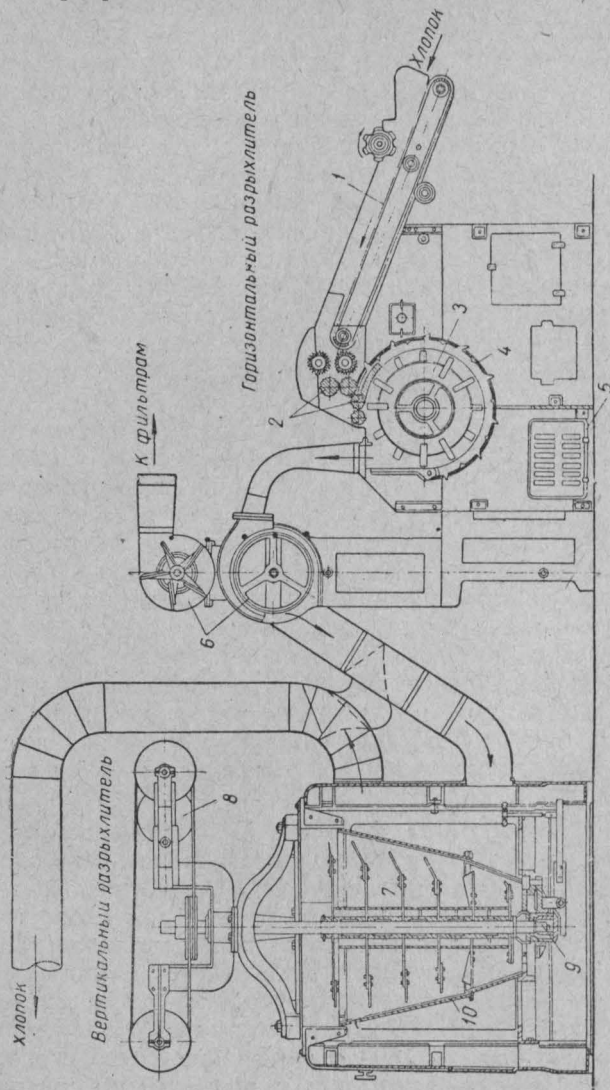


Рис. 72. Агрегат из горизонтального и вертикального разрыхлителей:

1 — питающая решетка; 2 — система валков; 3 — ножевой барабан; 4 — решетка; 5 — угарные камеры; 6 — пылеотделительный барабан с вентилятором; 7 — ножи вертикального барабана; 8 — привод; 9 — подпятник вертикального вала; 10 — решетка.

меняют кипоразбиватели, а смешивают разрыхленный хлопок в специальных помещениях, называемых *хлопковыми лабазами*.

На современных фабриках из главного питателя-смесителя хлопок подают для дальнейшего разрыхления и очистки в аппа-

раты, где основными рабочими органами являются быстро вращающиеся ножевые барабаны. Такими машинами (см. рис. 70) являются горизонтальные и вертикальные разрыхлители. Агрегат, состоящий из горизонтального и вертикального разрыхлителей, показан на рис. 72. Хлопок с питающей решетки 1 через систему валиков подается под ножи барабана 3 горизонтального разрыхлителя, вращающегося со скоростью 460—700 об/мин. Примеси, выбиваемые из хлопка, падают через решетку в угарные камеры 5. Перемещение хлопка внутри этих машин и от одной машины к другой производится пневматическим способом при помощи полого пылеочистительного барабана 6 с дырчатой поверхностью. Внутренний полый объем барабана соединен с вентилятором. Хлопок, движущийся вместе с воздухом, удерживается на поверхности барабана, а находящиеся в нем пыль, пух и другие мелкие сорные примеси, проходя барабан вместе с воздухом, направляются в рукавные фильтры или пыльные камеры. Из горизонтального хлопка попадает в вертикальный разрыхлитель под быстро вращающиеся (550—750 об/мин.) винтообразные стальные ножи 7. Примеси, выбиваемые из хлопка, отсасываются вентилятором через решетку 10.

Дальнейшее разрыхление и очистка хлопка производятся на трепальных машинах 12 (см. рис. 70). Разрыхленный хлопок конденсером засасывается из очистителя по трубе и поступает через распределитель в трепальные машины. Конденсер имеет примерно такое же устройство и работает так же, как и пылеочистительный барабан (см. рис. 72). Трепальные машины представляют собой совокупность горизонтального разрыхлителя, промежуточной трепальной и окончательной трепальной машин. Основным элементом промежуточной и окончательной трепальных машин являются трехбильные трепала, вращающиеся со скоростью 1000—1500 об/мин. и наносящие резкие удары по хлопку. В этих машинах из бесформенной массы хлопка, после его интенсивной очистки, получается холст, наматываемый на ось в виде рулона.

Чесально-ленточный отдел фабрики. Холсты хлопка от трепальных машин поступают к чесальным машинам для окончательного разделения волокон, их очистки, а также распрямления. Оригинальная чесально-прядильная машина была сконструирована инж. Т. А. Ивановым в 1854 г. Чесальная машина (рис. 73) имеет основной барабан 1, покрытый игольчатой (кардной) лентой; бесконечную ленту 2, состоящую из игольчатых шляпок, и съемный барабан 3, также покрытый игольчатой лентой. Основным барабан имеет диаметр 1300 мм и вращается со скоростью 160—180 об/мин. Бесконечная лента с игольчатыми шляпками движется очень медленно, так что линейная скорость на поверхности барабана примерно в 10 000 раз больше линейной скорости ленты. Хлопок в виде холста питающим барабаном 4 передается основному барабану. Барабан и шляпки при совместной

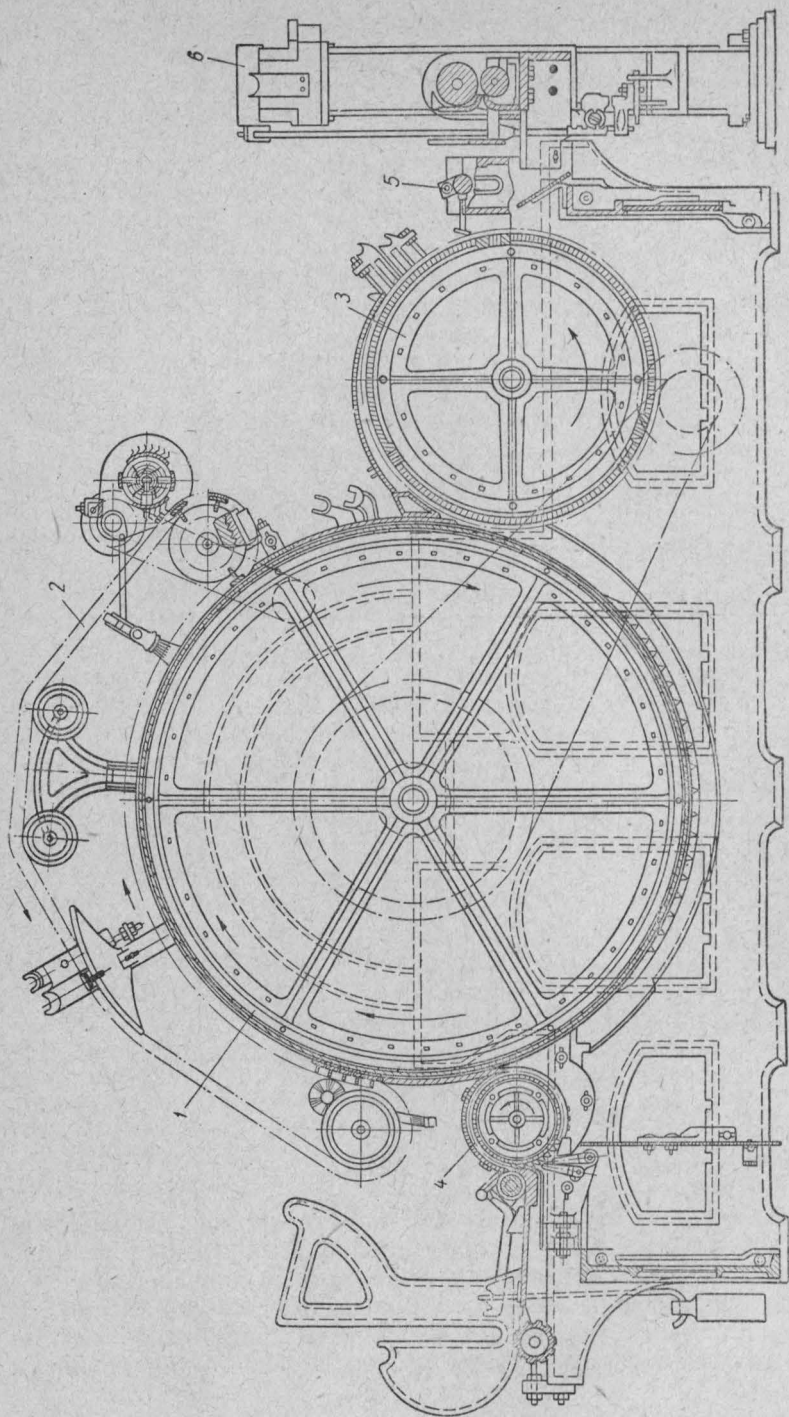


Рис. 73. Чесальная машина:

1 — основной барабан; 2 — лента; 3 — съемный барабан; 4 — питающий барабан; 5 — гребенка; 6 — лентоукладчик.

работе прочесывают хлопок и окончательно разделяют холст на волокна. Прочесанные волокна с основного барабана передаются съемному барабану и снимаются с него гребенкой 5. Снятый прочес принимает форму круглого рыхлого жгута, называемого

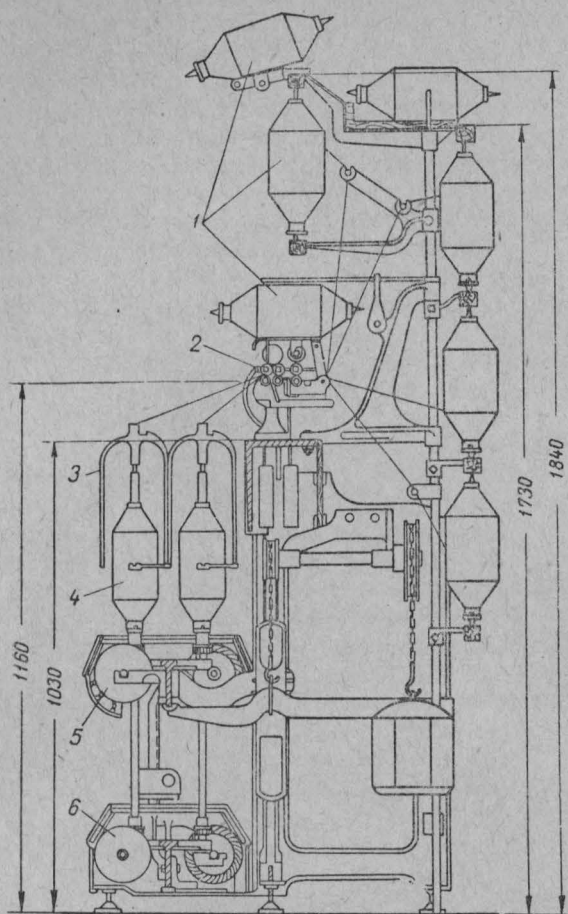


Рис. 74. Перегонная ровничная машина:

- 1 — катушки с ровницей; 2 — вытяжной механизм; 3 — крутильный прибор;
4 — катушки с более тонкой ровницей; 5 — верхняя каретка;
6 — нижняя каретка.

лентой. Эта лента укладывается в цилиндрические тазы. Помимо указанных чесальных машин, применяются гребнечесальные машины для отделения коротких волокон из хлопка.

Чесальные машины имеют небольшую пропускную способность. Количество хлопка, которое перерабатывается одной трехпальной машиной, требует для прочесывания 25—30 чесальных

машин, поэтому чесальные отделения занимают всегда большие производственные площади.

Последующие операции осуществляются в ровничном и прядильном отделениях фабрики. Сущность изготовления ровницы заключается в том, что лента проходит несколько ровничных машин (рис. 74) и при этом все более и более вытягивается специальными механизмами, а затем скручивается и наматывается на большие катушки.

Каждая машина удлиняет нить в 4—6 раз. Скорость веретена доходит до 1200 об/мин. Ровничных машин на прядильной фабрике очень много, и они обычно занимают большие производственные площади.

Окончательное прядение нити производится чаще всего кольцевыми прядильными машинами, где ровница подвергается вытяжке до требуемой тонины, скручивается и наматывается на шпули. Число оборотов веретена со шпулей достигает 10 000—12 000 об/мин.

Пожарная опасность хлопкопрядильных фабрик

Пожарная опасность хлопкопрядильных фабрик определяется наличием значительного количества легкогорючих веществ возможностью появления источников воспламенения и наличием удобных путей распространения пожара. Хлопок, как уже было сказано выше, представляет собой органическое легкогорючее вещество. По внешнему виду хлопковое волокно представляет собой вытянутую тонкую нить длиной от 10 до 60 мм и диаметром от 0,02—0,025 мм. В середине волокна, вдоль всей его длины, имеется тонкий канал, который образовался после того, как высох клеточный сок.

Хлопковое волокно по своему химическому составу представляет собой почти чистую целлюлозу (90%) с небольшим количеством воды (8%). Кроме того, в наружной защитной оболочке волокна содержится до 1% воска и жира, а также до 1% минеральных веществ.

Очевидно, хлопковое волокно должно обладать примерно теми же свойствами, что и разрыхленная целлюлоза, и аналогичным образом изменяться под воздействием источников тепла. При нагревании хлопка до 100°С заметных изменений в нем не происходит. При дальнейшем нагревании хлопок начинает медленно разлагаться, выделять пары воды, углекислый газ, окись углерода, метан, этилен, водород, формальдегид. Волокна бурют, делаются хрупкими и, наконец, обугливаются. Температура самовоспламенения хлопка — около 400°С. Однако эта температура может быть сильно снижена, если хлопок подвергается нагреву длительное время. Опытами ЦНИИПО установлено, что при нагревании хлопка в термостате в течение длительного времени он самовозгорается даже при температуре 150°С.

При горении хлопка выделяется примерно 4100—4200 ккал/кг тепла и значительное количество едкого дыма. Скорость горения хлопка зависит от степени его разрыхленности. Разрыхленный хлопок горит быстрее уплотненного, так как поверхность соприкосновения его с воздухом будет значительно больше. При высоких степенях уплотнения, как показала практика, горения хлопка не происходит, так как воздуха внутри кипы в этом случае очень мало. При малых степенях уплотненности горение хлопка внутри кипы может иметь место в виде тления за счет воздуха, находящегося между волокнами и в каналах волокон. Горение хлопка внутри кипы протекает весьма медленно и очень часто незаметно для окружающих лиц. Это объясняется тем, что выделяющиеся продукты сгорания адсорбируются волокнами хлопка и наружу не выходят. Горение хлопка внутри кипы может продолжаться при полной изоляции ее от окружающего воздуха. Так, горящие кипы, опущенные в воду, продолжают гореть после того, как они вынуты из нее. Опытами ЦНИИПО доказано, что хлопок в кипах горит в атмосфере чистой (100%) углекислоты. В отличие от горения внутренней массы уплотненного хлопка, горение наружных слоев будет протекать в условиях достаточного количества воздуха, распространение пламени по поверхности будет быстрым, а в глубину — очень медленным.

Хлопковое волокно легко воспринимает жировые вещества и масла. Непредельные жировые вещества и масла, распределяясь тонким слоем по большой поверхности хлопковых волокон, в некоторых случаях могут иметь хорошие условия для самовозгорания, что приведет к загоранию самого хлопка.

Во время обработки хлопка образуются хлопковая пыль и пух. По своему составу хлопковая пыль представляет собой мельчайшие обрывки или кусочки волокон с незначительным количеством загрязняющих примесей. Частицы хлопковой пыли, находясь во взвешенном состоянии в воздухе и сталкиваясь друг с другом, слипаются и сравнительно быстро оседают. Этим объясняется тот факт, что хлопковая пыль не образует взрывоопасных концентраций, т. е. она практически не взрывоопасна. Тем не менее хлопковая пыль представляет собой большую пожарную опасность. Осевшая хлопковая пыль в виде пуха легко воспламеняется даже от малейшей искры. Возникшее горение очень быстро распространяется по осевшему слою пуха. Иногда ошибочно считают, что воспламенение хлопкового пуха неопасно, так как быстрота его сгорания не дает возможности воспламениться соприкасающимся с ним сгораемым предметам. Это неверно. Горящие мелкие волокна и падающие с конструкций кусочки тлеющего пуха могут воспламенить хлопок у машин, а через него и остальные сгораемые предметы.

В помещениях прядильной фабрики хлопок может находиться в спрессованном виде — в кипах, в разрыхленном состоянии

и в виде нитей. Наибольшее количество хлопка сосредотачивается в сортировочно-разрыхлительном отделении. Для нормальной работы машин питателей-смесителей необходимо иметь несколько десятков распакованных кип хлопка. Кроме того, в помещении держат запас хлопка (в нераспакованных кипах) на смену и иногда даже на сутки. Таким образом, подчас почти вся свободная площадь пола занята кипами хлопка. Помимо этого, в сортировочно-разрыхлительном, трепальном и чесально-ленточном отделениях имеется значительное количество разрыхленного хлопка (внутри машин и в производственном помещении). Большое количество разрыхленного хлопка сосредотачивается в хлопковых лабазах, каждая секция которых имеет полезный объем от 90 до 120 м³. Плотность хлопка после первоначального разрыхления можно принять около 50 кг в 1 м³. Таким образом, в каждую секцию лабаза может быть помещено от 4500 до 6000 кг хлопка. При заполнении лабаза хлопок вылетает из наполнительной трубы с большой скоростью, отбрасываясь к стенкам камеры. Внутри лабаза при этом выделяется очень много пыли, которая при отсутствии надлежащей изоляции секций выходит в производственное помещение. При последующем разрыхлении хлопка его вес доходит до 30—20 кг в 1 м³. В ровничном и прядильном отделениях находится значительное количество хлопковых нитей различной толщины и степени скручивания.

Процесс разрыхления и очистки хлопка связан с воздействием на него быстро вращающихся механизмов ударного действия (питатель-смеситель — см. рис. 71, разрыхлители — см. рис. 72) и поэтому сопровождается выделением большого количества пыли и пуха. Выделяющиеся пух и пыль находятся не только внутри машины, но могут выходить и в производственное помещение, если их не улавливать.

Необходимо наблюдать за нормальной работой системы вытяжной вентиляции. Остановка системы или снижение ее производительности вызывает уменьшение отсоса воздуха из машин, а это способствует выходу из них пыли и пуха в рабочее помещение. Подобное же явление весьма часто наблюдается при наличии магнетальных рукавных фильтров, если они во-время не очищаются. Отложения пыли и пуха на внутренней поверхности ткани приводят к сильному увеличению сопротивления фильтра, уменьшению производительности вентиляционной системы в целом и, как следствие, к выходу пуха и пыли из машин в помещение.

Операции чесания хлопка, вытяжки и скручивания нити не сопровождаются ударными действиями на хлопок и не вызывают большого пылеобразования. Поэтому чесальные, ровничные и прядильные машины делаются открытыми. Однако нужно отметить, что чистка этих машин и, особенно, ручной способ очесывания игольчатых лент чесальных машин сопровождаются выделением большого количества пуха и пыли в окружающую среду

и засорением пола производственного помещения прочесами. Большое количество пуха и пыли может скапливаться в цикло-нах и рукавных фильтрах, применяемых для очистки воздуха, отсасываемого из машин. Особенно много пыли и пуха находится в пыльных подвалах или камерах.

Процесс обработки хлопка сопровождается выделением отходов, неполноценных волокон, брака и т. п. Эти отходы называются угарами. Угары очень часто бывают сильно загрязнены посторонними твердыми примесями и смазочными маслами. Обработка угаров, как правило, сопровождается сильным пылеобразованием. Особенно большое количество пыли выделяется при работе угарных машин, называемых *пыльными волчками*.

Значительное количество горючих материалов сосредоточивается в сгораемых строительных конструкциях. Очень часто старые прядильные фабрики имеют деревянные перекрытия, покрытия и перегородки. Как правило, сгораемые перекрытия с течением времени сильно пропитываются стекающим под машины смазочным маслом из подшипников. Иногда перекрытия промасливаются насквозь. С целью защиты сгораемого перекрытия от огня при пожаре, а чаще для того, чтобы капли масла из щелей не попадали на продукцию, потолок перекрытия обшивается листами стали. Кроме сгораемых конструкций и масла, в помещениях прядильной фабрики могут гореть лари для отходов и угаров, деревянные и картонные шпули, веретена, а также тележки для транспортировки пряжи.

Наиболее часто пожары и вспышки на прядильных фабриках возникают в результате: 1) высекания искр при ударах металла или других твердых предметов о металл, 2) перегрева трущихся поверхностей, 3) применения открытого огня, 4) неисправности электрооборудования. Рассмотрим причины пожаров подробнее.

1. Естественно, что попадание в машины с быстро движущимися механизмами ударного действия каких-либо металлических частиц или камней вызывает высекаание искр. Искры могут высекааться также при ударах вращающихся механизмов о неподвижные части корпуса машины или стальные решетки.

Металлические частицы или камешки, находящиеся внутри кип, могут попасть в машины вместе с хлопком. Когда кипы распаковывают при помощи торцового ключа (металлического стержня со щелевым вырезом на конце), очень часто отламываются куски проволоки или ленты, которые могут попасть в хлопок. Если для распаковки кип вместо ножниц или ключей применяются инструменты ударного действия, могут высекааться искры. Металлические частицы (иглы, шплинты, гайки) попадают в машины также из-за неисправности и поломки отдельных механизмов.

В смысле возможности высекаания искр особенно опасны угарные машины, потому что они работают на отходах. Наибольшее число вспышек и загораний происходит на пыльных волчках и

щипках. С угарами в машины попадают шайбы, гвозди, заклепки, иглы и другие предметы. Были случаи, когда в угарах обнаруживали даже гаечные ключи.

Между быстро вращающимися механизмами машин (разрыхлительным валом и съемным барабаном смесителя, ножевым барабаном горизонтального разрыхлителя, трехбильными трепалами) и неподвижными стальными решетками и корпусом имеются весьма небольшие зазоры. Поэтому неправильная регулировка барабанов, деформация вала, а также сработанность подшипников могут явиться причинами ударов с высечением искр.

Искры высекаются нередко, когда работницы, доставая с верхней полки ровничных машин катушки с ровницей, прижимают ногой или коленом защитные металлические планки к нижней 5 или верхней 6 каретке машины (см. рис. 74). При этом зубчатые шестерни кареток, ударяя по металлической планке, высекают сноп искр, отчего воспламеняется пух и загорается вся машина. От сильного трения получается перегрузка электродвигателя, что вызывает загорание его обмоток. Высекание искр может произойти также на кардо-чесальной машине, когда в нее попадают какие-либо твердые предметы, вызывающие деформацию иглоков и удары. Большое количество искр наблюдается при заточке иглочатых лент барабанов специальными точнонаждачными валиками.

Наличие трансмиссионных передач вызывает необходимость иметь у каждой машины расположенные рядом рабочий и холостой шкивы. Отсутствие надлежащего зазора между ними также может явиться причиной высекания искры.

2. Текстильные машины имеют большое количество подшипников. В результате недостаточно внимательного наблюдения за их состоянием, (особенно подшипников скользящего трения) они перегреваются, и может возникнуть пожар. Причинами перегрева подшипников чаще всего бывают перекосы и деформация валов, трение боковых сторон ножевых барабанов о корпус машины, перегрузка машин продукцией, попадание на вращающиеся и трущиеся детали мусора, песка и т. д. Весьма часто причиной перегрева подшипников является недостаточная смазка или применение масла не того сорта, который рекомендуется техническими условиями. Так, например, вал вертикального разрыхлителя делает до 1000 об/мин., имеет значительную нагрузку, и поэтому нижний подшипник (подпятник) его работает в весьма тяжелых условиях. При недостаточной смазке и попадании пуха в подпятник 9 (рис. 72) может произойти сильный его перегрев и возникнуть пожар. Перегревы в силу большого трения могут произойти также при наматывании хлопка на валы, скольжении ремней по шкиву или ограждению. Были случаи, когда загорался хлопок при транспортировке кип по винтовому желобу. Это был результат сильного разогрева проволоки при трении ее о направляющие стенки.

3. Пожары на текстильных фабриках нередко возникают вследствие грубых нарушений правил пожарной безопасности, связанных с использованием открытого огня.

4. Все процессы обработки хлопка, прядение нити и ткачество связаны с выделением горючей пыли и пуха. Естественно, что электродвигатели открытого исполнения с искрящими контактами, пускатели, выключатели и предохранительные устройства без соответствующей герметизации при попадании в них пуха и пыли могут вызвать их загорание. В практике наблюдались случаи перегрева электродвигателей в момент перегрузки машин хлопком или при заедании подшипников. Очень опасно, если у машин, разрыхляющих хлопок, есть открытые коробки с переключающими контактами системы электроблокировки, работа которых нередко связана с искрообразованием.

На многих текстильных фабриках еще можно увидеть ременные трансмиссионные передачи. Как известно, ременные передачи при скорости движения ремня более 5 м/сек и передаваемой мощности от 5 ÷ 6 кВт могут являться генераторами опасных зарядов статического электричества. Искровые разряды статического электричества могут произойти при близком расположении каких-либо заземленных предметов от ремня, в том числе и ограждающих сеток, особенно если они повреждены и имеют отогнутую внутрь проволоку*. Наблюдается электризация хлопка при его разрыхлении и транспортировке по трубам, но заряды при этом не достигают больших величин.

Перечисленные выше причины пожаров для прядильных фабрик наиболее характерны. Назвать же все возможные причины возникновения пожаров трудно. Так, например, достаточно лопнуть тесьму или шнурку, приводящим в движение веретена прядильной машины, и попасть в барабанный подшипник или намататься на шейку вала, чтобы от трения воспламенился пух; достаточно очесам навиться на вал гребнечесальной машины, чтобы они от нагрева воспламенились; достаточно запрессовать или сложить в мешки промасленные отходы, чтобы они при хранении самовозгорелись, и т. д.

Возникший в помещении прядильной фабрики пожар имеет все условия для быстрого распространения, если не будут своевременно приняты меры. Загорание в машинах сортировочно-разрыхлительного и трепального отделений может быстро распространиться по пневматическим хлопковым линиям от машины к машине, а по системе вытяжной вентиляции — от рабочих машин к фильтрам и пыльным подвалам. Так как скорость движения хлопка в воздухопроводах доходит до 15—20 м/сек, а иногда и более, может оказаться, что к тому моменту, когда пожар будет замечен, огонь охватит большое количество машин. Распро-

* Н. Г. Дроздов. Статическое электричество в промышленности. Энергоиздат, 1951.

странению огня внутри производственных помещений и их задымлению способствуют также большие площади цехов, множество различного рода проемов в стенах и перекрытиях (от воздухопроводов, валов, ремней трансмиссий, шахт грузовых лифтов, дверных проемов и т. п.), образующих при пожаре сильные конвекционные потоки воздуха. Сгораемые перекрытия фабрик, а также незащищенные металлические колонны (часто встречающиеся на подобных предприятиях) в условиях развившегося и длительного пожара теряют свою несущую способность, что приводит к обрушению перекрытий, нагруженных производственным оборудованием. Обрушение одного перекрытия может повлечь за собой обрушение и всех нижележащих.

Пожарно-профилактические мероприятия

Пожарная профилактика на прядильных фабриках должна быть направлена на ограничение количества горючих веществ, находящихся в производственных помещениях, уменьшение выделения пуха и пыли, на исключение возможных источников воспламенения и путей распространения пожара. Естественно, что противопожарные требования не должны идти в разрез с действующими «Правилами технической эксплуатации хлопчатобумажных прядильных фабрик СССР».

Однако бывают конкретные условия, которые требуют и некоторых отступлений от этих правил. Так, например, правилами технической эксплуатации допускается наличие в сортировочно-разрыхлительном отделении хлопка в кипах из расчета суточной потребности. Иногда подобное количество хлопка при ограниченных производственных площадях слишком загромождает помещение. Естественно, что в этом случае, исходя из соображений пожарной безопасности, следует установить сниженную норму запаса хлопка. Иногда целесообразно на пол производственного помещения нанести габаритные линии тех площадок, которые могут быть заняты кипами. При этом необходимо оставлять свободные проходы, подступы к производственному оборудованию, средствам пожаротушения и к эвакуационным выходам.

Нельзя оставлять в помещении большое количество угаров. Их следует складывать в мешки или запрессовывать в кипы и удалять из помещения. При необходимости иметь определенное количество угаров (орешек, колечек и др.) их нужно держать в ларях из несгораемого материала, а не навалом в куче. Нельзя скапливать много отходов в сборных камерах разрыхлительных и трепальных машин. Машинны надо очищать от отходов не менее одного раза в смену. Удаляют отходы из сборных камер разрыхлительных и трепальных машин вручную. Сложнее удалить отходы из гарнитуры барабанов чесальных машин (см. рис. 73).

Наиболее безопасна очистка чесальных машин специальными валиками или пневматическим устройством. Пневматическое оче-

сывание производится при выключенном питании машины, но без останова её. На некоторых заводах применяется способ непрерывного очесывания при помощи статического электричества. На расстоянии 2 мм от барабана устанавливают обитую кожей пластинку. Волокна хлопка, находящиеся на вращающемся барабане, задевают за кожу пластинки, заряжаются статическим электричеством, притягиваются к пластинке и не углубляются в игольчатую ленту. Образующиеся в этом случае заряды статического электричества опасности не представляют.

Лабазы, где сосредоточивается значительное количество разрыхленного хлопка, на подавляющем большинстве предприятий используются не по прямому назначению, а как своего рода промежуточные склады. Поэтому целесообразно вообще ликвидировать лабазное хозяйство на фабриках и ввести непрерывно-поточное движение хлопка. В том случае, когда лабазы еще нужны, их надо изолировать от производственного помещения и конструктивные элементы выполнять из негорючих или трудногорючих материалов. Секции лабазов площадью 30—40 м² должны быть отделены друг от друга глухими стенами, а двери секций — плотно закрываться. Одновременная подача хлопка в секцию лабаза и расход его недопустимы, так как при возникновении пожара в машине огонь по линии подачи попадет в работающую секцию, а из нее через открытую дверь в производственное помещение.

Машины, связанные с интенсивным пылеобразованием (питатели-смесители, головные питатели, горизонтальные и вертикальные разрыхлители, трепальные и все угарные машины), покрывают кожухами, из-под которых пыльный воздух отсасывают вентиляторами и подают в фильтры или пыльные подвалы. Местные отсосы у этих машин видны на рис. 71 и 72.

Запыленный воздух отсасывают также из каждой секции лабаза. Чтобы вместе с пылью и пухом не удалять хороший хлопок, на воздуховодах вытяжной вентиляции в месте забора воздуха устанавливают сетку. Для очистки запыленного воздуха следует применять рукавные всасывающие (самоочищающиеся) фильтры или циклоны, устанавливая их в изолированном помещении. Применение пыльных подвалов и пылеосадительных камер на новых или реконструированных фабриках недопустимо. При наличии пыльных подвалов для обеспечения надлежащей степени очистки воздуха скорость его движения не должна быть больше $0,1 \div 0,5$ м/сек, а воздушные потоки от вентиляторов должны быть направлены в одну сторону. В противном случае часть пыли будет выноситься наружу, загрязняя близлежащую территорию. Концы воздуховодов, входящих в пыльный подвал или камеру, необходимо защищать автоматически закрывающимися задвижками, при подобном способе очистки огромные массы теплого воздуха выбрасываются наружу, а на их место в зимнее время поступает холодный воздух. Так, например, каждый вентилятор трепальной машины выбрасывает в пыльный

подвал $2500 \text{ м}^3/\text{час}$ теплого воздуха. В настоящее время для очистки воздуха от хлопковой пыли начинают применять рециркуляционные фильтры, которые дают возможность очищать воздух от пыли и пуха до концентрации, допустимой санитарными нормами. Следовательно, очищенный воздух можно не выбрасывать наружу, а подавать снова в машину, т. е. создавать рециркуляцию воздуха в помещении. Рециркуляционный фильтр ФТ-1 (рис. 75) отечественной конструкции представляет собой сетчатый барабан 1 диаметром 0,75 м, вращающийся со скоростью от 0,01 до 0,04 м/мин. Запыленный воздух, поступающий в фильтр по патрубку 2, проходит через отверстия сетчатого барабана, оставляя на его поверхности волокнистый материал и пух. По мере вращения барабана слой пуха подходит к выпускному валу 3, где он уплотняется, а затем по патрубку 4 поступает в приемник пуха. Очищенный воздух через открытые торцы сетчатого барабана подается в машину или помещение. Фильтр может очистить до $7500 \text{ м}^3/\text{час}$ воздуха. После очистки в 1 м^3 воздуха содержится не более 1 мг пыли, что вполне допустимо по санитарным условиям. Применение подобных фильтров в разрыхлителях и трепальных машинах устраняет все недостатки, наблюдающиеся при эксплуатации пыльных подвалов. В том случае, когда избежать применения пыльных подвалов или камер нельзя, следует изолировать их от смежных помещений. Нельзя допускать, чтобы пыльные подвалы и камеры выполнялись из сгораемых материалов и имели незащищенные проемы в стенах или перекрытиях. Вход должен быть только наружным. Необходимо строго выполнять правила очистки подвалов и камер от пуха и пыли.

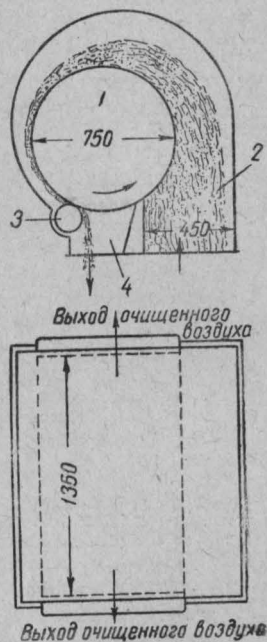


Рис. 75. Рециркуляционный фильтр ФТ-1:

1 — сетчатый барабан; 2 — патрубок ввода запыленного воздуха; 3 — выпускной валик; 4 — патрубок отвода пуха и пыли.

Пожарно-профилактические мероприятия на прядильных фабриках должны исключить возможность появления там источников воспламенения. Раскупорку кип с хлопком надо производить на чистой площадке при помощи ножниц. Нельзя рубить проволоку или ленты ударными инструментами. Если используются торцовые ключи, необходимо следить за тем, чтобы куски проволоки или ленты не попадали в хлопок и на пол. Чтобы машины не перегружались и вместе с хлопком в них не попадали посторонние предметы, необходимо хлопок из кип подавать в пи-

татели-смесители слоями толщиной в 4—5 см. Если замечено, что в машину попали посторонние предметы, необходимо остановить ее и предметы удалить.

При пуске разрыхлительно-трепального агрегата соблюдают определенную последовательность: включают вентилятор конденсера для создания вакуума в трубах и каналах машин; включают машины в порядке, обратном ходу технологического процесса. Чтобы исключить возможность пуска машин в ином порядке, применяется предупредительная электроблокировка. Машины имеют систему электроблокировки и сигнализации (для сигнала о перегрузке). Все переключающие контакты автоматических си-

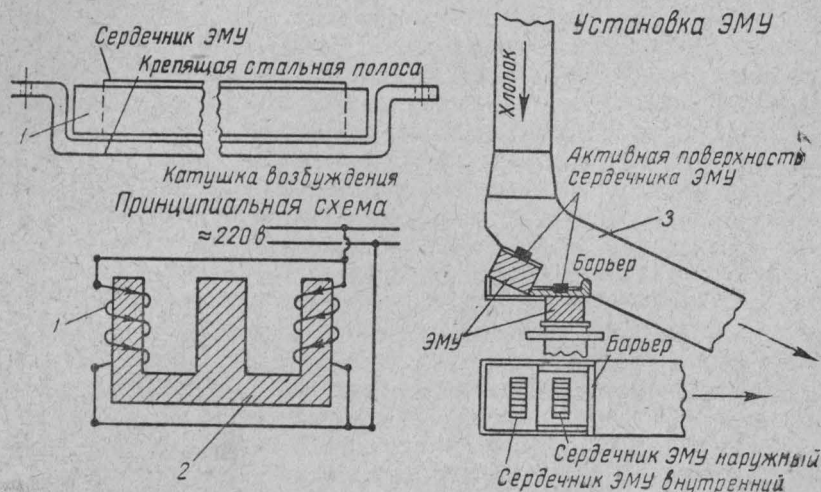


Рис. 76. Электромагнитный улавливатель системы ЦНИИХП:

1 — катушки возбуждения; 2 — сердечники; 3 — установка ЭМУ в трубе пневматического транспорта перед машиной.

стем электроблокировки и сигнализации необходимо заключать в герметически закрытые металлические коробки. Во избежание ударов быстро вращающихся механизмов о неподвижные части корпуса и решеток надо тщательно регулировать валы и барабаны при их установке, а не допускать ударов во время работы и в период холостого хода при пуске. Для улавливания металлических частиц, находящихся в хлопке или появляющихся при поломке машин, следует устанавливать магнитные сепараторы.

Электромагнитный улавливатель (ЭМУ), показанный на рис. 76, предложен сотрудником Центрального научно-исследовательского института хлопкообрабатывающей промышленности (ЦНИИХП) Е. М. Зайденшнер. ЭМУ имеет две соединенных параллельно катушки 1 с сердечником 2 из трансформаторных пластин. Улавливатель включается в сеть переменного тока напряжением 220 в. Монтируют улавливатель в деревянном коробе

и сверху прикрывают его текстолитовой накладкой с прорезями для стержней сердечника. Деревянный короб с электромагнитами может устанавливаться внутри машин, в трубах пневматического транспорта 3 перед машинами или после машин. На некоторых фабриках в системах пневматической транспортировки хлопка устраивают так называемые камнеотделители (см. рис. 52). Принцип их работы основан на том, что при изменении направления движения у тяжелых частиц заметно проявляется сила инерции, заставляющая их двигаться по прямолинейному пути и отделяться от хлопка.

Для того чтобы предотвратить перегрев подшипников и уменьшить промасливание перекрытий, важно правильно и своевременно смазывать их. Из быстро вращающихся деталей следует отметить валы шпυлей и веретен, вентиляторов, трепала, ножевых барабанов и валы высоких конических барабанов. На машинах новейших конструкций эти валы устанавливают на шарикоподшипники, которые примерно один раз в месяц надо густо смазывать. При скользящих подшипниках у быстро вращающихся валов смазка производится через каждые 7—8 час. (каждую смену). Смазочные отверстия подшипников должны быть чистыми. Степень нагретости быстро вращающихся и тяжело нагруженных подшипников следует проверять не менее двух раз в день. Смазывать подшипники надо тем сортом масла, который установлен правилами эксплуатации.

Для облегчения контроля за нагревом подшипников Вишне-ревский предложил применять термокраску, изменяющую цвет подшипника при нагреве его выше допускаемой температуры. Применение этой краски на текстильном комбинате им. С. М. Кирова в Ленинграде оправдало себя. Есть два рецепта термокрасок: в первом краска меняет цвет из желтого в красный при температуре 40—45° С; во втором — при температуре 65—70° С. В состав красок входят соединения: AgI ; HgI_2 и CuI_2 . Срок действия краски — около одного года. Большую работу проделали конструкторы текстильных машин и работники текстильных фабрик в содружестве с органами Госпожнадзора для улучшения условий смазки реконструкцией подшипников шпυльных машин. Наиболее опасные подшипники скольжения они заменили шариковыми и роликовыми подшипниками. Кроме того, они определили оптимальные нормы расхода смазочных материалов. Все это, однако, не исключает необходимости регулярной и тщательной очистки машин и пола под ними от масла, а также наличия противней под обильно смазываемыми подшипниками трансмиссионных валов. Все электрооборудование (двигатели, пускатели, предохранительные щитки, осветительная арматура, проводки и кабельные линии) в помещениях, где выделяются хлопковый пух и пыль, должно соответствовать требованиям правил устройства электротехнических установок, предъявляемым к производствам категории П-1. Ремни быстроходных передач необходимо обраба-

тивать токопроводящей пастой. Кроме того, надо следить за правильностью установки ограждений. Машины и линии хлопкоподачи следует заземлять. Между холостым и рабочим шкивами трансмиссии должны быть зазор в 5—6 мм и шайба для устранения возможности высечения искр.

Для того чтобы пожар не достиг больших размеров, необходимо предотвратить распространение огня от машины к машине, из помещения в помещение. Сортировочно-разрыхлительное и трепальное отделения, где имеется всегда много разрыхленного хлопка-волокна, пуха и пыли, принято отделять брандмауером от ровничного и прядильного отделений. Угарные машины (пыльные волчки, щипки и др.), как наиболее опасные, необходимо размещать изолированно от помещений, где расположены машины, обрабатывающие чистый хлопок.

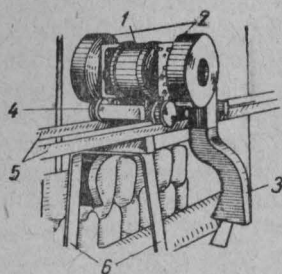


Рис. 77. Автомат-чиститель системы инж. Н. Н. Павлова для кольцевых прядильных машин:

1 — двигатель; 2 — вентиляторы; 3 — патрубок вентилятора; 4 — каретка; 5 — рельсы; 6 — стойки для рельсов.

Системы воздухопроводов пневматической транспортировки хлопка и отсоса пыли должны иметь простые перекрывающие задвижки около машин и вентиляторов, а также автоматически закрывающиеся задвижки при прохождении воздухопроводов через противопожарные преграды, перед фильтрами, на концах воздухопроводов в пыльных подвалах и в хлопковых лабах.

Строительные конструкции текстильных фабрик должны отвечать требованиям, предъявляемым Н 102—54 к помещениям категории В. Очень важно, чтобы пути эвакуации отвечали требованиям безопасности.

В подвалах прядильных фабрик подчас устраивают склады готовой продукции и шпулей. В таких случаях надо заботиться о том, чтобы подвал не перегружали изделиями, не заваливали проходы. Уборка трепальных, чесальных, ровничных и прядильных машин должна производиться в определенной последовательности по графику.

Значительно облегчается уборка ровничных и прядильных машин применением автоматических чистителей Н. Н. Павлова. Автоматический чиститель (рис. 77) имеет небольшой двигатель мощностью 0,25 квт, на валу которого с обеих сторон поставлены вентиляторы. Кожухи вентилятора соединены с патрубками. Двигатель поставлен на каретку с четырьмя текстолитовыми колесами. Двигатель медленно перемещает каретку по рельсам. Рельсы служат проводниками тока, от них питается двигатель. Недостатком чистителя является то, что он не улавливает, а сдувает пух, который опять осаждается на машинах и конструкциях. Кроме того, при недоброкачественном стыке рель-

сов и неправильной регулировке токосъемных щеток наблюдается искрение в местах соприкосновения щеток с рельсами.

Генеральная чистка машин и строительных конструкций производится в установленные дирекцией дни (обычно выходные дни фабрики). В комиссию, которая проверяет качество чистки, входит и начальник пожарной охраны.

Все помещения фабрики должны иметь как стационарные, так и первичные средства пожаротушения. Фабрики оснащают внутренними пожарными кранами и в большинстве случаев спринклерными установками. Спринклерование помещений текстильных фабрик оправдало себя в многолетней практике. Первичные средства пожаротушения должны соответствовать требованиям § 38 раздела I норм ГУПО. При воспламенении хлопка в машине надо немедленно остановить ее, выключить вентиляцию и приступить к тушению водой (или огнетушителями). Хлопок, загоревшийся в машине или в кипе (после того как сбито пламя), необходимо удалить из помещения и, разрыхляя его, обильно пролить водой.

Производственные операции ткацкой фабрики особой пожарной опасности не представляют. Пожары возникают чаще всего от применения открытого огня и неисправности электрооборудования.

В отделочной фабрике наиболее пожароопасными операциями являются удаление с поверхности суровой ткани ниточек, ворсинок и пуха, начесывание ворса на ткани (для байки, фланели и т. п.).

Удаление ворса и пуха с поверхности тканей осуществляется огнем способом или пропусканием ткани между сильно нагретыми валиками. Огневой метод представляет наибольшую опасность, так как при снижении скорости движения ткани или остановке ее неизбежно воспламенение полотна. Скорость движения полотна устанавливается с учетом мощности газовой горелки и вида ткани. При снижении скорости движения полотна необходимо автоматически отключать подачу газа к щелевым горелкам машины. После горелок ткань сразу же поступает в водяную ванну.

Начесывание ворса на ткани сопровождается выделением очень большого количества пуха, который оседает внутри машины и в помещении. В порядке профилактики необходимо обеспечить устройство местных отсосов пуха из-под укрытий производить тщательную очистку машин и регулярную смазку подшипников быстро вращающихся игольчатых валиков.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Глава XIV

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ

Основные производственные операции

Машиностроительные заводы отличаются многообразием производственных процессов (рис. 78), для которых нужны большие производственные здания, мощные подъемно-транспортные механизмы, крупные электро- и паровые хозяйства, самостоятельные теплоэлектроцентрали, газовые установки, склады торючего и т. п.

Чугунолитейные цехи предназначены для плавки чугуна и отливки из него необходимых изделий (отливок). Плавка чугуна производится при температуре $1300\text{--}1400^{\circ}\text{C}$ в вагранках, представляющих собой цилиндрические плавильные печи шахтного типа высотой до 8 м и выше (рис. 79).

В шахту вагранки загружается обычно не чистый чугун, а шихта, состоящая из кокса, чугуна и флюсов. Кокс служит топливом, для горения которого в вагранку через фурменный кожух и фурмы при помощи вентилятора подается холодный воздух (воздушное дутье).

В результате горения кокса и развития высоких температур чугун плавится, каплями стекает в горн и поступает в передний горн-сборник, откуда и отбирается для литья.

Сталеплавильные цехи предназначены для превращения чугуна в сталь путем окислительной плавки его в специальных печах при температуре $1500\text{--}1600^{\circ}\text{C}$. При этом происходит уменьшение процентного содержания углерода, и чугун превращается в сталь. Для получения специальных сортов стали добавляют необходимые легирующие сплавы марганца, кремния, хрома, никеля, ванадия, молибдена, вольфрама, фосфора и т. п.

Процесс сталеварения связан с физико-химическими превращениями, научное обоснование которым дали русские ученые А. А. Байков, Д. К. Чернов и др.

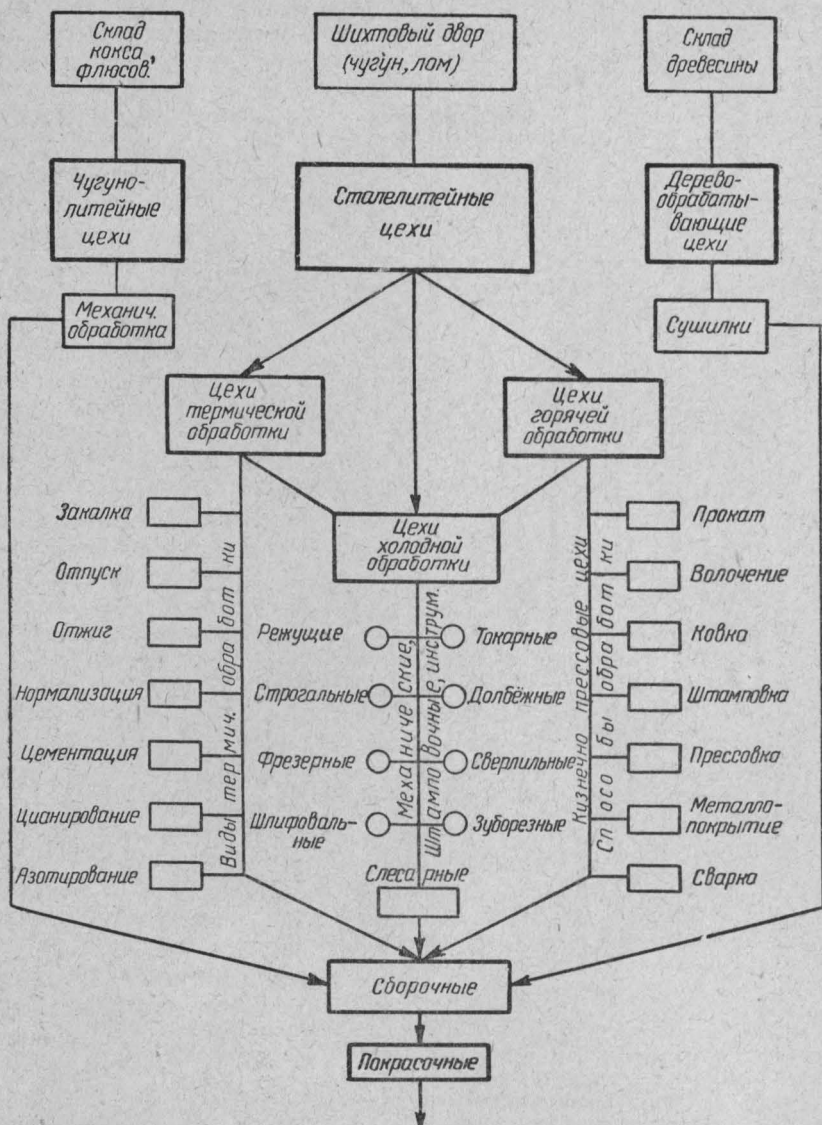


Рис. 78. Принципиальная технологическая схема машиностроительного завода.

Сталь получают тремя способами: в сталеплавильных (мартеновских) печах, в конверторах и электропечах.

В сталеплавильных печах (рис. 80) сталь получают из переловного чугуна и железного лома.

Для получения стали чугун в сталеплавильную печь может подаваться в твердом и жидком состоянии. В первом случае выгорание примесей (в основном углерода) происходит за счет кислорода печных газов, во втором — за счет кислорода железной руды, загружаемой в печь.

Топливом для печей служат газы (доменный, коксовый, генераторный) и жидкое топливо. Газ и воздух до поступления в рабочее пространство печи предварительно подогреваются в регенераторах (см. рис. 80), насадка которых до этого нагревается посредством использования тепла уходящих дымовых газов. Направление потоков через регенераторы периодически меняется.

В конверторах Бессемера превращение чугуна в сталь происходит без применения топлива. Оригинальный вариант этого процесса был создан академиком Д. К. Черновым.

Сущность процесса заключается в том, что через жидкий чугун под большим давлением продувается воздух, который окисляет примеси чугуна (кремний, марганец и углерод). При этом выделяется большое количество

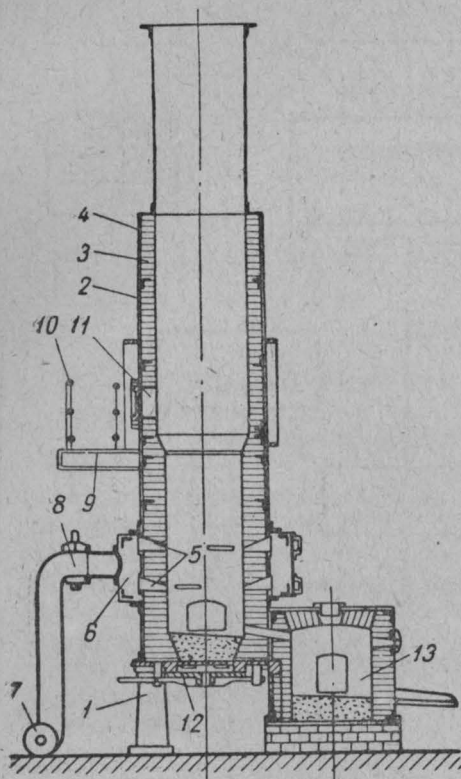


Рис. 79. Схема вагранки:

1 — опорные колонны; 2 — сварной кожух; 3 — огнеупорная футеровка; 4 — изоляционный материал; 5 — фурмы для подачи воздуха; 6 — фурменный кожух; 7 — вентилятор; 8 — предохранительный двойной клапан; 9 — загрузочная (колошниковая) площадка; 10 — ограждение; 11 — загрузочное отверстие (колошник); 12 — откидное днище; 13 — передний горн-сборник для накопления расплавленного металла.

тепла, развивается температура до $1200\text{--}1600^{\circ}\text{C}$ и уменьшается содержание углерода и других элементов.

Бессемеровский конвертор (рис. 81) представляет собой сосуд грушевидной формы, выложенный внутри огнеупорным кир-

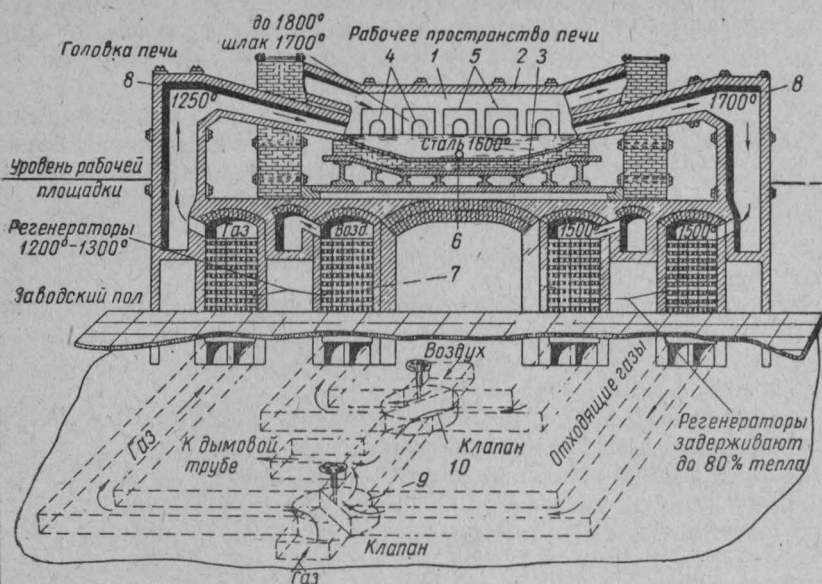


Рис. 80. Схема сталеплавильной печи:

1 — рабочее пространство печи; 2 — свод печи; 3 — под печи; 4 — зава-
лочные окна с заслонками, охлаждаемыми водой; 5 — холодильные ра-
мы или плиты для охлаждения передних стенок; 6 — выпускное отвер-
стие; 7 — регенераторы; 8 — головки печи, охлаждаемые водой с по-
мощью холодильных металлических коробок или труб; 9 — газовый
клапан; 10 — воздушный клапан.

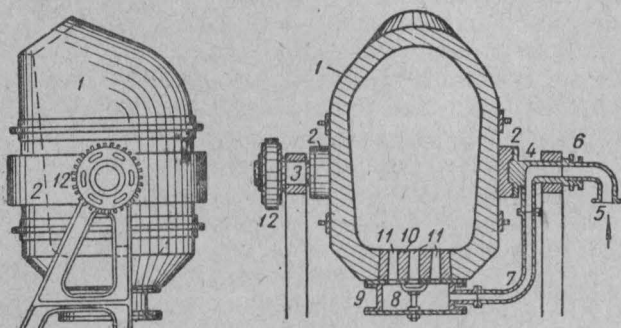


Рис. 81. Схема конвертора Бессемера:

1 — стальной кожух конвертора; 2 — опорный пояс (кольцо); 3 — цапфа
в подшипнике; 4 — пустотелая цапфа в подшипнике; 5, 7 — воздушная
труба; 6 — уплотняющий сальник; 8 — воздушная коробка; 9 — поддон
днища; 10 — огнеупорный кирпич; 11 — ряд мелких отверстий (фурмы);
12 — шестерня, сцепляющаяся с зубчатой рейкой для поворота конвер-
тора при наполнении чугуном и выливании стали.

пичом. В нижней его части имеются фурмы для вдувания воздуха, который поступает через трубу 5, пустотелую цапфу 4 и другую трубу 7. В верхней части расположена горловина для заливки чугуна, выхода пламени (при горении) и выливания готовой стали. Процесс длится 15—20 минут.

В электропечах сталь получается также за счет окисления примесей чугуна. Плавление происходит под воздействием электрической дуги при температурах, достигающих до 3000° С. Сталь, получаемая в электропечах, отличается особой чистотой.

Пожарная опасность литейных цехов

Пожарная опасность чугунолитейных цехов порождается выделением из вагранок большого количества искр, возможностью взрывов при остановке воздушного дутья и наличием расплавленного металла.

Искры, выбрасываемые из вагранок, представляют реальную опасность вследствие того, что некоторые объекты имеют сгораемые конструкции покрытий. На одном из заводов в период воздушного дутья произошел крупный пожар вследствие интенсивного выделения искр из вагранки и попадания их на сгораемые элементы покрытия. Искроуловители имели прогары и не выполнили своей роли.

При прекращении подачи воздуха в вагранку в процессе ее работы вследствие остановки вентилятора возникает обратное движение газов из вагранки в воздушную систему через фурмы. Газы могут проникнуть в воздушную коробку, так называемый фурменный кожух, опоясывающий вагранку, и воздухопровод вплоть до вентилятора. При возобновлении дутья смесь газов, содержащих окись углерода и воздух, попадает снова в вагранку и, в зависимости от концентрации, загорается или взрывается.

Пожарная опасность сталелитейных цехов обуславливается применением в печах в качестве топлива горючих газов или жидкостей, а также наличием расплавленного металла, применением воды в охлаждающей системе печей, интенсивным тепловыделением и выбросом большого количества искр из конверторов и дымовых труб.

При использовании в качестве топлива горючих газов возможны взрывы в рабочем пространстве печей вследствие неправильной растопки, а также в регенераторах и трубопроводах, подающих газ и воздух, из-за неправильного переключения клапанов на системе питания печей газом.

Смешение газа с воздухом в вертикальных каналах печей может произойти в том случае, если в кладке стенки, отделяющей газовый канал от воздушного, вследствие плохой перевязки ее, образуется прогар. Смешение газа с воздухом в регенераторах может произойти из-за прогара или неплотности стенки, отделяющей газовый шлаковик от воздушного.

При указанных авариях в лучшем случае произойдет преждевременное сгорание газа, однако возможны хлопки и взрывы в печах, если температура насадки регенераторов окажется ниже температуры самовоспламенения газа. Кроме того, опасность представляет возможность утечки газа в помещение, особенно при повреждении газопроводов. С этой точки зрения значительную опасность представляют туннели и шахты, в которых расположены газопроводы.

Опасность от расплавленного металла связана с возможностью воспламенения сгораемых материалов и конструкций, а также выброса металла при попадании на влажную поверхность.

При заливке жидкого металла в сырой, непросушенный ковш, добавке в ковш непросушенных присадок, опускании в ванну с жидким металлом холодной или влажной ложки, заливке металла в сырые формы или холодный кокиль, сливе остатков металла в холодные изложницы или влажные ямы, попадании металла на влажный пол может произойти выброс расплавленного металла, сопровождающийся разбрызгиванием его на большую площадь и появлением очагов пожаров.

Эти выбросы — результат бурного парообразования или частичного разложения воды на водород и кислород, они обладают большой разрушительной силой. На одном из чугунолитейных заводов произошел выброс расплавленного металла на высоту более 25 м, вследствие чего воспламенилось сгораемое покрытие цеха.

Выброс или розлив расплавленного металла может произойти и в процессе плавки в результате падения свода печи или обвала и прогара его передней и задней стенок, а также прорыва металла через выпускное отверстие печи и проедания футеровки и кожуха ковша при разливке металла.

Крупные аварии печей могут произойти также из-за проникновения воды в регенераторы или кладку печей при прогорании их охладительной системы.

Аналогичную опасность представляет подача в печь сырой шихты, например обледеневшей и покрытой снегом. Попадание в печь воды, льда или снега, как правило, заканчивается взрывом.

На одном из заводов взрыв мартеновской печи произошел в результате попадания в печь вместе с шихтой газовой трубки, наполненной льдом. После завалки шихты в печь залили жидкий чугун, и минут через пять произошел взрыв, в результате которого печь выбросила значительное количество шлака и металла, и загорелось деревянное покрытие.

Опасность конверторов также связана с наличием расплавленного металла и выбросом через горловину в процессе работы вместе с газами и пламенем значительного количества искр (мелких брызг расплавленного металла). Искры выбрасываются и отлетают на значительное расстояние.

Если в процессе работы конвертора прекратить воздушное дутье, то расплавленный металл через ряд мелких отверстий (см. рис. 81), устроенных в поддоне, проникнет в воздушную коробку, вызовет прогорание ее металлического основания и разольется в цех. Это может закончиться пожаром при попадании металла на сгораемые материалы или выбросом при попадании его на влажный пол.

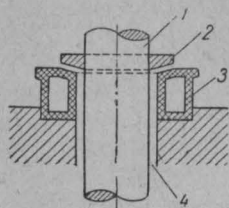


Рис. 82. Схема уплотнения электрода дуговой электропечи:

1 — электрод; 2 — уплотняющее кольцо; 3 — кольцо с каналами для циркуляции воды; 4 — зазор в своде печи.

Если футеровка нового или отремонтированного конвертора будет сырая, то в момент наполнения его расплавленным чугуном произойдет выброс металла вследствие быстрого испарения влаги.

При эксплуатации электропечей основную опасность представляет прогорание уплотнителей электродов, которые охлаждаются водой (рис. 82). При этом вода может попасть в печь и вследствие мгновенного и интенсивного испарения вызвать выброс расплавленного металла.

В чугуно- и сталелитейных цехах пожар может произойти также в результате повреждений, перегрузок и неправильной эксплуатации электрооборудования.

Пожарно-профилактические мероприятия

В чугунолитейных цехах для предотвращения образования взрывоопасных концентраций в воздушной системе вагранки необходимо в момент прекращения дутья открывать дверцы фурм. При этом окись углерода сгорит до попадания в фурменное кольцо. При возобновлении дутья фурменные дверцы необходимо некоторое время держать открытыми, что обеспечит вытеснение воздухом остатков окиси углерода из фурменного кольца. Для того чтобы своевременно открыть дверцы фурм, необходимо между рабочей площадкой вагранки и помещением вентилято-

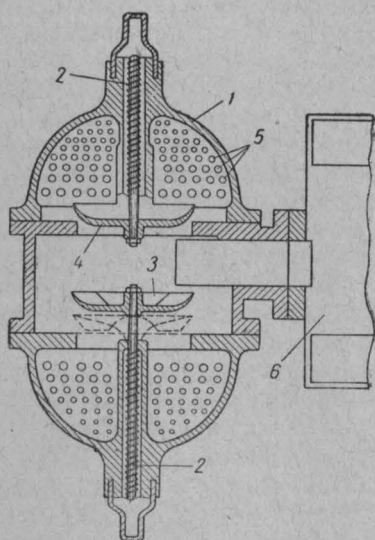


Рис. 83. Предохранительный двойной клапан:

1 — чугунный кожух; 2 — пружина; 3 — клапан, открывающийся при остановке дутья; 4 — клапан, открывающийся при зашлаковывании фурм; 5 — отверстия; 6 — фурменный кожух.

ров иметь надежную двустороннюю сигнализацию. Взрывы можно предотвратить также установкой на воздушной линии автоматических клапанов различных конструкций, которые при прекращении дутья исключают возможность обратного движения газов в сторону вентилятора.

Один из таких типов клапанов двойного действия приведен на рис. 83. В чугунном кожухе расположены два тарельчатых клапана, принцип работы которых заключается в следующем. При прекращении воздушного дутья пружина приподнимает всасывающий клапан, и наружный воздух проникает в фурмен-

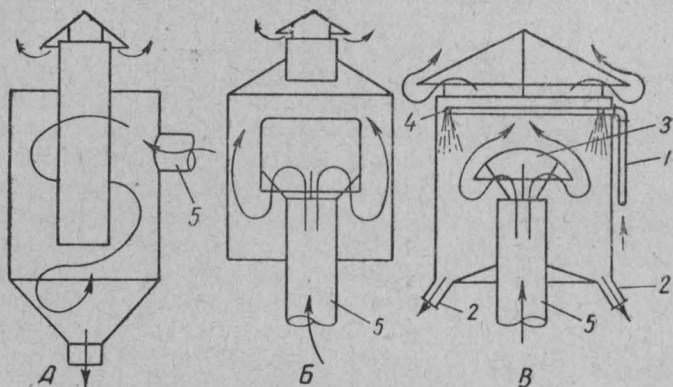


Рис. 84. Типы искроуловителей:

А — центробежный; Б — камерный с отражательным колпачком; В — водоструйные (орошаемые водой); 1 — подача воды; 2 — отвод воды; 3 — козырек, защищающий дымовой канал от воды; 4 — кольцевая труба с отверстиями; 5 — дымовой канал.

ный кожух, а из него в фурмы, чем и предотвращается обратное течение окиси углерода в воздушную систему. Если при этом окись углерода частично выходит обратно, то сразу же сгорает по выходе из фурм. При возобновлении дутья всасывающий клапан под действием пружины некоторое время остается открытым, пока давление воздуха не дойдет до 200 мм. вод. ст., и тем самым обеспечит продувку воздушной системы от горючих газов, если они частично проникли туда. Предохранительный клапан срабатывает при избыточном давлении в воздушной системе.

Для улавливания искр трубы вагранок надо снабдить искроуловителями (рис. 84, 85). На рисунках приведены только распространенные типы искроуловителей для вагранок. В последнее время стали применять искроуловители с паровым дутьем, которые обеспечивают надежную защиту от искр.

В сталелитейных цехах основными мероприятиями, предупреждающими возможность взрывов при применении газа в качестве топлива, являются:

1. Продувка газопроводов и переводных клапанов паром перед пуском газа в печь, а также предварительная продувка регенераторов в течение 2—4 час. продуктами горения перед подачей в них газа. Продувка газопроводов производится через продувочные свечи, расположенные на газовых клапанах.

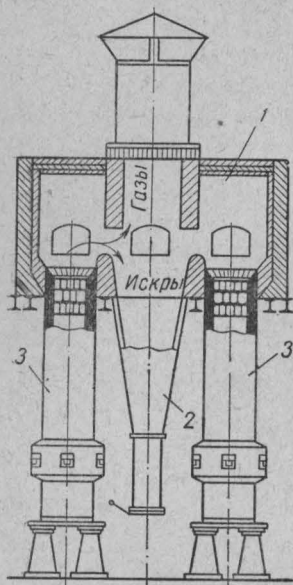


Рис. 85. Искроуловительная камера под вагранками:

1 — камера; 2 — бункер для искры; 3 — вагранки.

2. Обеспечение своевременного и надежного воспламенения газа при поступлении его в рабочее пространство печи в период ее пуска. Для этого перед пуском газа в печь (у места входа его в рабочее пространство печи) разводят костер.

3. Своевременное переключение (перевод) газового и воздушного клапанов строго по установленному графику. Наилучшим переводным клапаном, предотвращающим возможность утечки газа в помещение, является клапан с перекидной герметической коробкой (рис. 86). Для обеспечения герметичности края внешней коробки этого клапана погружены в желоб с водой. Четырехходовой барабан, применяющийся для этих же целей, также имеет водяные затворы для внутренней перегородки и наружной стенки барабана. Высота слоя воды в затворах клапанов должна равняться трехкратному давлению газа.

В указанных цехах нельзя допускать открытую прокладку газопрово-

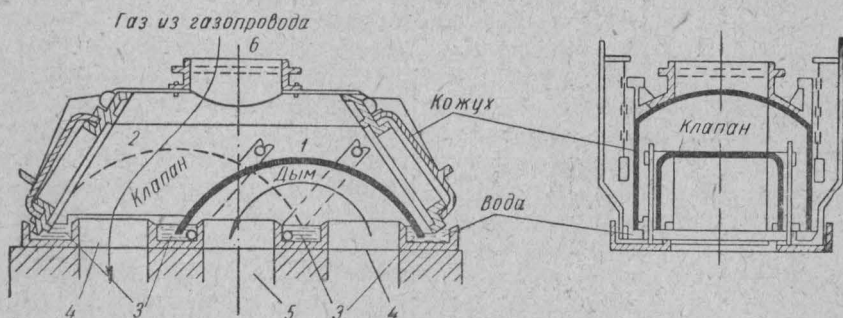


Рис. 86. Клапан с перекидной герметической коробкой:

1 — внутренняя коробка-клапан; 2 — внешняя коробка (кожух); 3 — водяные затворы; 4 — каналы, ведущие в регенераторы; 5 — канал к дымовой трубе; 6 — газ из газопровода.

дов, так как их повреждение может быть причиной пожаров и взрывов. Газ от подземных газопроводов должен подводиться непосредственно в печи. Если газопроводы расположены в туннелях, то необходимо туннели, шахты и колодцы обеспечить вентиляцией и освещением взрывозащищенного исполнения.

Во избежание выброса при сливе и заливке расплавленного металла рекомендуется:

1) предварительно просушивать разливочные ковши, формы, изложницы, ямы для слива остатков металла или шлака, пресформы и изложницы центробежных машин и т. п. Для просушивания ковша в его кожухе просверливаются отверстия диаметром 5 ÷ 20 мм на расстоянии 80 ÷ 100 мм друг от друга. Кроме этого, при футеровке ковша между кожухом и кладкой вставляют стальные прутки, которые перед началом сушки ковша надо осторожно вынимать, чтобы образовались каналы для выхода паров. Сушка ковшей в зависимости от размеров производится с помощью горнов или форсунок и горелок;

2) металлические присадки и раскислители, которые добавляются в ковш или в печи, — предварительно подогревать;

3) крюки, тросы или цепи, во избежание перегрева и обрыва их при подъеме и перевозке ковшей, для защиты от действия теплоизлучения расплавленного металла — закрывать специальными щитками;

4) ковши обеспечивать приспособлениями, которые не позволяют им опрокидываться при транспортировке крапом.

Необходимо следить за тем, чтобы около желоба, плавильной печи, на полу цеха и площадках у литейных канав не было сырости, открытых металлических плит и горючих материалов.

Литейные цехи в соответствии с Н 102—54 относятся к производствам категории Г.

Глава XV

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ЦЕХАХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Основные производственные операции

Цехи термической обработки предназначены для улучшения качества металла, из которого изготавливаются изделия, изменением его крепости, вязкости, упругости и твердости.

Основными видами термической обработки являются: закалка, отпуск, отжиг, нормализация, цементация, цианирование и т. п.

Процесс закалки придает стали определенную твердость и крепость и осуществляется быстрым охлаждением металла на-

гретого до температуры 740—850° С в какой-либо жидкости. Если сталь закалить в холодной воде, то она станет не только твердой, но и хрупкой. Поэтому в качестве закалочной жидкости применяют горячую воду или другие жидкости (минеральное масло, селитру, соду, поташ, нефть, мазут и др.). При закалке меняется структура стали. После закалки сталь состоит в основном из твердых составляющих — мартенсита и цементита.

Нагрев стали производится в горнах, пламенных, муфельных и электрических печах, а также в соляных и свинцовых ваннах. При нагревании в ваннах изделие хорошо предохраняется от окисления и равномерно прогревается.

Закалка осуществляется в специальных закалочных ваннах, наполненных закалочной жидкостью. Конструкции ванн различны.

В последнее время получают распространение ванны с автоматическим регулированием температуры и закалка токами высокой частоты.

При закалке объем изделия несколько увеличивается, это вызывает появление внутренних напряжений и возможность образования трещин.

Процесс отпуска предназначен для уменьшения внутренних напряжений, удаления хрупкости и придания стали после закалки строго определенных механических свойств путем нагревания ее до температуры 220—400° С (иногда до 500—600° С) и последующего быстрого охлаждения до обыкновенной температуры. После отпуска уменьшается хрупкость стали, понижается твердость и появляется вязкость. Нагрев осуществляется медленно в песке, масле или селитре.

Отпуск до 260° С производится в горячем масле; от 230 до 480° С — в натровой и калийной селитре; выше 400° С — в свинцовых и соляных ваннах.

Процесс отжига служит для уничтожения внутренних напряжений в стальных отливках и поковках, а также для улучшения их структуры, понижения твердости стали и повышения ее вязкости.

Отжиг осуществляется медленным нагреванием стали до температуры выше 700° С и затем медленным охлаждением вместе с печью или в сухом песке и золе.

Цементация — науглероживание поверхностного слоя металла (мягкой стали) с целью придания ему твердости и сохранения внутренней вязкости после термической обработки (закалки и отпуска). Глубина цементированного слоя — 0,2—2,5 мм. Цементация основана на свойстве стали растворять (поглощать) при высокой температуре углерод путем диффузии.

Изделие для цементации погружают в цементирующее вещество (древесный уголь, костяной уголь, кожаные обрезки и т. д.) и нагревают до температуры 800—1000° С. Для ускоре-

ния цементации применяют добавки поташа, углекислого бария и других солей. Используют также жидкие и газообразные цементирующие вещества (расплавленные цианистые соединения, окись углерода, нефтяные углеводороды, светильный газ и др.).

Пожарная опасность термических цехов

Пожарная опасность термической обработки металлов обусловливается наличием в цехах горючей среды и тепловых импульсов. Степень опасности процесса зависит от закалочных температур, методов закалки, температуры и характера закалочной жидкости.

Горючую среду создают закалочные жидкости: масла, нефть, мазут и их пары, а также капельный конденсат паров масел на конструкциях, жидкое или газообразное топливо, используемое в нагревательных печах, и сгораемые конструктивные элементы некоторых цехов.

Закалочные ванны содержат большое количество нагретых горючих жидкостей. Емкости больших ванн доходят до 100—180 т масла. Наиболее часто в качестве закалочной жидкости применяют веретенное масло с температурой вспышки 170°С и машинное с температурой вспышки 207°С. При погружении нагретых до высокой температуры металлических изделий масло нагревается, частично испаряется и разлагается, выделяя акролеин и другие продукты. Продукты испарения и разложения масла уносятся воздушными потоками вверх и, охлаждаясь, скапливаются в виде капельного конденсата на строительных конструкциях цеха (на кровле, фонарях, фермах и т. п.). При этом начавшийся пожар охватывает не только ванну, но, как показывает опыт, очень быстро распространяется по промасленным строительным конструкциям, если даже они выполнены из негорючих материалов. Увеличению очага пожара способствуют переполнение ванны маслом и вспенивание его.

При закалке изделий в масле могут выделяться взрывоопасные пары. Если образование взрывчатой концентрации паров с воздухом в пределах закалочной ванны (вследствие удаления паров от поверхности жидкости) не происходит, то взрывы возможны при неправильном погружении в ванну изделий в виде стакана, внутри которого образуется замкнутое пространство, где концентрируются эти пары.

При наличии воды в масле в процессе погружения нагретых закаливаемых изделий возникает опасность разбрызгивания масла и даже его выброса. Тепловым импульсом, могущим вызвать воспламенение закалочных жидкостей, являются высокая температура закаливаемых изделий (в среднем до 850°С) и перегрев самой жидкости.

Перегрев закалочных жидкостей вследствие перегрузки ванны нагретыми изделиями является одной из причин пожаров зака-

лочных ванн, так как выделяющиеся пары нагреваются до температуры самовоспламенения. Причиной перегрева паров до температуры их самовоспламенения является также медленное погружение закаливаемых изделий в жидкость. Наиболее благоприятными сочетаниями условий, вызывающих вспышку паров и воспламенение масел, являются перегрев закалочных жидкостей, медленное погружение в ванну раскаленных металлических изделий (или неполное их погружение), а также медленное извлечение крупных изделий из закалочных жидкостей.

Это подтверждается пожарами, случившимися в процессе эксплуатации маслозакалочных ванн. На одном из заводов произошел пожар в ванне с веретенным маслом вследствие перегрева масла, так как ванна не имела охлаждения. В результате вспышки масла пламя распространилось по всей вентиляционной системе, в которой имелись отложения конденсата паров масла.

На другом заводе пожар масляной ванны произошел вследствие медленного погружения крупных деталей в ванну и задержки их над поверхностью веретенного масла. Ванна имела емкость около 2 м³ и была оборудована металлической крышкой. Пожар ликвидировали закрытием крышки и охлаждением ванны водой.

В третьем случае пожар закалочной ванны с веретенным маслом также произошел вследствие перегрева масла, так как ванна не имела охлаждения. То, что ванну закрыли крышкой, не обеспечило успеха в ликвидации пожара, поскольку крышка имела большие неплотности.

Пожар в термическом цехе может произойти также от неисправности осветительного и силового электрооборудования, нарушения целостности системы питания печей жидким или газообразным топливом, при неправильном розжиге печей и т. п.

Очень часто при закалке алюминиевых и дюралюминиевых отливок магниевых сплавов, а также при отпуске применяются расплавленные соли и селитра.

В закалочных селитровых ваннах (рис. 87) изделие нагревается до температуры расплавленной соли, а затем подвергается быстрому охлаждению в воде, чем достигается необходимая структура металла.

Чаще всего селитровые ванны обогреваются электрическими нагревательными элементами, расположенными по боковым стенкам внутри ванны.

Селитра, особенно расплавленная, является очень сильным окислителем. При ее разложении выделяются свободный кислород и окислы азота. Реакция взаимодействия расплавленных селитр с органическими веществами протекает в форме взрыва. На одном из заводов произошел сильный взрыв селитровой ванны потому, что вместе с деталью в селитру погрузилась брезентовая рукавица.

Особенно опасно попадание воды (или другой влаги) в ванну с селитрой, которая вызывает взрыв с выбросом нагретой селитры и может быть причиной воспламенения стораемых конструкций и пожара. Влага может попасть в ванну при неисправности покрытия здания, добавлении свежей селитры или влажных деталей.

На одном из заводов произошел взрыв селитровой ванны, а затем и пожар из-за погружения в ванну пустотелых влажных деталей, которые перевозились в открытом виде из штамповочного цеха в термический по территории двора во время дождя. Пожар принял значительные размеры, так как в цехе было много сгораемых конструкций (покрытие, опоры, перегородки).

На другом заводе сильный взрыв селитровой ванны произошел в момент тушения пенным огнетушителем загоревшегося на поверхности селитры масла.

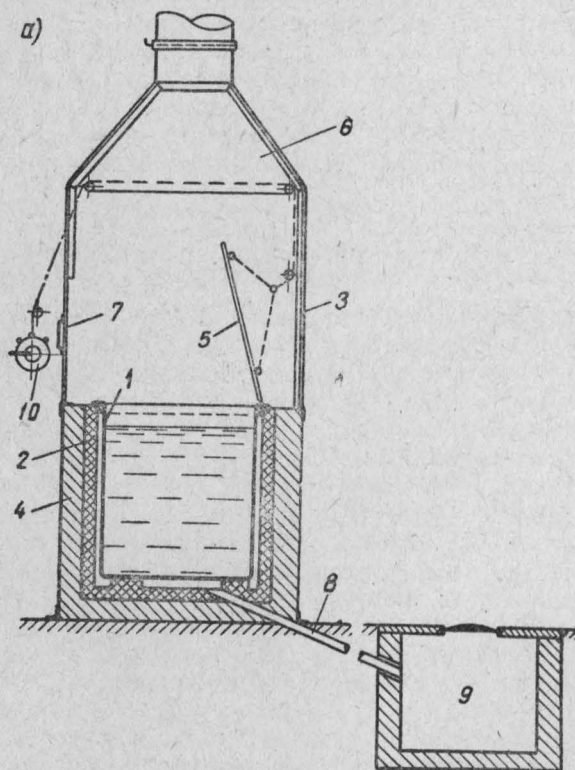


Рис. 87. Схема печи-ванны для термообработки в расплавленной селитре и солях:

1 — ванна (тигель); 2 — огнеупорный кирпич; 3 — стальной кожух; 4 — теплоизоляция; 5 — крышка; 6 — вытяжной шкаф; 7 — дверца шкафа; 8 — аварийный слив; 9 — сборник аварийного слива; 10 — лебедка для опускания крышки.

Перегрев селитры выше $550-600^{\circ}\text{C}$ может вызвать воспламенение ванны, так как при перегреве селитра интенсивно взаимодействует с материалом ванны (чугуном или сталью). Эта реакция быстро развивается даже при прекращении подогрева, что может закончиться взрывом, особенно при прорыве ванны и соединении селитры с органическими веществами. Особенно опас-

ны перегревы дна ванны, вызываемые отложением шлака, так как местные перегревы селитры могут привести к взрыву. При температуре выше 650°C взаимодействие селитры со сталью может сопровождаться взрывом.

В процессе эксплуатации ванн, вследствие интенсивного тепловыделения между электрическими сопротивлениями и селитрой, могут произойти прогорание стенок ванны и разлив расплавленной селитры, а как результат этого — пожар или взрыв.

Перегревы в местах соприкосновения ванн с электронагревательным прибором также могут быть причиной прогорания стенок ванны. Местные перегревы ванн вызывают, кроме того, разложение селитры с выделением кислорода, который окисляет нагретые стенки и ускоряет их прогар. Наряду с этим неравномерный прогрев вызывает трещины сварных швов.

На одном из заводов произошел пожар в результате прогара селитровой ванны с огневым обогревом. При разливе содержимого ванны происходили интенсивные вспышки и взрывы в результате соединения селитры с сажей в обогревательных каналах и с органическими отходами на полу цеха.

Особенно опасным процессом является обработка в селитровых ваннах магниевых сплавов, так как взаимодействие селитры с магниевыми сплавами происходит уже при обычных температурах работы ванн. При соприкосновении селитры, нагретой до температуры $500\text{--}550^{\circ}\text{C}$, с магнием возможны взрывы.

Необходимо иметь в виду то, что при расплавлении в ванне соли объем последней увеличивается и это может быть причиной переливания селитры через края ванны. Нагревание же ванны при наличии застывшей массы на поверхности селитры в виде твердого слоя может закончиться взрывоподобным выбросом соли и пожаром.

Если селитра кипит, то ее пары осаждаются в виде белого порошка на стенах здания, на оборудовании и одежде рабочих. При неосторожном обращении с огнем одежда рабочих может загореться.

Пожарно-профилактические мероприятия

Пожарно-профилактические мероприятия должны быть направлены на устранение возможности образования горючей среды или уменьшение ее, исключение возможности самовоспламенения паров и масел, локализацию начавшегося пожара. Для этого надо улавливать выделяющиеся пары и продукты разложения масел, предупреждать скапливание конденсата на строительных конструкциях, устраивать приспособления, предупреждающие проливание масла, и применять негорючие закалочные жидкости.

Для улавливания выделяющихся паров и продуктов разложения закалочных горючих жидкостей необходимо обеспечить ванны бортовым отсосом. В отдельных случаях, при более круп-

ных ваннах, бортовой отсос может сочетаться с воздушным дутьем, обеспечивающим сдув паров (в сторону бортового отсоса) и исключаящим образование и выпадение конденсата на конструкциях (рис. 88).

Воздухообмен должен исключить возможность образования горючих паров над поверхностью жидкости и в воздуховодах. Наряду с этим необходимо проветривать помещения и удалять конденсат с конструкций (обтирать тряпками или смывать сильными водяными струями).

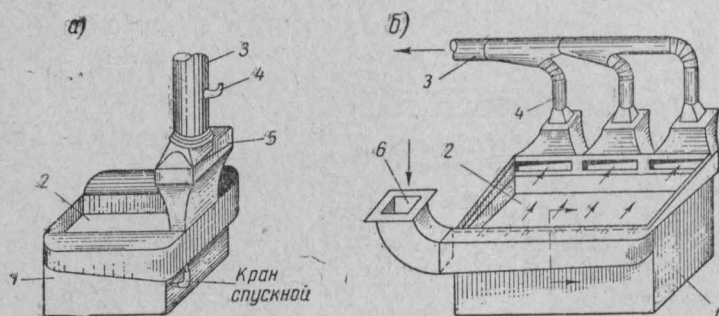


Рис. 88. Схема местной вентиляции и горизонтальной воздушной завесы под закалочной ванной:

а — бортовой отсос; б — горизонтальный сдув с отсосом; 1 — ванны; 2 — масло; 3 — трубопроводы отсоса; 4 — дроссель-клапаны; 5 — сепаратор; 6 — трубопровод сдувания (подачи) воздуха.

Наиболее эффективным мероприятием является применение жидкостей с высокой температурой воспламенения или негорючих растворов. В частности, для закалки иногда применяют коллоидный раствор, получаемый настаиванием в воде водорослей.

Испытания, проведенные в ЦНИИТМАШ, показали, что эта жидкость не создает дымовых газов, маслянистой грязи и т. п. На одном из заводов вместо масла используется водный раствор глины. Весьма целесообразным является изыскание негорючих закалочных жидкостей или новых методов закалки с применением водных растворов.

В настоящее время многие предприятия заменяют тяжелый и пожароопасный способ термической обработки металлов закалкой в масляных ваннах — способом закалки токами высокой частоты. Высокочастотная закалка представляет значительно меньшую пожарную опасность, так как в качестве охлаждающей среды в большинстве случаев можно применять не горючие жидкости, а воду или негорючий водный раствор глицина.

Этот способ обеспечивает поверхностную закалку и дает возможность сочетать прочную изнosoустойчивую поверхность дета-

ли с сохранением вязкой сердцевины. Самый процесс закалки в корне изменяется. Нет необходимости в специальных печах и в особых термических цехах. Поверхностный нагрев изделия осуществляется в электромагнитном поле токов высокой частоты.

Электрозакалка позволяет осуществлять поточные процессы механической и термической обработки. Новые кузнечно-прессовые автоматические цехи, созданные под руководством В. П. Вологодина, также являются безопасными в пожарном отношении, так как термическая обработка поковок производится в среде тумана, а мазутные печи заменены электропечами высокой частоты.

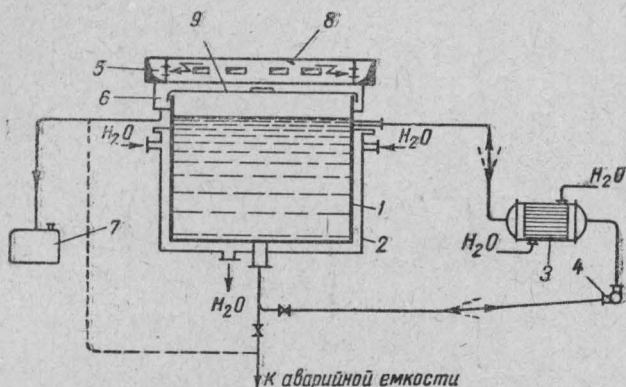


Рис. 89. Схема охлаждения масляной закалочной ванны:

1 — корпус ванны; 2 — корпус (кожух) водяной рубашки; 3 — холодильник поверхностного типа; 4 — циркуляционный насос; 5 — коробка вытяжной вентиляции; 6 — бортовые лотки; 7 — емкость для переливания масла; 8 — переливание масла в аварийную емкость при отсутствии емкости 7; 9 — крышка ванны.

Наряду с этим, учитывая взрывоопасность селитровых ванн и другие их недостатки, инженеры П. И. Тевис и С. Д. Белов на одном из заводов сконструировали и внедрили безопасный в пожарном отношении агрегат ЭТА-2, заменяющий селитровые ванны. Этот агрегат обеспечивает термическую обработку некоторых сплавов бесселитровым методом.

Для того чтобы предотвратить возможность воспламенения закалочных жидкостей, необходимо их охлаждать, следить за температурой, быстро погружать изделия в масло, быстро извлекать крупные изделия из ванны.

Масло в момент закалки можно охлаждать проточной водой, циркулирующей в рубашке, и, кроме того, механическим перемешиванием. Этим достигаются снижение температуры верхних, наиболее нагретых его слоев и создание замкнутой системы циркуляции масла через мощные водяные холодильники с механическим побудителем (рис. 89).

Наиболее эффективным является последний способ, поэтому он и применяется при более крупных ваннах. Максимальная температура должна быть ниже температуры вспышки паров горючих жидкостей на 60—70° С.

Во избежание перегрева жидкости в процессе закалки объем масла в литрах должен в 10—12 раз превышать вес закаливаемых изделий, исчисляемый в килограммах.

Возможность воспламенения паров масла зависит в первую очередь от времени соприкосновения их с разогретой поверхностью и ее температуры. Погружение раскаленного изделия в масло почти всегда сопровождается вспышкой его паров. Но вспышка прекращается при полном погружении изделия, если ванна не перегрета. Поэтому чем выше температура закаливаемого изделия, тем оно быстрее должно погружаться в масло. Допускаемые скорости погружения, предельные количества одновременно закаливаемых изделий, начальные и предельные температуры масла обычно указываются в технологической инструкции.

Предотвратить загорание масла при его соприкосновении с поверхностью нагретого изделия можно подводом негорючего газа, который подается при этом в ванну под поверхностью масла. Подача газа начинается перед загрузкой детали в ванну и продолжается до полного ее погружения.

Для изделий, требующих температуры отпуска выше 250° С, применение масла в качестве жидкости недопустимо. В этих случаях необходимо применять селитру, свинец или соли.

Для локализации возможного пожара или аварии по периметру закалочных ванн с применением масел и селитры предусматривается устройство бортов, которые не дадут разливаться расплавленной соли или маслу за габариты ванны.

Для слива расплавленной соли в случае прогорания стенок ванны предусматривается аварийная емкость (см. рис. 93), которую надо содержать в чистоте. Масляные ванны большой емкости также обеспечивают аварийными резервуарами, расположенными вне помещения, и дистанционным приводом для спуска. Во избежание выброса масла при закалке из ванны периодически удаляют воду (на дне ее делают сливной кран).

Для тушения масла в ванне необходимо предусмотреть подачу пены, углекислого газа и устройство сверху плотно закрывающихся крышек.

Крупные маслозакалочные ванны обычно оборудуют стационарной пенной установкой. Хорошие результаты дает и воздушнопенная установка. Одновременно с этим ЦНИИПО рекомендует углекислотные огнетушители из расчета один 40-литровый баллон на 2—3 м² поверхности ванны.

При проектировании цехи горячей и термической обработки выделяют в особую группу (зону).

Термические цехи располагаются:

а) в здании механосборочного цеха в отдельном помещении или пролете (централизованные термические);

б) в отдельно стоящем здании

Полы в термических цехах должны быть несгораемыми и удобными для быстрого ремонта и мытья.

Рекомендуется полы устраивать из естественного камня, клинкера, шлаковых литых камней и т. п. При использовании селитровых ванн особое внимание обращается на защиту их от попадания влаги и органических веществ. Для этого ванны располагают там, где исключается всякая возможность попадания в них атмосферных и почвенных вод (через окна, фонари, пол и стены). Ванны возвышаются над уровнем пола на 15—20 см. Строительные конструкции утепляются для того, чтобы не образовался капельный конденсат.

Перед добавлением в ванну свежую селитру сушат. Ручные и воздушные подъемники, проходящие над ваннами, не должны смазываться маслом. Поступающие на закалку изделия надо хорошо зачищать. Поблизости не должно быть никаких сгораемых предметов.

Во избежание неравномерного нагрева и прогара стенок ванны обогревают электричеством. При внешнем обогреве нагревательные спирали располагают по боковым поверхностям, так как при нижнем обогреве вследствие неравномерного отложения примесей на днище могут быть местные перегревы. Не реже одного раза в три недели необходимо производить очистку ванны от шлака.

Для устранения местных перегревов предусматриваются внутренних подогрев жидкостей в ванне и автоматическое регулирование температуры.

Обычно электрическая схема ванн предусматривает несколько видов защиты, в частности: защиту от коротких замыканий фаз на землю и между собой, от замыкания фаз на корпус ванн (с помощью трубчатых предохранителей и реле), максимальную защиту фаз от повышения тока, термоограничительную защиту, автоматическое регулирование температуры и т. п.

После достижения температуры 420—450°С автоматический регулятор разорвет цепь питания катушки контакторов и отключит нагреватели, вследствие чего ванна начнет остывать. При снижении температуры ниже установленной регулятор вновь включит нагреватели ванны. Этим самым в ванне поддерживается температура в заданных пределах.

Для того чтобы не перегорали стенки ванны, ее делают из специальных сплавов, не дающих при перегреве реакции с селитрой. Кроме этого, устраиваются двойные стенки.

Закалочные ванны не следует наполнять полностью селитрой, так как при расплавлении объем ее увеличивается. Перед расплавлением застывшей массы селитры необходимо дробить

верхнюю твердую корку. Селитру не следует хранить в деревянных ящиках, бочках или мешках во избежание образования взрывчатых соединений.

Химико-термическая обработка изделий и эксплуатация электроводородных печей также представляют известную пожарную опасность. При химико-термической обработке изделий из металла (цементация, цианирование, азотирование, алитирование, силицирование и пр.) для предупреждения окисления их поверхностей применяют печи, в рабочее пространство которых вводят водород, генераторный газ, азот, аммиак, продукты пиролиза керосина и т. п.

Газовая цементация производится в муфельных, ретортных или шахтных печах при температуре $900-930^{\circ}\text{C}$ в среде паров бензола, пиробензола, керосина и пр.

Газовое цианирование производится в среде тех же цементующих паров в присутствии аммиака. Азотирование стали производится в печах при температуре $560-620^{\circ}\text{C}$ в среде аммиака с добавлением анилина, нитробензола и пр.

Таким образом, все эти процессы происходят в присутствии горючих паров или газов, что при нарушении технологического режима может привести к образованию взрывоопасных смесей.

Для того чтобы устранить выход газов в помещение и предотвратить возможность проникновения воздуха в рабочее пространство печей (что может быть причиной образования взрывоопасных смесей), их устраивают герметичными. В конвейерных печах, где трудно обеспечить герметичность, применяют менее опасные защитные газы, получаемые пиролизом керосина.

Установки для получения защитной среды (аппаратура для пиролиза керосина и других жидкостей, диссоциаторы аммиака и т. п.) располагают в отдельных изолированных помещениях. Во избежание взрыва пиролизного газа печи до начала работы продувают.

В электроводородных печах нагревательным элементом является молибденовая спираль. Питание печей водородом обычно производится из баллонов, которые должны находиться не ближе 10 м от печей или в изолированном помещении.

Эксплуатация таких печей связана с применением большого количества водорода, а иногда аммиака и представляет значительную опасность (особенно в периоды разогрева и загрузки печи деталями).

Во избежание образования взрывоопасных концентраций и взрывов разогревать электроводородные печи надо только после предварительной их продувки, а также продувки всей системы. Прекратить продувку и включить спираль на нагрев можно только в том случае, если при зажигании пробы, взятой из печи в конце продувки, не будет хлопка. Загрузка деталей должна производиться с максимальной быстротой в течение 15—20 секунд. Это важно для того, чтобы исключить возможность за-

сасывания большого количества воздуха в печь и образования взрывоопасной концентрации в момент загрузки.

При загрузке и очистке печи, разливе металла и ремонтных операциях необходимо предварительно отключить ток. Целесообразно устройство электроблокировки загрузочной дверцы, автоматически выключающей ток при ее открывании.

Глава XVI

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ЦЕХАХ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Общие сведения

Цехи горячей обработки придают металлу необходимую форму нагреванием и воздействием прессов, молотов, обжимов, прокатных станков, блюмингов и т. п. Например, листовая сталь, проволока, рельсы, балки, трубы, фасонная сталь получают прокаткой раскаленных болванок на специальных прокатных станках.

Болванки, предназначенные для проката, предварительно нагревают в печах. Обогрев печей производится углем, газом, мазутом, а также электрическим током. Наибольшее распространение получили печи, работающие на жидком и газообразном топливе, а также электропечи.

Пожарная опасность цехов горячей обработки металлов

Особенностью цехов горячей обработки металлов является то, что из печей выбрасывается значительное количество копоти и сажи, которые оседают на строительных конструкциях и внутри вентиляционных каналов, в результате чего последние могут явиться путями распространения пожара. В старых цехах часто встречаются высохшие и покрытые копотью сгораемые строительные конструкции. Под воздействием искр или сильного нагрева от теплоизлучения печей возможно загорание таких конструкций.

При использовании в качестве топлива мазута, который полностью сгорает и оказывает избыточное давление, печи интенсивно выбрасывают искры и даже пламя через загрузочные отверстия. Так как в этих цехах постоянно существуют сильно восходящие воздушные потоки, то искры, выбрасываемые из печей, подхватываются ими и могут достигнуть конструктивных элементов, а также вызвать загорание сажи и сгораемых частей здания. Следовательно, сильные воздушные потоки способствуют не только возникновению пожара, но и его распространению.

Неплотности газовых и жидкостных коммуникаций содействуют утечке газа и жидкости, что при наличии открытого огня в

печах создает угрозу возникновения пожара или взрыва. Если жидкость в форсунки печей подается под давлением, то повреждение трубопроводов вызовет интенсивное ее фонтанирование. Жидкость может воспламениться от открытого огня форсунок или раскаленных поверхностей. При этом пожар получит большое распространение, так как прекращение подачи топлива происходит не сразу.

При неправильной растопке печей на жидком и газообразном топливе возможны взрывы в рабочем их пространстве. Основные причины взрывов: утечка топлива через неплотно закрытые или неисправные форсунки в топку до начала разжигания, преждевременное открывание вентиля форсунки до подачи в топку источника воспламенения, несвоевременное воспламенение топлива, наличие в топке продуктов неполного сгорания топлива, внезапный обрыв факела пламени.

Опасность представляют также помещения, в которых располагаются топливные насосы и вентили. Здесь через неплотности насосов и вентиля может произойти утечка жидкого топлива.

Пожарно-профилактические мероприятия

Поскольку в цехах имеется открытый огонь в рабочем пространстве печей, основные мероприятия должны быть направлены на устранение возможности образования горючей среды. Для этого необходимо расходные баки с жидким топливом располагать снаружи здания или в изолированных помещениях, отделенных от цеха несгораемыми стенами и перекрытием.

Расходные баки выполняются закрытыми и имеют специальное оборудование: дыхательную трубу с огнепреградителями; переливной и сливной трубопроводы, ведущие в специальный подземный сборник, расположенный не ближе 5 м от стен здания, не имеющих проемов; поплавковый указатель уровня и запорные вентили на трубопроводах, расположенные в доступных местах на высоте не более 1,5 м от пола. Напорные баки оборудуются также устройством, исключающим их переполнение за счет отключения электронасосов при достижении в баке определенного (максимально допустимого) уровня.

Трубопроводы необходимо защитить от ударов и механических повреждений. Магистральные трубопроводы для этой цели располагают в каналах. На трубопроводах устанавливают промежуточные вентили, которые в случае аварии или пожара обеспечивают возможность выключения отдельных участков.

Во избежание прорыва значительного количества жидкости в цех при механических повреждениях трубопроводов их целесообразно обеспечивать автоматическими клапанами (нефтепрерывателями).

Для обслуживания отдельных печей имеется нефтепрерыва-

тель системы Ягунова. Однако нефтепрерыватели ввиду их сложности пока не получили широкого распространения.

Для того чтобы не прерывалась и не накапливалась горючая жидкость в топке при открывании мазутных паровых форсунок, вначале пускается пар, а затем мазут. При остановке форсунок, наоборот, сначала перекрывается подача мазута, а потом пара.

Для того чтобы жидкое топливо не разливалось около печей, перед форсунками следует устанавливать противни с песком. В целях безопасности применяют электрозажигание нефтяных печей. При этом вначале через форсунку на под печи выпускают незначительное количество нефти, а затем включают электрический ток, и нефть воспламеняется от накала спирали. После розжига электрозапал выводят из отверстия, которое затем закрывается заслонкой.

Во всех случаях розжиг печи должен производиться в соответствии с инструкцией, которой предусматривается последовательность операций пуска в зависимости от конструкции печи и вида топлива. При розжиге печей факелом внесение его должно предшествовать подаче топлива. В процессе эксплуатации печей необходимо исключить возможность затухания (обрыва) факела. При этом главным является непрерывность в подаче топлива и дутья.

Насосные отделения располагают в изолированных помещениях, оборудованных вентиляцией и освещением. Осветительная арматура должна быть герметически закрытой. Помещения, в которых установлены насосы и вентили, должны иметь первичные средства пожаротушения (густопенные огнетушители, ящики с песком и лопаты).

При пуске и эксплуатации печей, работающих на газе, основное внимание обращается на исключение условий, способствующих образованию взрывоопасных смесей газа с воздухом в печи, воздуховодах и помещениях. В связи с этим газовые переводные клапаны, устанавливаемые около печей, рекомендуется применять только с водяными затворами. Газ пускать в печь можно только после проветривания топки и камеры печи и установления хорошей тяги. В целях предотвращения хлопков скорость выхода горючей смеси газа из горелок должна быть больше, чем скорость горения этой смеси. При использовании горелок с принудительным дутьем на воздуховодах перед каждой печью, а при больших диаметрах их перед каждой горелкой устанавливают автоматически действующие обратные клапаны. Для удаления взрывоопасных смесей из воздухопроводов на их концах у каждой печи устанавливают продувочные свечи. Продувку следует производить после каждой остановки вентилятора. Вентилятор приводят в действие при закрытых задвижках у горелок, и только после того, как он начинает работать с полным числом оборотов, подается воздух.

Дымовые трубы печей рекомендуется оборудовать искроуловителями. Если дымовые трубы проходят через сгораемые и трудносгораемые покрытия или ограждения, то устраиваются противопожарные разделки при температуре труб до 200° С не менее 38 см и при температуре выше 200° С — не менее 50 см от наружной поверхности трубы до сгораемых элементов конструкций.

Трубы с температурой поверхности наружных стенок от 80 до 200° С должны отстоять от сгораемых конструкций и аппаратов на расстоянии не менее 0,5 м, а от трудносгораемых — на 0,25 м, при температуре выше 200° С соответственно не менее чем на 1 и 0,5 м.

В чугунолитейных, сталелитейных и цехах горячей обработки металлов особое внимание следует обращать на исправность и соответствие электрооборудования категории производства, на защиту его от механических повреждений и попадания брызг расплавленного металла. В этих цехах применяют электрооборудование только закрытого или защищенного типа.

В местах, где возможны механические повреждения, электрическая проводка заключается в газовые трубы. Степень огнестойкости зданий должна соответствовать производствам категории Г.

Глава XVII

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ЦЕХАХ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Пожарная опасность основных процессов холодной обработки металлов и профилактические мероприятия

В процессе холодной обработки металлов в этих цехах, наряду с негорючим сырьем и смазочно-охлаждающими жидкостями, широкое применение имеют различные растворители для промывки изделий, масла для смазки станков и обрабатываемых деталей, упаковочный материал, промасленная бумага, деревянная тара и т. п.

Наиболее пожароопасными являются процессы промывки и обезжиривания деталей, так как для этих целей используют бензин и другие растворители. Однако при указанных операциях пожары, в основном, возникают вследствие нарушения противопожарного режима.

Вторым наиболее пожароопасным участком являются цеховые кладовые масел и обтирочных материалов, так как промасленные обтирочные материалы, особенно пропитанные растительными маслами, легко самовозгораются. Поэтому обтирочные материалы необходимо собирать в металлические ящики с плотно закрывающимися крышками, а тряпки, пропитанные рас-

тительными маслами, целесообразно заливать водой и ежедневно убирать из цеха. Совместное хранение масел и обтирочных материалов недопустимо. Масла обычно хранят в бочках или бидонах в цеховых кладовых, а при небольших количествах (в пределах суточной потребности) — в самих цехах, в металлических шкафах. Таким же образом хранят и отработанные масла. Цеховые кладовые масел размещают у наружных стен здания, отделяют от цеха негоряемыми стенами и обеспечивают непосредственным выходом наружу.

Пожары в цехах холодной обработки могут возникнуть также из-за неисправности или повреждения электрооборудования,

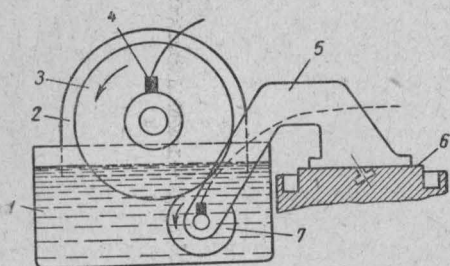


Рис. 90. Схема станка для электроискрового шлифования в ванне:

1 — ванна с жидкостью; 2 — брызгозащитный кожух; 3 — дисковый электрод-инструмент; 4 — скользящий контакт; 5 — выносной кронштейн; 6 — стол с продольным перемещением; 7 — обрабатываемая деталь.

нарушения режима сварочных работ, горения подшипников (в результате их плохой смазки) и ремней трансмиссии (при плохой натяжке), самовозгорания промасленной одежды, опилок и т. п. Самовозгорание может произойти в том случае, если тряпки и опилки пропитаны растительными, животными или плохо очищенными минеральными маслами и скапливаются на полу, в ящиках, шкафах, в карманах спецодежды и т. п.

Электроискровая и электрохимическая обработка металлов. Процессы электрохимической обработки металлов основаны на анодно-эрозионном разрушении контактных поверхностей металла при искровом разряде. Этот метод, разработанный советскими учеными, применяется для заточки инструмента, резания металлов, полировки, шлифовки (рис. 90), гравирования, сверления и т. п.

При электроискровой обработке металлов происходит направленное перенесение материала электродов под действием электрического разряда. Указанный процесс осуществляется в жидкой среде — в керосине или в масле. Пожарная опасность этого метода заключается в применении горючих жидкостей, которые при нарушении технологического режима могут воспламениться от искровых разрядов.

Чтобы предупредить возможность загорания применяемой жидкости от искрового разряда, необходимо обрабатываемую деталь погружать так, чтобы слой жидкости над ее поверхностью был не менее 5—6 см.

Масло не должно перегреваться свыше 60° С. В случае перегрева жидкости работу надо приостановить, а ток — выключить.

чить. Для отсоса выделяющихся паров установки снабжают бортовым отсосом.

Чтобы исключить возможность вспышки паров и загорания жидкости, пульт и электроискровая установка имеют блокировку, которая отключает напряжение при подъеме инструмента. Применяя в качестве жидкой среды керосин, надо оборудовать ванну плотно закрывающимися крышками, обеспечивающими ликвидацию возможного загорания. Установка должна иметь химические средства тушения.

В процессе электрополировки металла в ваннах в качестве электролитов используют различные кислоты (фосфорную, серную, фторо-борную, хромовую и другие), а при анодно-механическом шлифовании — жидкое стекло. Следовательно, эти процессы связаны с применением негорючих жидкостей и особой пожарной опасности не представляют.

Цехи металлопокрытий. На машиностроительных заводах широкое распространение получили различные процессы металлопокрытий: хромирование, меднение, никелирование, цинкование, кадмирование, свинцование, латунирование, железнение, серебрение и т. п.

При этих процессах выделяются ядовитые и во многих случаях пожароопасные пары и газы. В целях безопасности у нас изготовлены автоматы и полуавтоматы, при помощи которых загрузка и выгрузка деталей производятся механически.

Многие электрические процессы (никелирование, меднение, хромирование, электролитическое обезжиривание, травление металлов) сопровождаются выделением значительного количества свободного водорода, что сопряжено с возможностью образования взрывоопасных концентраций. Количество выделяемого водорода зависит от производительности ванн и плотности электротока на единицу поверхности покрываемого изделия. В процессе хромирования применяют различные соединения хрома, которые являются сильными окислителями и могут вызвать воспламенение горючих веществ.

Электролитическое цинкование и другие гальванические процессы, требующие применения цианистых солей, представляют собой опасность ввиду возможности воспламенения выделяющихся паров синильной кислоты. Пожарная опасность таких цехов связана также с наличием сложной системы электрохозяйства и большого количества различных пожароопасных веществ (сильные окислители, растворители и т. п.). Многие из этих веществ представляют опасность при взаимном контакте. Основное внимание в этих цехах должно быть обращено на правильный монтаж, эксплуатацию электрооборудования и вентиляции, а также хранение пожароопасных веществ.

Процессы, сопровождающиеся выделением вредных паров и газов, должны протекать в изолированных помещениях при на-

личии бортовых отсосов от ванн, обеспечивающих удаление паров и газов непосредственно с поверхности жидкости.

Ванны, в которых применяются легковоспламеняющиеся жидкости (процесс обезжиривания), должны иметь плотно закрывающиеся крышки и выполняться из материалов, не выделяющих искр при ударах. Остальные мероприятия — такие же, как для цехов с применением ЛВЖ.

Газовая металлизация связана с применением ацетилена, поэтому здесь необходимо соблюдать все противопожарные требования, вытекающие из наличия взрывоопасного газа. Генераторы должны устанавливаться в изолированном помещении.

Бензин и керосин, применяемые в цехах или мастерских для промывки (обезжиривания) металлических деталей, надо хранить в отдельных помещениях (не более суточной потребности), в закрытых металлических бидонах со сливным устройством для розлива, оборудованных огнепреградителем.

При расходе этих жидкостей в количестве более 100 кг в сутки бочки устанавливают в изолированном помещении и снабжают раздаточными кранами и огнепреградителями.

Раздача жидкостей ручным насосом не допускается. Она должна производиться только через краник, под которым устанавливается противень или сосуд. Над местом хранения устраивается естественная вытяжка.

Место для промывки деталей выбирается вблизи окон. Противень, применяемый для этих целей, не должен давать течь. После окончания работы все противни надо освобождать от растворителей. Бензин и керосин, использованные для промывки, сливаются в специальные металлические сосуды, которые после работы выносятся из цеха.

Для промывки больших деталей используют специальные промывочные ванны с бензином или керосином. Их устанавливают в отдельное, изолированное помещение I и II степеней огнестойкости, связанное с механическим цехом выходом, оборудованным трудно сгораемыми дверями, с пределом огнестойкости не ниже 1 часа. Ванны обеспечивают плотно закрывающимися крышками и местным отсосом (с механическим побудителем), исключающим попадание паров растворителей в помещение. Загрузка ванн растворителями должна производиться самотеком из напорных баков, установленных вне помещения промывки, или насосами. Для слива жидкостей из ванн после работы устраивают сливные трубы и подземные емкости, расположенные вне помещения цеха.

Наиболее безопасным способом является обезжиривание деталей с помощью щелочных растворов.

Освещение в промывочных помещениях допускается только взрывозащищенного исполнения или наружное — кососветами, отопление должно быть центральным.

В слесарных и ремонтно-механических мастерских следует

тщательно следить за чистотой, систематически убирать помещения, рабочие места и станки. Следует проверять ящики станков, паропроводы и батареи центрального отопления, шкафчики и другие места, чтобы там не было промасленных тряпок и других горючих материалов.

Промасленная ветошь и обтирочные концы не должны выбрасываться вместе с металлической стружкой и опилками на свалку. Обтирочные материалы с приставшей к ним металлической пылью следует складывать в отдельные металлические ящики с герметическими крышками и по окончании работ удалять из цеха.

Если полы в мастерских деревянные, то они должны быть беспустотными, плотными и без щелей, во избежание скопления под ними промасленных тряпок и горючего мусора. Степень огнестойкости зданий выбирается в соответствии с Н 102—54.

Цехи и мастерские холодной обработки металлов обеспечиваются средствами пожаротушения в соответствии с нормами ГУПО.

Пожарная опасность и профилактические мероприятия при обработке магниевых сплавов

Особую опасность магниевые сплавы представляют в измельченном состоянии и в виде промасленной стружки. Пыль магниевых сплавов может загораться даже от искры. Пыль и стружка магния и его сплавов при наличии остатков смазочных масел могут самовозгораться.

На одном из заводов пожар возник в ящике с электронными стружками, установленном в деревянном тамбуре цеха. В момент тушения электрона огнетушителями и водой из пожарного крана произошло несколько хлопков и выбросов пламени, в результате чего загорелся деревянный тамбур, и огонь перешел на сгораемое, утепленное торфяной крошкой покрытие.

Еще более опасна влажная пыль. Горение увлажненной магниевой пыли протекает чрезвычайно интенсивно и носит характер взрыва.

Опасность обработки магниевых сплавов заключается в том, что образующиеся при этом мелкие стружки и пыль легко могут загореться от искр или трения.

Возможно также воспламенение наэлектризованной пыли, скапливающейся на стенках отсасывающих трубопроводов. Электризация пыли может произойти и вследствие трения при работе шлифовальных станков.

Опасность взрывов представляют и пылеулавливающие установки с водяным орошением (водяные фильтры). В случае накопления магниевой пыли на поверхности воды и плохой вентиляции фильтров, в них возможно появление взрывоопасных концентраций водорода.

Во избежание загорания стружки и пыли магниевых сплавов, механическая обработка их должна вестись острым и правильно заточенным инструментом с малым трением.

При обработке изделий на токарном, фрезерном, строгальном и других станках и при глубоком сверлении изделие охлаждается маслом или обдувается струей сжатого воздуха (с целью непрерывного удаления стружки). Охлаждать обрабатываемое изделие из магниевых сплавов водой нельзя, так как она может разложиться и выделить водород.

Необходимо свести к минимуму возможность искрообразования на шлифовальных станках. Для этого кожухи станков и воздухопроводы вентиляционной системы, а также подручники выполняются из металлов, которые при ударе не высекают искры. От шлифовальных станков должна отсасываться мелкая пыль.

При шлифовании с охлаждением необходимо применять масло с температурой вспышки паров не ниже 180°C . Шлифование с применением воды допустимо только при подаче ее в большом количестве, чтобы вся пыль смывалась и поступала в специальный приемник. Сначала пускают воду, а потом включают станок. Электрооборудование станков и цеха в целом допускается только во взрывозащищенном исполнении.

Для того чтобы в воздухопроводы и пылеприемники не попадали крупные стружки и отходы, пылеприемники следует оборудовать решетками и периодически очищать их.

Полы в цехах, где производится обработка магниевых сплавов, должны быть из клинкера или каменных плит. Цементные и бетонные полы недопустимы. Горение на цементном или бетонном полу магниевых сплавов может вызвать разрушение цемента или бетона, взрыв и разбрызгивание горящего металла. Каналы в полу должны быть плотно закрыты, чтобы в них не попали магниевые стружки и пыль.

При обработке магниевых сплавов, кроме систематической уборки помещения и удаления пыли с оборудования, необходима вентиляция с многократным воздухообменом. Вентиляционная установка должна выключаться за 20—30 мин. до начала работы. Все элементы вытяжной установки для удаления магниевого пыли, особенно ротор вентилятора, выполняются из материалов, не высекающих искр.

Воздух перед поступлением в вентилятор очищается от взрывоопасной магневой пыли в специальных фильтрах. Схема устройства отсоса электронной пыли по указанному принципу показана на рис. 91.

Магниевые сплавы в виде стружек, опилок и пыли до брикетирования и переплавки надо хранить в плотно закрытой металлической таре, в помещениях, где нет горючих материалов. Сухую, сырую и загрязненную стружку следует хранить в отдельных ящиках. Особенно опасно хранение сырой стружки. Плавка сплавов магния производится в тиглях, смонтированных в печи под слоем флюса, состоящего, например, из 60—65% хлористого магния и 35—40% хлористого натрия. Флюсы изолируют

ют магний от контакта с воздухом или влагой и предотвращают возможность его воспламенения. Во избежание взрыва флюсы перед использованием просушивают при температуре 150—180°C.

В процессе плавления сплава в тиглях возможны взрывы при:

- 1) прогорании тигля и попадании металла в шахту печи;
- 2) недоброкачества флюса или его отсутствию;
- 3) погружении в жидкий металл холодной или влажной шихты и т. п.

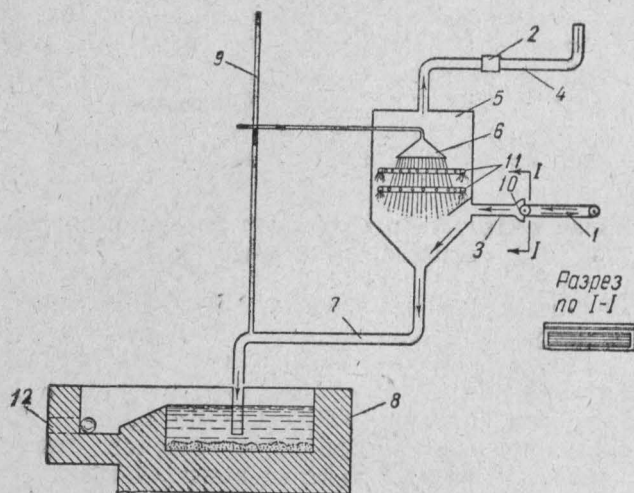


Рис. 91. Схема отсоса электронной пыли от шлифовального станка:

1 — ленточная шлифовальная машина; 2 — вентилятор; 3, 4 — отсасывающий воздухопровод; 5 — пылесборник; 6 — душ для осаждения пыли; 7 — сливная труба; 8 — отстойник; 9 — вытяжная труба; 10 — отсасывающий кожух; 11 — кольцевые дырчатые трубы; 12 — труба для отвода воды.

При попадании больших масс металла в шахту печи давление и температура резко повышаются и может произойти взрыв. Весьма важно своевременно обнаружить начавшуюся течь. Для этого в печах делают смотровые отверстия. Появление желтых паров флюса или белого дыма окиси магния указывает на начавшуюся течь тигля. Печи оборудуют аварийным сливом для отвода вытекшего из тиглей сплава магния. Чтобы предотвратить реакции между расплавленным металлом и влагой формы, в формовочные и стержневые смеси вводят различные присадки.

Для термической обработки магниевых сплавов наиболее безопасны печи с электронагревом и принудительной циркуляцией воздуха. Обогащение атмосферы 1% сернистого газа предотвращает загорание сплавов. В закалочных ваннах в качестве среды применяют расплавленные безводные соли хрома, калия и натрия. При применении селитры и цианистых соединений возможны загорания и взрывы. В вакуумных печах загоревшиеся дета-

ли можно потушить максимальным увеличением вакуума. При разрежении, равном 100 мм рт. ст. и ниже, магний уже не горит. При сварке магниевых сплавов детали предварительно равномерно нагревают до 300—375° С. Для сварки, как и для плавки, применяют специальные флюсы.

Спецодежда рабочих, занятых обработкой магниевых сплавов, должна быть пропитана огнезащитными растворами (пропитку необходимо повторять после каждой стирки одежды). Локализовать горение магниевых сплавов можно сухим песком, формовочной смесью для магниевого литья, которая содержит около 8 % фтористого присадка. Тушить эти сплавы можно растворами фосфорно-аммонийных солей и даже обильными струями воды, хотя в последнем случае будут хлопки при попадании воды на горящие сплавы. Густое минеральное масло может тушить небольшие очаги горящего магния.

Пожарная опасность и профилактические мероприятия при сварочных работах

На машиностроительных заводах исключительно широкое применение получили различные способы сварки и резки металлов и, в частности, электросварка — атомноводородная и газовая. В качестве горючих газов при газовой сварке и резке металлов применяют ацетилен, водород, коксовый газ, пропан-бутановые смеси, природные газы, пары керосина, бензина и др. Из них наибольшее распространение имеет ацетилен.

Таким образом, при сварке и резке металлов приходится иметь дело с электрическим током разного напряжения и силы, с горючими газами, легковоспламеняющимися жидкостями, приборами и сосудами, работающими под высоким давлением и сильными источниками тепла в виде электрической дуги и газосварочного пламени.

Нарушение правил эксплуатации сварочных установок может привести к ожогам, поражениям электрическим током, пожарам, взрывам и т. п.

Рассмотрим особенности пожарной безопасности при различных способах сварки и резки металлов.

Электросварка. Электросварка бывает двух видов: дуговая и контактная. В настоящее время широко применяется автоматическая электродуговая сварка под защитой флюсов, изобретенная советскими учеными во главе с академиком Е. О. Патоном. Одним из передовых, наиболее эффективных методов дуговой сварки является сварка трехфазной дугой. Позднее советскими инженерами Г. П. Михайловым и Н. Г. Чунжиным была создана автоматическая сварка трехфазной дугой.

При ручной электрической сварке (рис. 92) один полюс электросварочной машины присоединяется с помощью провода к свариваемому изделию, а другой — к электродержателю, в котором

зажат металлический электрод. В результате такого соединения электрическая дуга в процессе сварки горит между электродом и сварочным изделием, и под ее воздействием происходят местное расплавление изделия, конца электрода и сварка металла.

Сварка трехфазной дугой (рис. 93) выполняется одновременно двумя изолированными друг от друга металлическими электродами, вставленными в электродержатель. При этом две фазы тока подводятся к электродам, а третья — к свариваемому изделию, в результате чего одновременно горят три дуги: первая — между электродом 1 и изделием, вторая — между электродом 2 и тем же изделием, третья — между самими электродами.

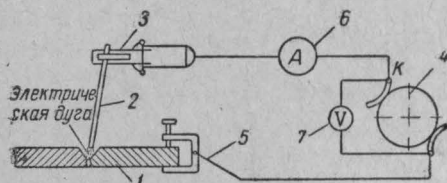


Рис. 92. Схема ручной электродуговой сварки металлическим электродом:

1 — свариваемое изделие; 2 — металлический электрод; 3 — электродержатель; 4 — сварочная машина; 5 — провода; 6 — амперметр; 7 — вольтметр.

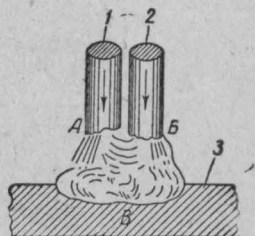


Рис. 93. Трехфазная электрическая дуга:

1, 2 — металлические электроды; 3 — свариваемое изделие.

Автоматическая сварка под слоем флюса по методу академика Е. О. Патона (рис. 94) выполняется по следующей схеме: тележка во время сварки перемещается с определенной скоростью по рельсам вдоль сварного шва при помощи электродвигателя. В тележке расположена кассета, на катушке которой находится электродная проволока. Во время работы установки электродная проволока автоматически подается к месту сварки с помощью головки. На тележке закреплен бункер, из которого к месту сварки подается гранулированный флюс. Свариваемое изделие укладывается на стенд. Электрический ток подается на изделие и к мундштуку сварочной головки. Во время сварки электрическая дуга горит между концом проволоки и изделием под слоем флюса внутри шлаковой оболочки, заполненной парами и газами.

Таким образом, при сварке под флюсом электрическая дуга закрыта, что устраняет возможность разбрызгивания расплавленного металла и шлака. Этот метод, по сравнению с остальными, менее пожароопасен. При других методах электросварки и резки металлов открытой дугой пожарная опасность увеличивается, так как разбрызгиваются расплавленный металл и шлак.

Особенно опасна электросварка и резка металлов при сильном ветре или сквозняке, когда брызги расплавленного металла относятся на значительное расстояние и могут попасть на дерево, стружки и другие легковоспламеняющиеся предметы. Не менее опасны: сварка и резка металлов при монтаже и строительных работах; сварка при ремонте сосудов из-под горючего; повреждение электросварочной аппаратуры и изоляции проводов.

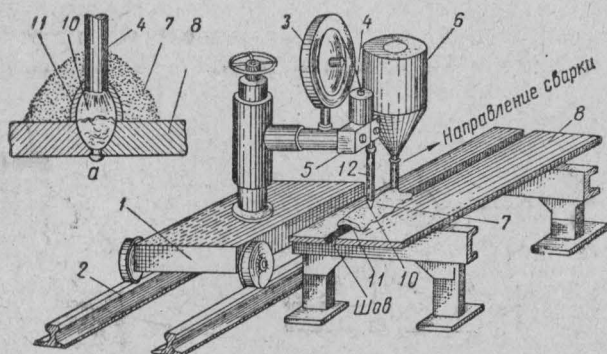


Рис. 94. Схема установки для автоматической сварки под флюсом:

1 — тележка; 2 — рельс; 3 — кассета с электродной проволокой; 4; 5 — головка, автоматически подающая проволоку; 6 — бункер с флюсом; 7; 8 — свариваемое изделие; 9 — стенд; 10 — электрическая дуга; 11 — корка флюса; 12 — мундштук сварочной головки.

Во избежание пожара сварщик каждый раз после окончания работы должен осмотреть все места, опасные в пожарном отношении, проверить, не тлеют ли какие-либо предметы и материалы, не пахнет ли гарью и дымом. В процессе сварки легко воспламеняющиеся и горючие материалы нужно располагать от места сварки и резки не ближе чем на 10 м.

При сварке на строительных участках деревянный пол, леса и подмости надо покрывать листами асбеста, жести, засыпать песком или смачивать водой. При сварке и резке на открытых местах необходимо устанавливать защитные щиты от ветра. Стенки в сварочных кабинах выполняют из стальных листов или других несгораемых материалов высотой 1,8—2 м. Если сварка происходит в сборочно-сварочном цехе, стационарное сварочное оборудование ограждают сеткой или барьером, а вращающиеся части машин закрывают кожухами.

Все оборудование надо защищать от механических повреждений. Особенно тщательно необходимо защищать токоподводящие провода. Ток к месту сварки может подводиться только изолированным сварочным проводом.

В целях предохранения изоляции переносных проводов от повреждения их необходимо заключить в резиновые шланги;

нельзя также допускать контакт провода с токопроводящими предметами, и особенно соприкосновение их с баллонами со сжатыми газами, газопроводами, ацетиленовыми генераторами, сосудами с горючими жидкостями и т. п.

Нельзя присоединять провода электродержателя с проводом, идущим от машины или трансформатора, скручиванием концов, так как это приводит к быстрому нагреву проводов в месте соединения и загоранию изоляции. Для присоединения этих проводов применяют медные кабельные наконечники, соединяемые болтами, или надежное штепсельное соединение Брянского машиностроительного завода (рис. 95).

Латунное гнездо соединяется с концом одного сварочного провода через наконечник и клеммный болт. Конический штифт соединен с концом второго сварочного провода через наконечник клеммным болтом. На штифте имеется свободно вращающаяся стальная накладная гайка, с помощью которой штифт надежно соединяется с гнездом, обеспечивая хороший контакт.

При автоматической сварке под флюсом возможно замыкание контактов-зажимов и стола металлическими предметами (электродом, изделиями и т. п.), а также повреждения перемещающихся проводов.

Газовая сварка. Наибольшее распространение получила кислородно-ацетиленовая сварка, которая значительно опаснее электросварки, так как при ней используют ацетиленовые генераторы или баллоны, кислородные баллоны или кислородные установки и газификаторы.

В процессе сварки основную опасность представляет возможность обратных ударов пламени от горелки в сторону генератора (см. «Ацетиленовые генераторы»). Обратные удары пламени являются характерной причиной взрывов баллонов во время сварочных работ. Газовую сварку разрешается производить как на открытом воздухе, так и в помещениях с негоряемыми конструктивными элементами.

На сварочных постах баллоны можно располагать на расстоянии не менее 5 м от горелки, резака, печей, радиаторов отопления и подобных установок. У рабочего места разрешается хранить не более двух наполненных баллонов.

Там, где постоянно проводят сварочные работы, хранить

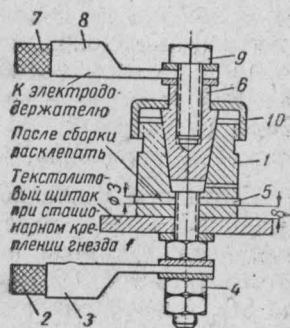


Рис. 95. Штепсельное соединение сварочных проводов:

1 — латунное гнездо; 2, 7 — концы сварочных проводов; 3, 8 — наконечники; 4, 9 — клеммные болты; 5 — шайба; 6 — конический штифт; 10 — накладная гайка.

баллоны не рекомендуется. Для них строят специальные будки вне помещения. Небольшое количество баллонов располагают в металлических шкафах снаружи здания, закрываемых на замок. В таких случаях несколько баллонов присоединяют к одной сборной трубе (коллектору) и газ подают по трубопроводу к отдельным местам потребления.

Во избежание обратных ударов пламени, на сварочных линиях устанавливают гидравлические затворы, а около стола помещают сосуд с водой для охлаждения горелки. Расстояние от водяного затвора или редуктора до места работы сварщика должно быть не менее 5 м, так как приближение зажженной горелки к газопроводу и затвору, при наличии неплотностей, может привести к воспламенению или взрыву газа. После того, как прекращен отбор газа из баллона, следует плотно закрыть его вентиль, снять редуктор и навернуть заглушку на штуцер, а колпак — на горловину.

Если при усиленном расходе газа из баллона, влага, содержащаяся в газе, замерзнет в редукторе или вентиле (штуцер и редуктор при этом покрываются налетом инея), то их следует отогревать только горячей водой, паром, но не открытым пламенем сварочной горелки. Нельзя применять также открытый огонь для определения неплотностей в редукторе или вентиле баллона. Эту операцию следует производить только смачиванием вентиля и редуктора мыльной водой.

Для временных монтажных работ (сварка и резка) передвижные генераторы типа РА разрешается устанавливать в жилых и прочих хорошо проветриваемых помещениях при условии, если их кубатура будет не менее 300 м³. Генератор должен находиться на расстоянии не менее 10 м от места работы сварщика. Выгружаемый ил необходимо немедленно удалять из помещения.

В цехах горячей и термической обработки металлов (кузницы, прокатные, мартеновские, литейные и др.) ацетиленовые аппараты для временных работ можно устанавливать только по особому разрешению и в таких местах, где исключается сильное их нагревание от лучистой энергии или соприкосновение с нагретыми предметами.

Не допускается установка генераторов:

в химических цехах, где имеются продукты, могущие образовывать с ацетиленом взрывчатые или взрывоопасные соединения и смеси (производства хлора, меди, цинка, серебра, их сплавов или изделий на их основе и т. д.);

в действующих котельных;

около работающих компрессорных или вентиляционных установок.

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХАХ

Основные производственные операции

В деревообрабатывающих цехах машиностроительных заводов изготавливают из древесины различные столярные изделия, модели для форм и тару для упаковки продукции.

Среди деревообрабатывающих цехов различают:

1) заготовительные, в которых изменяют форму и объем сырья. Конечной продукцией этих цехов являются доски, рейки, брусья и заготовки с припусками;

2) лесосушильные, где уменьшают влажность заготовленного лесоматериала;

3) механо-столярные, изменяющие форму и объем заготовок до стадии готовых деталей (пиление, строгание, фрезерование, точение, долбление, шлифование, штамповка, высечка, прессование и т. п.);

4) механо-сборочные, предназначенные для сборки отдельных частей или готовых агрегатов, машин, транспортных средств и т. п. (кузовы автомобилей, вагоны, сельскохозяйственные машины и т. п.);

5) модельные, производящие вспомогательные модели, которые используются в процессе изготовления форм;

6) деревотарные, изготавливающие деревянную упаковку и тару для готовых изделий и деталей;

7) цеховые склады и кладовые: буферные склады, кладовые инструмента, шаблонов, различных приспособлений, вспомогательных материалов и т. п.;

8) вспомогательные помещения: клееварочные, шаблонные, ремонтно-механические, инструментально-заточные.

Пожарная опасность деревообрабатывающих цехов

В большинстве деревообрабатывающих цехов производится механическая обработка сухой древесины. В процессе обработки лесоматериала выделяется значительное количество пыли, мелкой стружки и других отходов, которые скапливаются у станков или осаждаются на них и на конструктивных элементах здания.

Особенностью рассматриваемых цехов является то, что мелкие стружки, опилки и пыль, выделяющиеся при обработке древесины, более пожароопасны, чем компактная древесина. Имея большую поверхность соприкосновения с воздухом, они легко загораются и энергично горят. Древесная пыль, образующаяся при работе станков, особенно шлифовальных, способна образовать взрывоопасные смеси с воздухом.

Загроможденность цехов лесоматериалом, готовыми изделиями, опилками, стружками и пылью создает условия для быстрого распространения пожара. При неправильном устройстве местных отсосов и недостаточной мощности вентилятора опилки, стружка и пыль скапливаются у станков. Следовательно, даже при наличии пневматического транспорта, возможность выделения пыли в помещении цехов не исключается.

Пневматический транспорт уменьшает количество горючего в цехе, но сам может способствовать быстрому распространению пожара, так как связывает отдельные станки при помощи трубопроводов в единую систему транспорта. Кроме того, он способствует быстрейшему движению воздуха в сторону циклона. Следовательно, очаг пожара, возникший у какого-либо станка, может быстро распространиться по всей транспортной системе вплоть до циклона.

Известны также случаи самовозгорания древесных опилок. При работе лесопильных рам,двигающихся по вертикали, опилки и часть смазки выбрасываются и падают вниз в трансмиссионное отделение (под пол). Эта смесь опилок и масла представляет легкогорючую массу, способную самовозгораться.

В деревообрабатывающих цехах часто располагаются и вспомогательные помещения: клееварки, сушилки и малярные, которые представляют еще большую пожарную опасность, чем цехи механической обработки древесины.

Практика показывает, что наиболее часто причинами пожаров в деревообрабатывающих цехах бывает:

курение, применение открытого огня при ремонтных сварочных и других работах;

неисправность электрооборудования, осветительных и силовых сетей;

перегрузка двигателей различных пил в процессе распиловки крупных изделий и механические повреждения изоляции, которые заканчиваются коротким замыканием, искрением и воспламенением изоляции и пыли;

трение быстро вращающихся частей машин и станков из-за недостаточной смазки;

наличие в древесине гвоздей и кусков металла. Сильное искрение происходит во время распиловки древесины.

Кроме того, металл, оказавшийся в древесине, вследствие сильного трения накаливается и может вызвать ее обугливание. Сильное трение и перегревы происходят также при распиловке твердых пород древесины, при наличии сучьев, перегрузке и перекосах пилы и т. п. Все это увеличивает вероятность воспламенения мелких отходов от высеченных искр;

смазка станков смесью минерального масла с растительным; самовозгорание отходов наиболее вероятно при кучевом и длительном хранении их, а также при скоплении этих отходов в подвалах под пилами;

огневые методы варки клея. Электроклееварки также могут быть причиной пожара при оставлении их на длительное время под током и без надзора.

Пожарно-профилактические мероприятия

Во избежание скопления в цехах легкогорючих древесных отходов, необходимо непрерывно пневматическим транспортом удалять от станков опилки, стружки, пыль и прочие отходы. Особое внимание должно быть обращено на правильное устройство пылеприемников местных отсосов и соответствие мощности вентиляционной установки расчетным данным.

Пылеприемники местных отсосов необходимо устраивать непосредственно в местах образования древесных отходов так, чтобы исключалась возможность выделения пыли в помещение (рис. 96).

Так как удельный вес древесных отходов велик, то, в целях предотвращения возможности осаждения их в воздуховодах вентиляционных систем, скорость движения воздуха при отсосе принимается не менее 15—16 м/сек. Чтобы избежать засорения воздухопроводов, их делают круглыми с плавными переходами и отводами (диаметром не менее 125 мм) у приемников. Мощность вентилятора выбирается в зависимости от вида и мощности станков. Например, для круглопильных станков количество отсасываемого воздуха от станка должно равняться 700—1500 м³/час, а для шлифовальных станков — 1300—1600 м³/час.

Необходимо регулярно очищать помещения и оборудование от пыли, убирать стружки, опилки и промасленные обтирки. Для сбора вытекающего масла необходимы капельницы под подшипниками станков. Для того чтобы предотвратить появление источников воспламенения необходимо:

обеспечить жесткий противопожарный режим в цехах, запретить курение, применение открытого огня, сварочные работы. При использовании в машинном отделении пилорам локомотивов, особое внимание надо обратить на устройство искроуловителей;

обеспечить надежную защиту электропроводки и электрооборудования от механических повреждений. Не допускать перегрузки при работе станков и двигателей. Каждый станок надо обеспечить надежно действующим выключающим приспособлением. Все электрооборудование должно быть водо-пыленепроницаемого исполнения. Прокладка воздушных силовых линий над цехами недопустима;

во избежание перегрева подшипников предусмотреть бесперебойную их смазку. Целесообразна автоматическая смазка шариковых подшипников. Вязкость масла должна соответствовать скорости вращения валов;

не употреблять древесину, в которой есть гвозди и другие

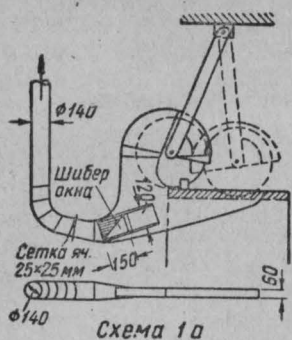


Схема 1а

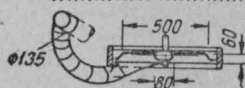
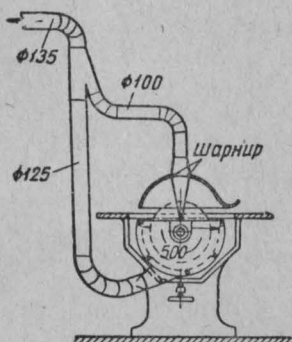


Схема 1б

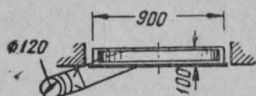
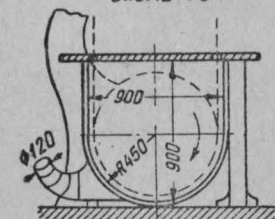


Схема 2

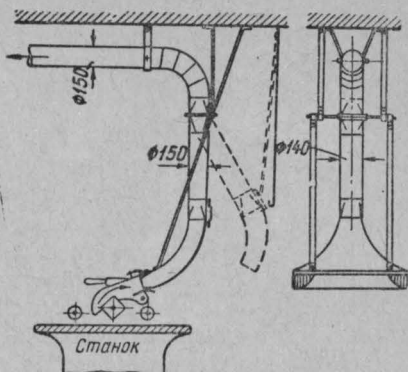


Схема 3а

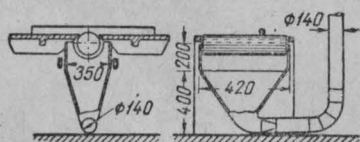


Схема 3б

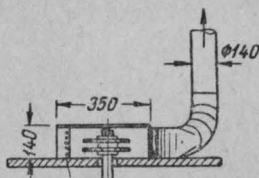


Схема 4

Рис. 96. Схема местных отсосов:

1-а, б — от круглых пильных дисков; 2 — от ленточных пил; 3-а, б — от строгальных станков; 4 — от фрезерных станков.

металлические предметы. Пользоваться можно только острыми и нержавеющими пилами;

клей готовить в изолированном помещении, применяя электроэнергию или пар. В деревообрабатывающих цехах разрешается только разогревать клей. Все клееварки должны обеспечиваться общим рубильником, а каждая установка — металлическим ограждением;

вентиляторы пневматического транспорта выполнять только из материалов, не выделяющих искр;

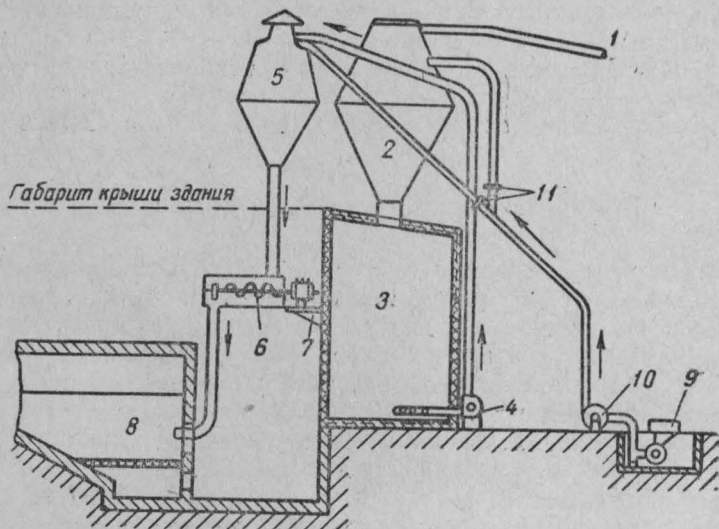


Рис. 97. Схема безопасной подачи древесных отходов в топку:

1 — пневматическая подача мелких отходов; 2 — центробежный отделитель (циклон); 3 — железобетонный закрое; 4 — вентилятор для подачи отходов; 5 — бункер; 6 — винтовой шнек с разрыхлителем; 7 — двигатель; 8 — топка; 9 — установка для измельчения отходов; 10 — вентилятор; 11 — заслонки.

нагревательные приборы в цехах защитить от попадания на них стружек, опилок и прочих древесных отходов.

В деревообрабатывающих цехах необходимы также мероприятия против распространения огня.

В частности, вентиляционные каналы делают из негорючих материалов и оборудуют автоматически закрывающимися заслонками или задвижками. Задвижки с механическим приводом устраивают также на отводах после пылеприемников у каждого станка.

Вертикальные центробежные пылеприемники (циклоны), в которых отделяют опилки и древесную пыль от воздуха, устанавливают вне деревообрабатывающего цеха. Если древесные отходы направляются в топку, то системы топливоподачи должны исключить возможность проникновения огня из топки в циклон и бункер. Такая система изображена на рис. 97. В этом слу-

чае циклоны устанавливаются вблизи котельных. Отходы из циклона сначала поступают в промежуточный бункер, находящийся между топкой и циклоном. Полавать отходы непосредственно из циклона в топку или на предпочтучную площадку не разрешается. Воздуховоды к циклонам и циклоны следует изготовлять из негоряемых или трудногоряемых материалов.

Наряду с этим запрещается хранить в цехах большие запасы готовой продукции и полуфабрикатов. Строительные конструкции и планировка зданий должны отвечать требованиям, предъявляемым противопожарными нормами строительного проектирования для производств категории В.

Для обеспечения своевременного тушения пожара цехи оборудуют спринклерной установкой, водопроводом и обеспечивают первичными средствами тушения согласно нормам ГУПО.

Пожарная опасность сушилок древесины

Древесина, применяемая в деревообрабатывающем производстве, предварительно сушится, главным образом, в сушильных камерах при помощи паровых нагревательных приборов или предварительно нагретого (в калориферах) воздуха. Применяют нагревательные приборы двух типов: в виде змеевиков, выполненных из длинных гладких труб (калориферы ЦНИИПС), и пластинчатые. Наряду с этим еще встречаются сушилки с применением в качестве теплоносителя дымовых газов.

Горячие дымовые газы поступают в специальный газопровод или боров, проложенные через сушильную камеру и передающие тепло в зону сушки материала через стенки, или же непосредственно поступают в сушильную камеру.

В сушилках концентрируется большое количество сухой и пыльной древесины и расположены нагревательные приборы (рис. 98). В процессе сушки (особенно при ручной укладке древесины) под решеткой скапливаются отходы, которые осаждаются также и на поверхности нагревательных приборов, особенно между пластинками калориферов.

Осаждение пыли отходов древесины и щепы на поверхности нагревательных приборов может быть причиной их воспламенения вследствие длительного нагревания, сильного высыхания, обугливания и перехода в пирофорное состояние.

Весьма характерен пожар, который произошел при сушке древесно-волокнистых изоплит. Сушка плит производилась с помощью нагретого до 80°C воздуха в калориферах. Давление пара в сети доходило до 8,2 атм, что соответствует температуре пара в трубопроводах при 180°C . Забор воздуха в калориферы производился из цеха, где во взвешенном состоянии имелось большое количество древесной и бумажной пыли. Пыль осаждалась на ребрах калориферов, переходила в пирофорное состояние, самовозгоралась и в виде горящих частиц уносилась нагнетаемым воздухом в сушильную камеру.

Наиболее пожароопасными являются сушилки, где применяются в качестве теплоносителя дымовые газы, которые в смеси с воздухом подаются по каналам в сушильные камеры.

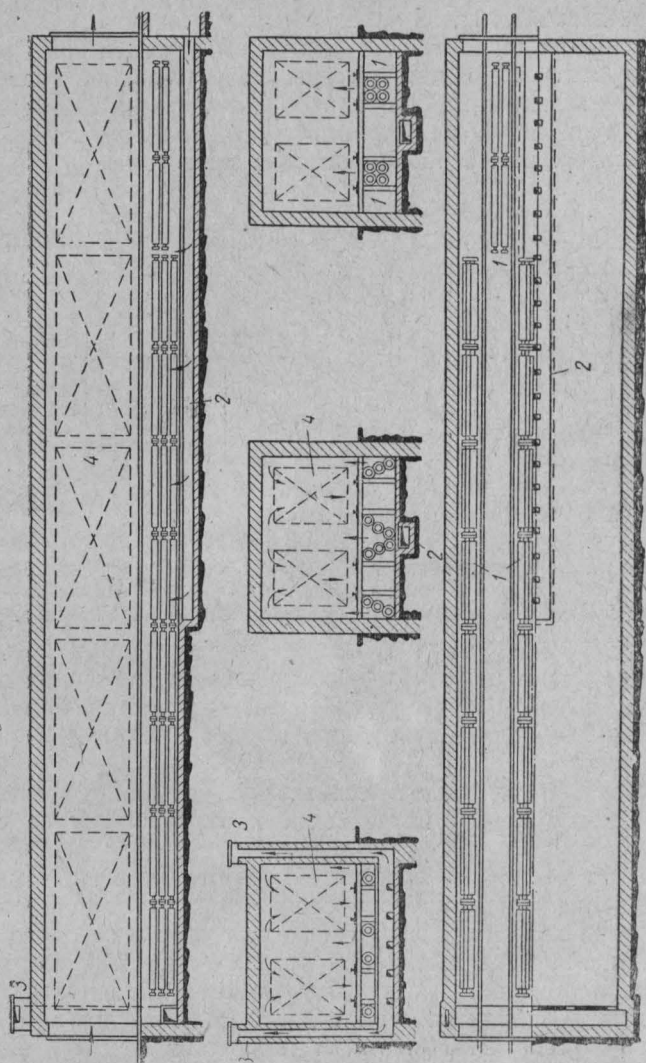


Рис. 98. Сушилка непрерывного действия с естественной циркуляцией:

1 — нагревательные трубы; 2 — канал для выпуска свежего воздуха; 3 — трубы для удаления воздуха; 4 — тележки с высушиваемым материалом.

В этих сушилках наиболее вероятен перегрев высушиваемого материала вследствие подачи сильного потока горячих газов. При поломке или неисправности вентилятора, подающего воздух для разбавления дымовых газов, в сушилку будет поступать большое количество перегретого газа, что вызовет перегрев высушиваемого материала и может явиться причиной пожара.

Кроме того, в каналах, подающих дымовые газы, осаждается сажа, которая может воспламениться от искр, залетающих вместе с газами из печей. При этом искры могут проникнуть и в сушильные камеры.

При подаче дымовых газов через боров достигнуть равномерной температуры на его стенках не удастся, вследствие чего они могут нагреваться до температуры воспламенения древесины. При незначительных трещинах в борове горячие газы могут проникнуть в сушильную камеру и вызвать воспламенение высушиваемого материала, особенно отходов древесины.

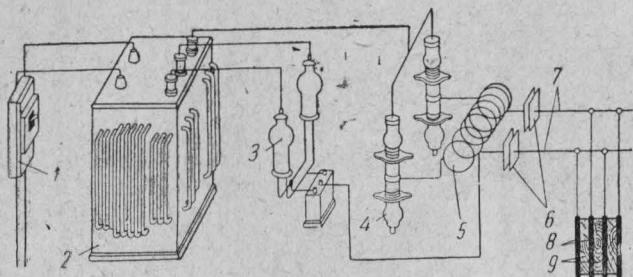


Рис. 99. Схема высокочастотной сушилки:

1 — выключатель; 2 — трансформатор высокого напряжения; 3 — выпрямитель газотронный; 4 — ламповый генератор тока высокой частоты; 5 — колебательные контуры (первичная и вторичная обмотки); 6 — конденсаторы; 7 — шины высокой частоты; 8 — электроды; 9 — высушиваемый материал.

В настоящее время широко распространен способ сушки древесины токами высокой частоты, который отличается большой эффективностью. Сушка в поле токов высокой частоты продолжается 4—6 часов.

Прогревается вся толща древесины, что устраняет температурные напряжения между наружными и внутренними ее слоями.

Сущность процесса заключается в том, что древесные материалы или изделия располагаются между двумя, тремя и более электродами первичного или вторичного контуров лампового генератора. На рис. 99 представлена скелетная схема лампового генератора и расположения высушиваемого материала и электродов. При таком расположении электродов и материала образуется своего рода электрический конденсатор. К электродам, которые представляют собой сплошные листы алюминия, меди, оцинкованной стали или крупноячеистую сетку, подводится ток высокой частоты с напряжением до нескольких тысяч вольт (10—15 тыс. и выше).

Приложенное к электродам напряжение создает в толще материала электрическое поле высокой частоты. При прохождении токов высокой частоты через древесину в ней возникают диэлек-

трические потери. Это обеспечивает переход части энергии электромагнитного поля в тепловую энергию и вызывает нагрев и сушку древесины. Максимальная температура внутри материала 80—100° С. Собранный пакет из электродов и древесины помещается в камеру сушилки. Длинномерный пиломатериал укладывается на тележку, как показано на рис. 100. На настил тележки укладывается стальная сетка (электрод) шириной, равной ширине тележки. На сетку укладывают брусья или доски на расстоянии 1—2 см один от другого. После этого снова укладывают сетку, а на нее — следующий ряд материала.

Рис. 100. Схема расположения материала на тележке при сушке токами высокой частоты:

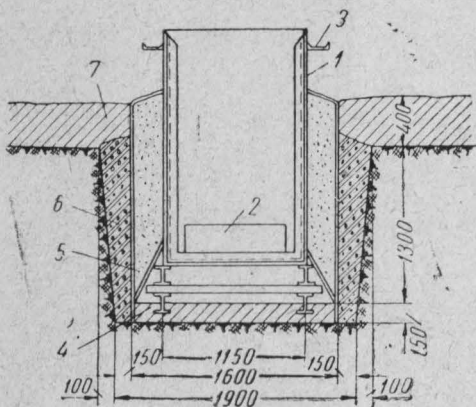


Рис. 101. Разрез металлического бака для сушки древесины в петролатуме:

Несоблюдение технических условий при сушке древесины токами высокой частоты также может быть причиной пожара. Если в процессе сушки и применении средних волн между древесиной и пластинами конденсаторов или электродами (вследствие того, что они неплотно прижаты) образуются воздушные зазоры, то между электродами и древесиной произойдут искрение и обугливание последней. При значительных зазорах может произойти не только искровой пробой, но и образование электрической дуги и воспламенение древесины. По указанной причине произошел пожар на одной из установок высокочастотной сушки древесины. Электрическая дуга, возникшая между сеткой и положенным на нее сосновым брусом, раскалила и частично расплавила сетку и воспламенила древесину. От места воспламенения по стыку торцов древесины огонь распространился вглубь штабеля.

7 В последнее время начинает внедряться в практику новый метод высокотемпературной скоростной сушки древесины в органических жидкостях, маслах и смолах. Доц. А. И. Фоломин и инж. С. Е. Штейнберг предложили для этих целей применить петролатум, представляющий собой отход, получаемый при очи-

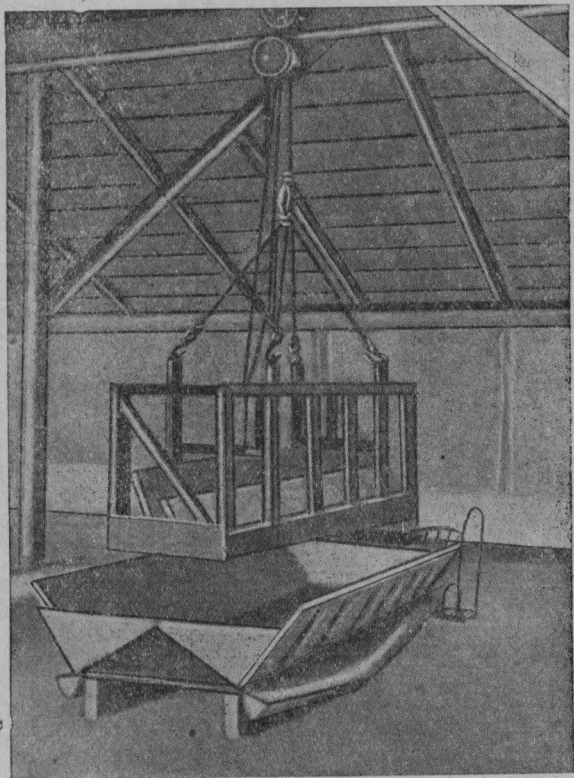


Рис. 102. Загрузка древесины в бак для сушки:
1 — бак с петролатумом; 2 — клеть для укладки высушиваемого материала в штабель.

стке нефтяных смазочных масел и состоящий из смеси парафинов и церезитов. При нормальной температуре петролатум по вязкости похож на мыло, при температуре $55-60^{\circ}\text{C}$ плавится, а при температуре $100-120^{\circ}\text{C}$ превращается в жидкость.

Сушка в петролатуме может найти широкое применение, так как обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. Она обеспечивает исключительно высокие темпы (доски толщиной 4—5 см сушатся вместо 6—7 суток за 7—10 час.), хорошее качество получаемой продукции, низкую себестоимость (на 1 м^3 требуется 20 кг петролатума, что стоит 3 руб.), простоту

оборудования, легкость обслуживания и безопасность в пожарном отношении. Петролатум нагревают не свыше $120\text{--}140^{\circ}\text{C}$, а температура его вспышки превышает 250°C . Процесс сушки производится в открытом баке, который погружается в землю. Борта бака возвышаются над уровнем пола не более чем на $50\text{--}60\text{ см}$ (рис. 101). Лесоматериал опускается в бак в виде штабеля, уложенного на стальной клетке (рис. 102). Доски, брусья, бревна укладывают в клетку с прокладками толщиной около 3 см между каждым слоем и отдельными элементами. Петролатум нагревается до $120\text{--}140^{\circ}\text{C}$ с помощью пара, циркулирующего через трубчатый регистр, который устанавливается несколько выше дна бака. Бак заполняют петролатумом неполностью, чтобы после погружения древесины уровень жидкости был не менее, чем на 60 см ниже верхнего края бака. Это исключает переливание через борта бака пены, которая образуется в начальный период сушки мокрой древесины. В целях уменьшения вспенивания жидкости не следует загружать в бак древесину, покрытую льдом или снегом. В процессе сушки необходимо наблюдать за температурой жидкости с помощью термометра.

Пожарно-профилактические мероприятия

В сушилках древесины постоянно находится в значительных количествах легкогорючий материал, поэтому пожарно-профилактические мероприятия должны предусматривать регулярную уборку отходов, устранение источников воспламенения и предотвращение возможности распространения пожара. Устройством металлических щитков (экранов) или сплошного настила нагревательные приборы необходимо защищать от прямого попадания на них древесных отходов.

В процессе работы сушилок после извлечения высушенного материала или перед загрузкой новых порций необходимо убирать пыль и прочие отходы в сушильных камерах, особенно под решетками, где расположены нагревательные приборы. Если сушка производится нагретым воздухом, то забираемый в калориферы холодный воздух не должен содержать пыль и отходы.

В новых сушилках в качестве теплоносителя целесообразнее применять воздух, нагреваемый в калориферах, расположенных вне сушильных камер. При применении в качестве теплоносителя пара во вновь проектируемых сушилках нагревательные приборы в виде ребристых труб располагают обычно в верхних зонах сушильных камер или по боковым поверхностям.

Такая сушилка представлена на рис. 103. Благодаря установке под осевыми вентиляторами съемных настилов с люками, косо-го расположения воздухонаправляющих стенок, съемных воздухо-направляющих экранов и регулирующих задвижек на воздухо-обменных каналах, в сушильных камерах воздух движется через

нагревательные приборы и высушиваемый материал. Этим достигается хороший режим сушки. Расположение нагревательных приборов в верхних зонах сушилок устраняет не только возможность попадания на них горячих отходов, но и осаждения пыли на ребристых трубах.

В процессе сушки древесины контролируется давление пара и температура в сушилках, которая не должна превышать 80°C . Особо необходим тщательный контроль температур в тех сушилках, в которых в качестве теплоносителя применяют продукты торения.

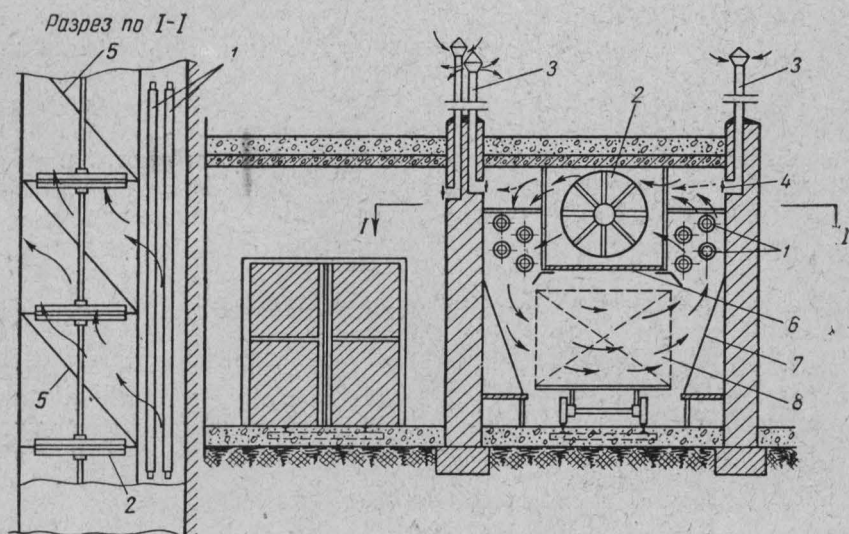


Рис. 103. Схема современной сушильной камеры:

1 — нагревательные ребристые трубы; 2 — вентилятор; 3 — воздухообменные каналы; 4 — задвижки; 5 — всдухонаправляющие стенки; 6 — съемный настил; 7 — съемные воздухонаправляющие экраны; 8 — тележки.

Температуру дымовых газов снижают, разбавляя их воздухом до того, как их подают в сушильную камеру. На пути движения дымовых газов устанавливают металлические сетки или искроуловители в виде осадочных камер. Каналы и сушильные камеры необходимо регулярно очищать от сажи.

Надо систематически проверять, цел ли боров, нет ли трещин. Их надо защищать специальными экранами от попадания на них щепы, опилок и других древесных отходов, а также регулярно очищать от горячих отходов.

При сушке древесины токами высокой частоты, во избежание искрения и загорания, необходимо обеспечить плотное прилегание древесины и электродов. Для этого электроды, изготовляемые из плетеной крупноячеистой сетки или штампованного

сита из оцинкованной стали, снабжаются мелкой сеткой. Электроды прижимают к древесине прижимными винтами.

При сушке деревянного бруса электроды плотно прижимают к обеим его широким сторонам. Если сушка производится в пакете, то электроды прижимают деревянными винтами. При сушке круглого леса сетчатые электроды прижимают к бревну мелкими гвоздями или струбинами (через рифленую доску). Замена сетчатых электродов (крупноячеистого штампованного сита) сплошными исключает возможность загорания пиленной древесины при ее сушке. Необходимо изолировать высокочастотные генераторы от сушильных помещений (ламповый генератор и повысительно-выпрямительные установки монтируются в специальных металлических шкафах); выработать соответствующий режим работы установки; обеспечить контроль и защиту от повышения напряжения при помощи автоматов; наладить контроль температуры в сушилках, древесине и др.

Максимальное повышение температуры внутри древесины допускается до $80-100^{\circ}\text{C}$, а температуры воздуха в сушилках — до 60°C .

Пуск генератора производится в строго определенной последовательности. Прежде всего укладывают древесину между пластинами конденсаторов и проверяют правильность их установки. Неправильная установка пластин конденсатора ведет к неравномерному прогреву древесины. Лампы (генераторы) охлаждают при помощи воды. Скорость течения воды регулируется. Вслед за водой для охлаждения лампы используют воздух (если баллон или другие части лампы приспособлены для охлаждения потоком воздуха). Затем только подают напряжение.

В целях ограничения возможности распространения огня сушилки устраивают из негорючих материалов и разделяют на отдельные секции (камеры). В качестве средств тушения в сушилках предусмотрено устройство спринклерной или дренчерной системы. Можно организовать объемное тушение с помощью пара или негорючих газов. Кроме того, снаружи сушилок размещают первичные средства тушения.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ТВЕРДЫХ И ВОЛОКНИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

К складам твердых и волокнистых веществ относятся склады металлов, древесины, строительных материалов и изделий, твердого топлива (каменный уголь, торф, сланцы, торфо-угольные брикеты, антрацит, кокс, дрова), сельскохозяйственных продуктов, волокнистых веществ, резины, кожи и т. п. Здесь будут рассмотрены только вопросы пожарной безопасности при хранении наиболее распространенных твердых горючих веществ: ископаемых углей, торфа, волокнистых веществ и лесоматериалов.

Глава XIX

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Общие сведения

Склады ископаемых углей организуются в местах добычи (на шахтах) как *основные рудничные склады*, в городах и поселках — как *топливные базы* и на промпредприятиях — как *запасы топлива*.

Склады ископаемых углей подразделяются на:

- 1) механизированные, где укладка угля в штабели и выемка из штабелей производятся при помощи механических устройств;
- 2) немеханизированные, где укладка и выемка угля производятся вручную.

На указанных складах ископаемые угли могут храниться по одному из следующих способов (рис. 104): в штабелях, на открытых специально устроенных площадках, под навесами и в закрытых сараях, в специальных помещениях, в ямах, под водой.

Все ископаемые угли, в основном, делятся на три группы:

1) бурый уголь — подмосковный, уральский, сибирский и других районов (различных сортов);

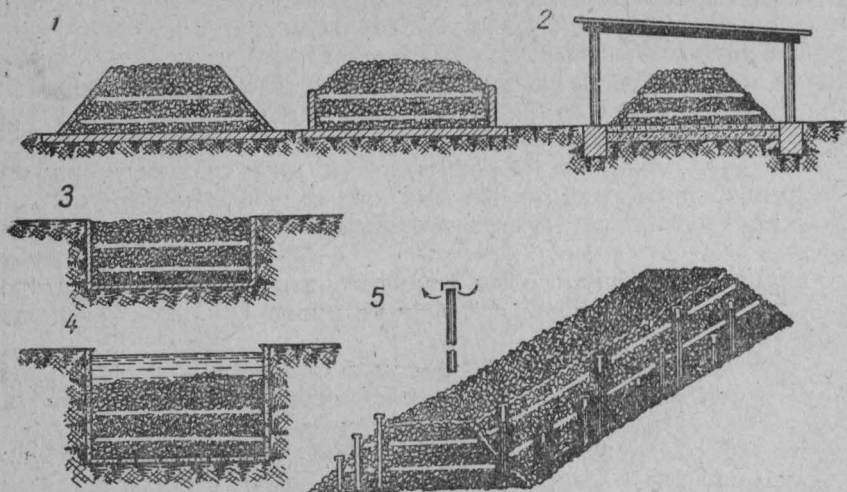


Рис. 104. Способы хранения угля:

1 — открытое; 2 — под навесом; 3 — в ямах; 4 — под водой; 5 — расположение труб для контроля температуры в штабеле.

2) каменный уголь — донецкий, уральский, кавказский, кузнецкий, сибирский (разных сортов и марок — длиннопламенный, газовый, паровозный, тощий, коксовый, специальный и т. д.);

3) антрацит (различных месторождений и сортов).

Каменный уголь получил самое широкое распространение в качестве топлива и сырья для химической промышленности.

Пожарная опасность складов

Пожарная опасность складов ископаемых углей порождается, в основном, склонностью углей к самовозгоранию. Однако не все угли одинаково опасны с этой точки зрения.

Вероятность самовозгорания определяется многими причинами, но главными из них являются: склонность массы угля к адсорбции и окислению, условия аэрации и теплообмен с окружающей средой.

Установлено, что самовозгоранию подвержены те угли, которые содержат более 10—12% летучих соединений (водород, окись углерода, метан, этан и др.), и легкоокисляемые непредельные органические соединения, так называемые гуминовые вещества или карбоновые кислоты.

В зависимости от содержания в углях указанных веществ они в различной степени склонны к самовозгоранию.

1. *Бурые угли* наиболее опасны и склонны к самовозгоранию и имеют наиболее низкую температуру воспламенения. Они содержат 41—60,5% летучих, газообразных соединений, до 25% гуминовых веществ, до 8—10,3% сернистых соединений.

2. *Каменные (длиннопламенные и газовые) угли* менее склонны к самовозгоранию, чем бурые угли, однако и они содержат 12—45% летучих соединений, 5—15% гуминовых веществ, 0,5—6,3% сернистых соединений.

3. *Тощие угли* марки Т еще менее склонны к самовозгоранию и относятся к разряду устойчивых, они содержат менее 12% летучих соединений, до 2% гуминовых веществ и следы сернистых соединений.

4. *Антрациты* неспособны самовозгораться. Они содержат до 3,5% летучих соединений и совсем не имеют гуминовых веществ и сернистых соединений.

5. *Кокс* также неспособен самовозгораться, он содержит 0,5—1% летучих соединений, до 0,5% сернистых и фосфористых соединений и совершенно не имеет гуминовых веществ.

Ископаемые угли по степени пожарной опасности, т. е. по их подверженности к окислению и самовозгоранию, в соответствии с «Противопожарными нормами проектирования складов ископаемого угля» (Н 104—52), подразделяются на две группы:

первая группа — угли устойчивые, с точки зрения подверженности к самовозгоранию (антрацит и каменные угли марки Т);

вторая группа — угли опасные, с точки зрения подверженности к самовозгоранию (бурые и каменные угли, за исключением марки Т).

Причины самовозгорания углей. Самовозгорание углей вызывается окислительными процессами, происходящими между массой угля, содержащей непредельные соединения, и кислородом воздуха. При этом самовозгоранию способствует теплота, выделяющаяся в результате поглощения пористой поверхностью угля различных паров и газов, так называемого процесса адсорбции.

Известно, что поверхность угля, вследствие сил адсорбции, поглощает из воздуха пары и газы, что сопровождается выделением тепла (теплота адсорбции). При поглощении поверхностью углей кислорода происходит одновременно и частичное окисление легкоокисляемых составных частей угля, что сопровождается дополнительным выделением тепла (теплота окисления). В результате адсорбции и частичного окисления уголь разогревается и температура в штабеле поднимается. С повышением температуры происходит окисление непредельных гуминовых соединений. Температура еще более повышается, что, в свою очередь, усиливает окислительные процессы и выделение тепла.

Инициальная (критическая) температура, после которой начинается интенсивный процесс самовозгорания, для бурых углей колеблется в пределах 100—130° С, для каменных — 150° С. Угли с инициальной температурой 200° С считаются безопасными.

Русские ученые дали стройную теорию самовозгорания углей, согласно которой в основе этого процесса лежит их адсорбционная и окислительная способность. В свою очередь, адсорбционная способность углей зависит от содержания в них летучих веществ и влаги. Чем больше содержание летучих веществ и гигроскопической влаги в углях, тем больше число адсорбции, способность окисления и склонность углей к самовозгоранию.

Связь числа адсорбции и летучих веществ видна из табл. 8.

Таблица 8

Зависимость числа адсорбции от процента летучих веществ в массе угля

Название углей	Влажность в %	% летучих веществ в безводной и беззоль- ной массе	Число адсорбции по:		
			хлорно- му же- лезу	метиле- новой сини	щавеле- вой кислоте
1. Антрацит	1,03	4,76	1,3	3,5	4,4
2. Сучанский	1,91	23,72	4,0	7,0	10,0
3. Таврический	12,48	27,12	13,2	17,5	16,0
4. Кивдинский	24,58	34,12	25,8	34,5	27,7
5. Артемовский	27,56	48,37	27,2	45,1	40,3

Как видно из таблицы способность угля к адсорбции находится в прямой зависимости от содержания в нем летучих веществ и влаги, а это в свою очередь, находится в прямой зависимости от его возраста. Чем моложе уголь, тем больше он содержит гигроскопической воды, входящей в состав коллоидной фазы, которая обладает свойством хорошей адсорбции. Бурые угли содержат больше влаги и они более опасны. Тощие — наоборот, содержат меньше влаги и менее опасны.

Самовозгоранию углей способствуют следующие факторы.

Измельченность: чем мельче уголь, тем больше поверхность его окисления и тем быстрее протекают процессы адсорбции и окисления и больше выделяется тепла в единицу времени. Кроме этого, измельченный уголь более плотный, что ухудшает теплоотдачу в окружающую среду.

Скученность: чем больше размеры штабеля, тем меньше отвод тепла из него в окружающую среду и больше интенсивность самосогревания.

Влажность: составные части угля, содержащие серу, разлагаются от влаги и выделяют тепло. Кроме этого, влага образует на поверхности угля адсорбционную пленку, в которой растворяется кислород, и становится более активным.

Содержание серного колчедана: окисляясь, он разрыхляет массу (разрушает уголь на более мелкие части), обнажает новые поверхности и способствует адсорбции и окислению угля.

Разрыхление угля происходит в результате увеличения объема сульфата, получаемого при окислении серного колчедана.

В жаркие и дождливые дни, как показывает практика, опасность самовозгорания угля усиливается.

Увлажнение угля атмосферными осадками способствует самовозгоранию вследствие того, что при испарении влаги в угле образуются трещины, которые увеличивают поверхность соприкосновения угля со свежим воздухом.

Сепарация крупного и мелкого угля при укладке штабеля в виде конуса: крупные куски угля скатываются вниз, а мелкие собираются наверху штабеля. В результате этого воздух свободно проникает в нижние слои, где находится крупный уголь, а

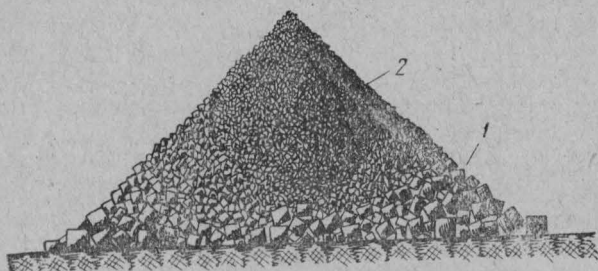


Рис. 105. Укладка угля конусом:
1 — крупный уголь; 2 — мелкий уголь.

верхние слои угля, состоящие из мелочи, становятся более плотными и препятствуют теплоотдаче в окружающую среду (рис. 105). Это создает более благоприятные условия для окисления, скопления тепла и самовозгорания угля.

Наличие в угле различных примесей: щепок, земли и других плохих проводников, уменьшающих отвод тепла в окружающую среду.

Температурой, опасной, с точки зрения возможности самовозгорания углей, считается 65°C . После этой температуры интенсивность процесса самосогревания резко возрастает, и уголь загорается, достигнув температуры самовоспламенения. Температура самовоспламенения бурых углей колеблется от 250 до 450°C , каменных углей — от 400 до 500°C .

Как показывает практика, самовозгорание каменных углей происходит не тотчас после их укладки в штабели или накопления отвала, а спустя иногда довольно значительное время, измеряемое месяцами. В течение этого времени, вследствие взаимодействия угля с воздухом, происходит процесс его выветривания. Как показали работы Горного института Академии наук, температура самовоспламенения угля понижается при его взаимодействии с воздухом. Характерно, что у углей, склонных

к самовозгоранию, это понижение наиболее сильно (на 25—40°). Каменноугольные брикеты при хранении в штабелях также могут самовозгораться. Брикеты изготавливаются из каменноугольной мелочи различных сортов угля, в том числе и самовозгорающихся. Опасность брикетов зависит от их состояния (измельченности) и сорта угля, из которого они получены. Например, хорошо спрессованные гладкие брикеты каменноугольной мелочи вообще не способны самовозгораться, а буроугольные брикеты более опасные, чем естественный бурый уголь, так как они обладают невысокой механической прочностью, при перевалке и транспортировке крошатся и измельчаются. То же самое происходит под влиянием атмосферных осадков, так как при увлажнении и последующем высыхании брикетов в них образуются трещины.

При транспортировке и перегрузках угольные брикеты перетираются, раздробляются, измельчаются и образуют значительное количество мелочи (до 30—40%), которая вместе с углем поступает на хранение в штабель. Угольная мелочь, имея большую поверхность, обладает значительно большей адсорбционной способностью и способностью к окислению. Этим и объясняется то, что брикеты могут самовозгораться.

Самовозгорание угольных брикетов наблюдалось при хранении в штабелях, а также в трюмах морских судов, в торговых портах и т. п. Во время качки корабля уголь также подвергается дроблению, у него появляются свежие активные поверхности, энергично поглощающие кислород. Это усиливает процесс окисления и приводит в конце концов к самовозгоранию.

В последнее время в химической промышленности стал применяться сульфоуголь. В процессе производства установлено, что сухой сульфоуголь крупной фракции (0,5—1,1 мм), расфасованный в бумажные мешки по 30 кг и уложенный в этих мешках в плотные штабели, иногда самовозгорается.

Очаги самовозгорания в отдельных мешках штабеля появляются в первые 2—3 суток хранения сульфоугля. После ликвидации обнаруженных очагов самовозгорания этот процесс прекращается, а мешки, изъятые и уложенные отдельно, при наличии максимальной поверхности теплоотдачи, вновь остывают, хотя бы они были нагреты до 150° С. Не наблюдалось самовозгорания сухого сульфоугля, складированного отдельными мешками, не соприкасающимися друг с другом. При хранении сульфоугля в мокром виде с влажностью зерен 50—56% опасность самовозгорания устраняется.

Древесный, как и каменный, уголь способен к самовозгоранию, что обуславливается процессом адсорбции и окисления. Свежеприготовленный уголь обладает огромным количеством пор и способностью жадно поглощать (адсорбировать) кислород и окисляться. Оба указанных процесса сопровождаются выделением тепла (теплота адсорбции и теплота окисления) и приводят

к нагреванию угля вплоть до температуры самовоспламенения. Для древесных углей средняя минимальная температура самовоспламенения равна 350°C . Она зависит от измельченности и температуры обжига: чем выше температура обжига, тем выше и температура самовоспламенения угля. Наиболее склонен к самовозгоранию свежеприготовленный уголь. Однако способность угля к адсорбции и окислению сохраняется продолжительное время. Были случаи самовозгорания древесного угля в куче высотой 2 м на тринадцатый день после его изготовления (на третий день температура достигла 32° , через неделю 65°C).

Пожарно-профилактические мероприятия

Основные пожарно-профилактические мероприятия на складах угля должны тормозить процесс самонагрева и предупреждать самовозгорание угля.

Поскольку основной причиной самовозгорания угля является способность его к окислению, то необходимо предотвратить доступ воздуха в штабель и исключить условия, способствующие самовозгоранию.

Предотвращение или ограничение доступа воздуха в штабель устраняет адсорбционные и окислительные процессы и, как следствие, выделение теплоты. Это может быть достигнуто уплотнением угля при укладке штабеля и изоляции его от внешней среды. Именно потому на механизированных складах уголь укладывают слоями толщиной от 0,5 до 1 м с последовательным уплотнением каждого слоя механическими катками. При укладке штабелей необходимо стремиться к равномерному распределению угля по крупности.

Однако откосы штабелей уплотнять катками не представляется возможным. Были попытки применять для этих целей гусеничные машины. Сотрудники ЦНИИ МПС предложили для уплотнения откосов угольных штабелей пользоваться электровибраторами. Электровибратор П-7 представляет собой стальную плиту, на которой укреплен электродвигатель. Применение вибратора не только предохраняет новые штабели угля от самовозгорания, но и прекращает дальнейшее повышение температуры угля, начавшего нагреваться.

Для изоляции угля от внешней среды откосы штабелей после их уплотнения покрывают сплошной изоляционной коркой. Откосы поливают жидким раствором тощей глины или смеси извести, глины и песка. Можно покрывать откосы угольной мелочью толщиной 10—25 см перед уплотнением их поверхности.

Необходимо следить за сохранением плотности поверхности штабелей и целости защитной корки. Трещины и иные повреждения поверхности, способствующие проникновению воздуха внутрь штабелей, следует немедленно устранять.

Хранение угля в ямах также предотвращает проникновение воздуха в толщу угля. Уголь укладывают в яму слоями толщи-

ной не более 1 м и выравнивают поверхность каждого слоя. После заполнения ямы на всю ее глубину необходимо производить уплотнение угля катком.

Указанный способ особенно целесообразен при хранении опасных углей. Могут быть приспособлены не использованные предприятиями котлованы, бункеры и другие погруженные в грунт емкости, но их боковую поверхность и дно надо забетонировать. Кроме этого, вокруг ям должны быть устроены закраины, устраняющие возможность попадания в уголь дождевых вод.

При хранении угля под водой он полностью изолируется от кислорода воздуха и поэтому исключается возможность его самовозгорания. Однако этот способ дорого стоит, так как нужны котлованы или другие емкости, заполненные водой.

Правила пожарной безопасности, разработанные для предприятий в угольной промышленности, рекомендуют изолировать уголь от кислорода воздуха насыщением штабеля угля влагой до 10—12% и непрерывно поддерживать его в таком состоянии. Указанный способ можно рассматривать как изоляцию угля от воздуха при помощи водяной оболочки (пленки), обволакивающей частицы угля. Однако может случиться, что установится недостаточная для изоляции влажность и это будет лишь способствовать самовозгоранию. Эти же правила рекомендуют смачивать угли 5—10-процентным раствором извести в воде.

Если уголь обладает способностью к самовозгоранию и исключить окисление его невозможно, то предупредить самовозгорание можно усилением теплоотдачи в окружающую среду. Теплоотдача в окружающую среду происходит через основание и верхнюю поверхность штабелей, поэтому чем ниже штабель, тем больше теплоотдача на единицу массы угля. Это при определенных соотношениях сводит на нет возможность самовозгорания угля.

Величина площади основания не оказывает особого влияния на возможность появления очагов самовозгорания, поэтому размеры штабелей в плане на механизированных складах нормами не ограничиваются. Для немеханизированных складов размеры штабелей «Противопожарными нормами проектирования складов ископаемого угля» (Н 104—52) ограничиваются в следующих пределах (табл. 9).

Таблица 9

Размеры штабелей угля на немеханизированных складах

Группа угля	Род угля	Размеры штабеля в м		
		высота	ширина	длина
Первая	Антрациты всех сортов и каменные угли марки Т	Не ограничиваются		
Вторая	Бурые и каменные угли за исключением марки Т	2,5	Не более 20,0	Не ограничивается

В механизированных складах высота штабеля не ограничивается в тех случаях, когда устраняется возможность самовозгорания другими мерами. В противных случаях высота штабеля принимается по тому же принципу, что и для немеханизированных складов в соответствии с табл. 10.

Площадь складов в закрытых помещениях, а также навесов для хранения угля в зависимости от степени их огнестойкости определяется в соответствии с Н 102—54. При этом процесс хранения углей приравняется к производству категории В.

Расстояние по вертикали между поверхностью угля и конструкциями покрытия принимается не менее 1,9 м. В закрытых складах предусматривают вытяжные трубы или другие устройства, обеспечивающие постоянное проветривание пространства над поверхностью сложенного угля.

Площадка, предназначенная для хранения угля, утрамбовывается слоем щебня, глины, бетона. Бывает, что устраивается мостовая того или иного типа. Нельзя использовать для оснований под штабели шлакобетон, дерево и другие малотеплопроводные материалы. Нормы разрешают применять подобные материалы как исключение, при хранении угля второй категории (не выше 2 мес.). Деревянные настилы и асфальт недопустимы также и для покрытия площадок механизированных складов. Верхний слой грунта, на котором непосредственно лежит уголь, не должен содержать щепу, торф, растительность, корни растений, разлагающие породы, колчедан, остатки горных выработок и т. п. Как показывает опыт хранения угля, очаги самовозгорания возникают только на откосах штабеля и редко на его вершине. Поэтому весьма логично уменьшать площадь откосов и увеличивать ширину штабеля. Этим самым не только сокращается опасная площадь, но и увеличивается поверхность теплоотдачи через основание и, особенно, через верхнюю поверхность штабеля.

Хорошие результаты давало хранение угля на сплошных ледяных подушках. За счет усиленной теплоотдачи и охлаждения угля полностью исключалась возможность его самовозгорания.

Угли различных марок должны храниться отдельно. Особенно важно, чтобы угли, опасные, с точки зрения самовозгорания (вторая группа), хранились отдельно от других сортов и марок. Сроки хранения угля ограничиваются только для рудничных складов. Бурые и длиннопламенные угли можно хранить до 1,5—2 мес., а угли остальных марок — до 3 мес. Антрацит и угли марки Т разрешается хранить до 6 мес. На остальных складах срок хранения угля не ограничивается.

Для своевременного обнаружения очагов самовозгорания на складах необходимо систематически контролировать температуру хранимого угля при помощи термометров различных типов, опускаемых в контрольные стальные трубы. Контрольные трубы надо устанавливать вертикальными рядами вдоль края подошвы штабелей (табл. 10).

Таблица 10

Необходимое количество контрольных труб в штабелях угля

Высота штабеля в м	Число рядов труб	Расстояние от края подошвы штабеля до трубы (в плане) в м
До 3	1	1,5
До 6	2	1,5 и 3,0
Более 6	3	1,5; 3,0 и 6,0

Расстояние между трубами одного ряда (по длине штабеля) должно быть не более 10 м. Нижние концы труб надо заваривать и располагать на высоте не более 0,5 м от подошвы штабеля. Верхние концы должны выступать не менее, чем на 0,2 м над поверхностью штабеля и плотно закрываться пробками.

Термометры нужно заключать в деревянные футляры, а ртутный шарик — в гильзу, наполненную машинным маслом или металлическими опилками. Хвостовые термометры имеют ножку длиной 1—1,5 м, их погружают в откосы штабелей в наклонном положении. За штабелями надо установить постоянное наблюдение.

Признаками возможного образования очагов самовозгорания являются: таяние снега, появление влажных пятен, смолистого или сернистого запаха, образование солевых налетов на поверхностях штабелей и т. п.

Возможны случаи, что возникший очаг самовозгорания не будет своевременно обнаружен при помощи контрольных приборов. Поэтому наряду с замером температуры необходимо постоянно наблюдать за поведением угля в штабелях.

Если обнаружено, что температура угля превысила 60° С необходимо:

тщательно уплотнить поверхности штабеля на участке очага самовозгорания и покрыть это место защитной коркой. Уплотнение надо повторять до полной ликвидации очагов;

вынуть разогревшийся уголь и немедленно засыпать выемку свежим углем, тщательно уплотнив его. Извлеченный из штабеля уголь охлаждают, разбросав его на запасной площадке слоем не толще 0,5 м. Запасные площадки, занимающие площадь до 5% от общей площади штабелей, предусматриваются во всех случаях, когда невозможно уплотнить уголь. Уголь после охлаждения нельзя возвращать в штабель. Разрывы между штабелями должны быть не менее 1 м при высоте их не менее 2 м.

Разрывы между штабелями, закрытыми складами и навесами для хранения угля и другими зданиями и сооружениями, должны соответствовать противопожарным нормам (Н 102—54). При открытом хранении угля около котельных, расположенных

в жилых зданиях, разрыв между штабелями и жилыми или хозяйственными строениями принимается не менее 10 м, а между штабелем и брандмауерной стеной — не менее 1 м. Разрывы между штабелями и забором и железнодорожными путями принимаются по Н 104—52.

Помещения для хранения угля, устраиваемые при котельных в подвальном, полуподвальном или первом этаже (при наличии над ним вышележащего этажа), должны иметь несгораемые стены с пределом огнестойкости не менее 3 час. и несгораемые перекрытия с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа.

Склады должны быть оборудованы освещением, телефонной связью (при емкости более 3000 т) или пожарными извещателями при наличии на объекте электрической пожарной сигнализации. Внутрискладские проезды должны быть сквозными, кольцевыми или иметь площадку 12×12 м.

Устройство на территории склада противопожарного водопровода не обязательно. Для вспомогательных зданий и сооружений этот вопрос решается в соответствии с требованиями Н 102—54.

Согласно нормам ГУПО, открытые склады ископаемого угля (на каждые 500 м²) и закрытые склады древесного угля (на 200 м²) должны иметь огнетушитель, бочку с водой и два ведра.

Глава XX

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ТОРФА

Общие сведения

Основное применение в промышленности торф нашел как топливо. Однако в нашей стране, где впервые создана торфохимическая промышленность, область применения торфа значительно шире. Например, малоразложившийся и верховой торф у нас используется для получения спирта. Разработаны способы комплексного производства торфяного топлива: получение торфа и одновременно с ним гуминовых кислот, торфяных восков и др.

Особенно широко развита у нас торфогазовая промышленность, освоено производство из торфа двойного водяного газа и большие успехи достигнуты в области пылевидной газификации торфа.

Механизация торфодобывающей промышленности позволяет по-новому решить основные проблемы борьбы с самовозгоранием торфа.

Склады торфа бывают четырех видов:

- 1) аварийные — на электростанциях;
- 2) полевые — на полях сушки;

- 3) базисные (резервные) — на местах перегрузки торфа;
4) оперативные (расходные) — на местах перегрузки и на территории предприятий.

Пожарная опасность складов торфа

Особенностью торфа является большая склонность к самовозгоранию. В результате исследования Торфяного института весь процесс самовозгорания и самосогревания разделяется на три стадии: физическую, биологическую и химическую.

Физическая стадия связана с накоплением тепла в штабеле за счет процессов солнечного излучения, конденсации и адсорбции.

Биологическая стадия связана с развитием жизнедеятельности микроорганизмов (микрофлоры) и дальнейшим повышением температуры. Основной подъем температуры происходит в биологической стадии в результате активной жизнедеятельности микроорганизмов. Причем специальные исследования Научно-исследовательского института торфяной промышленности подтвердили, что второй, наиболее опасной фазой разогревания является именно биологическая. При этом установлено несколько форм микроорганизмов. Повышение температуры до определенного предела вызывает гибель первой формы. На пределе этой температуры развивается новый вид микроорганизмов, что сопровождается дальнейшим повышением температуры. С гибелью этой группы развивается третья форма микроорганизмов, температура доходит до 72—75° С.

При этой температуре прекращаются все микробиологические процессы, микроорганизмы погибают, обугливаются и образуют чрезвычайно мелкий пористый уголь, после чего начинаются химические процессы окисления.

Химическая стадия связана с окислением образовавшегося пористого угля, распадом торфа на составные части, окислением неопределенных соединений, образованием полукокса и дальнейшим окислением его и других составных частей торфа. Все это сопровождается выделением тепла и нагреванием всей массы вплоть до самовозгорания.

Как показывает практика, самовозгорание торфа происходит чаще всего в верхней трети штабеля, так как самая высокая температура бывает ближе к его поверхности, на глубине 0,5—1,5 м.

Концентрация выделяющейся теплоты и повышение температуры в штабеле до самовозгорания торфа происходит вследствие плохой теплопроводности его и образовавшегося полукокса. При этом происходит как бы теплоизоляция очага самосогревания от окружающей среды, что сводит к минимуму теплопотери.

Возможность самовозгорания торфа зависит от его вида и влажности. Чем больше торф содержит неопределенных соедине-

ний, так называемых гуминовых веществ, тем он более склонен к самовозгоранию.

Фрезерный торф содержит наибольшее количество непредельных соединений из всех видов твердого топлива (до 50%), и он наиболее склонен к самовозгоранию. Из всех видов торфа осоково-топяной торф с меньшей степенью разложения (30—35%), как правило, разогревается наиболее интенсивно и до более высоких температур.

С повышением влажности торфа увеличивается его теплоемкость и уменьшается интенсивность самосогревания, следовательно, уменьшается опасность самовозгорания.

Всесоюзный Научно-исследовательский институт торфяной промышленности установил, что в торфе влажностью 50—55% и больше максимальная температура разогрева не превышает 50° С. Опыты 1948 г. показали, что для торфа с влажностью выше 55% скорость подъема температуры резко падает, стремясь к нулю, при приближении влажности торфа к 65—70%. Как показали наблюдения, в штабелях с влажностью торфа выше 60% средняя температура не превышала 35—36° С. Но отдельные очаги самовозгорания в зависимости от вида торфа не исключены и при этих условиях.

Таким образом, наряду с основными причинами самовозгорания имеется ряд факторов, способствующих этому процессу. К ним относятся:

- 1) метеорологические условия,
- 2) тип залежей (верховой, осоково-топяной и др.),
- 3) пониженная влажность торфа,
- 4) разнородность частиц по влажности,
- 5) засорение торфа растительными остатками.

В результате действия всех факторов, вызывающих самосогревание торфа в штабеле, его самовозгорание может иметь место только при условии:

образования в штабеле полукокса с определенной температурой и влажностью,

доступа воздуха к полукоксу и его окисления.

В зависимости от содержания в торфе непредельных соединений, образовавшийся полукокс обладает разной склонностью к самовозгоранию и разной температурой самовоспламенения. В соответствии с этим по степени пожарной опасности торф разделяется на категории А, Б, В.

Категория А — безопасная, характеризуется полным отсутствием очагов самовозгорания в течение первых 3—4 мес. хранения или очень редким появлением их. Подъем температуры медленный, менее 0,5° С в сутки. Сплошного самовозгорания штабеля не наблюдается. К категории А относятся торфы, которые имеют инициальную температуру проб выше 55° С.

Категория Б — среднеопасная, характеризуется появлением ряда отдельных очагов самовозгорания (двух-трех на каждый ка-

раван) в течение первых 3—4 мес. хранения. Подъем температуры колеблется от 0,5 до 1,5° С в сутки. К этой категории относятся торфы с инициальной температурой в пределах 40—55° С.

Категория В — опасная, характеризуется массовым развитием местных очагов самовозгорания, которые переходят в сплошной процесс самовозгорания и могут привести к полному сгоранию значительного количества торфа. В течение первых 3 мес. самовозгораться могут свыше 10% всех штабелей. Подъем температуры стремительный, колеблется в пределах 1,5—4,5° С в сутки.

К категории В относятся торфы с инициальной температурой ниже 40° С. Пожарная опасность фрезерного торфа обуславливается не только большой его склонностью к самовозгоранию, но и легкостью, с которой он загорается от различных источников воспламенения, и быстротой распространения пожара, являющейся следствием возникающих мощных конвекционных потоков.

Во время одного пожара горящие частицы сильным ветром и конвекционными потоками поднимались в воздух, как огненный смерч, и перебрасывались на расстояние до 2,5 км, создавая на своем пути новые очаги пожаров.

В другом случае из-за сильного ветра (10—11 баллов) огонь в течение 10—12 мин. распространился по территории участка площадью до 20 га, где находился фрезерный торф, и охватил 100 штабелей.

Тушение пожара значительно затрудняется вихревыми потоками горящих частиц торфяной пыли в воздухе.

Таким образом, основными причинами пожаров на торфопредприятиях и складах являются:

- 1) самовозгорание фрезерного торфа;
- 2) искры тракторов, паровозов, машин и т. п.;
- 3) открытый огонь, курение в местах, где это запрещено, соседние пожары и т. д.

Пожарно-профилактические мероприятия

Исходя из особенностей пожарной опасности торфа, пожарно-профилактические мероприятия должны тормозить процесс самонагревания, предупреждать самовозгорания фрезерного торфа, защищать торф от источников воспламенения, обеспечивать условия для успешного тушения возможных пожаров.

Торможение процесса самонагревания торфа и предупреждение его самовозгорания могут быть достигнуты прекращением микробиологических и физико-химических процессов или охлаждением очагов самонагревания.

Охлаждение очагов самовозгорания может быть достигнуто путем периодических послойных передвижек караванов и штабелей с помощью окараавливающих машин и других средств.

Целью периодических послойных передвижек фрезерного

торфа в караванах или штабелях, подверженных саморазогреванию, является перемещение зон максимальных температур, которое должно исключить возможность застойных температурных явлений в какой-либо части штабеля (каравана) и тем самым нарушить условия, при которых фрезерный торф мог бы вследствие саморазогревания перейти в полукокс.

Как показала практика, периодические послойные передвижки греющихся штабелей и караванов снижают температуру в штабеле, задерживают процесс образования полукокса, исключают возможность появления очагов самовозгорания и обеспечивают большую однородность торфа по влажности и механическому составу.

Известны и другие способы охлаждения торфа. Согласно правилам, при обнаружении в штабеле температуры в пределах $50-60^{\circ}\text{C}$, но при отсутствии еще очагов, надо прорывать продольные траншеи (на всю глубину штабеля).

При повышении температуры выше 60°C надо рыть траншеи глубиной 0,5 м для постепенного охлаждения разрытого участка. Таким путем траншея доводится до основания штабеля. Борьба с единичными, местными очагами самовозгорания может осуществляться извлечением торфа из очага и вокруг него радиусом 0,5 м на глубину не менее 0,7 м.

После извлечения торфа оставшуюся в штабеле выемку надо заполнить в уровень с поверхностью сырым торфом влажностью не менее 70% и тщательно утрамбовать. Для этих целей на складах хранят запасы мокрой фрезерной крошки.

Трещины, выявившиеся на поверхности караванов, нужно немедленно забивать этим же торфом влажностью не ниже 70% и утрамбовывать до плотности каравана. Караваны с температурой выше 70°C или с начавшимися очагами самовозгорания необходимо в кратчайший срок вывезти и пустить в потребление. При отгрузке торфа с температурой выше 80°C и с очагами самовозгорания должны быть подготовлены средства пожаротушения.

При невозможности быстро вывезти торф для борьбы с самовозгоранием рекомендуется применение сухого льда, что снижает температуру ниже критической в течение 15 дней.

Нормы торфопредприятий рекомендуют закладывать сухой лед кусками весом 6—8 кг в основание зоны высокой температуры так, чтобы зона оказалась над куском льда. В штабеле под зоной прорывают отверстие (нору) или поперечную траншею шириной 20—25 см и глубиной 1,5 м. Уложенный лед немедленно засыпают торфом, который затем утрамбовывают. При распространении высокой температуры по длине штабеля следует заложить несколько кусков сухого льда с расстоянием между ними не более 2 м, так как радиус действия такого куска льда в штабеле равен примерно 1 м.

Подача торфа в штабели в ночное время частично обеспе-

чивает искусственное охлаждение всей его массы и отделяет наступление максимальной температуры на 10—20 дней.

Подача торфа в низкие штабелы значительно замедляет повышение температуры и при определенной высоте штабель становится безопасным, с точки зрения возможности самовозгорания.

Исследования способности торфа к самовозгоранию и самонагреванию в зависимости от высоты штабеля показывают, что опасное разогревание возникает при следующих высотах:

а) для торфа, способного сильно саморазогреваться, при высоте 0,8—1,5 м;

б) для торфа со средней склонностью к саморазогреванию при высоте 1,5—2 м;

в) для торфа с малой склонностью к саморазогреванию при высоте 2—3 м.

Штабелы, высота которых соответственно будет ниже указанных, не представляют опасности в смысле самовозгорания. Однако такие незначительные высоты по экономическим соображениям могут быть рекомендованы только при хранении небольшого количества торфа.

Согласно существующим правилам хранения торфа, на аварийных складах электростанций допускаются значительно большие размеры поперечного сечения штабелей (караванов) (табл. 11).

Таблица 11

Допускаемые размеры штабелей торфа

Способ укладки	Вид торфа	Ширина в м			Общая высота в м	Количество торфа в м ³ на 1 м ² площади основания каравана
		по основанию	по плечикам	по закругленному коньку		
Механизированный . .	Кусковой	14 0	13,0	2,0	7 5	4,3
Ручной		13,0	12,0	2,0	7,0	4,3
Механизированный . .	Фрезерный	11,0	10,0	2,0	6,0	3,6
Ручной		15,0	15,0	1,0	7,0	4,0
		11,0	11,0	1,0	5,0	3,1

Угол наклона свободно насыпаемых поверхностей принимается не менее 50° для кускового торфа и 40° для фрезерного торфа. Этим уменьшается площадь боковых откосов и площадь, на которой вероятно самовозгорание. Нижняя часть караванов кускового торфа по высоте не менее 1 м выкладывается в виде стенки, что обеспечивает устойчивость каравана. Чтобы не рассыпался торф, вдоль караванов устраивают разборные деревян-

ные борта высотой 1 м по столбам, установленным на расстоянии друг от друга на 2—2,5 м.

Боковые поверхности караванов фрезерного торфа тщательно выравнивают, устраняя все ямы, впадины и другие неровности. Выравнивание повторяется через 20—30 дней. Для предупреждения самовозгорания торфа увеличивают его уборочную влажность выше 55%. Для опасного фрезерного торфа повышением периодических послойных передвижек штабелей. На площадях, где хранится фрезерный торф категории В, не допускается пересушивание его до влажности ниже 45%.

Как показывает практика, покрытие разогревшихся штабелей слоем сырого торфа влажностью 60—65% и толщиной 0,3—0,5 м также обеспечивает прекращение процесса самовозгорания в них.

На основании лабораторных и полевых работ Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности установлена возможность предупреждения самовозгорания торфа обработкой его химическими средствами. Для этой цели применяют хлорпикрин, окись этилена в чистом виде и в смеси с углекислотой и другие вещества. Введение этих веществ в торф исключает процесс жизнедеятельности микроорганизмов и тем самым выделяет тепла на ранней стадии самовозгорания.

Для того чтобы самосогревание торфа не перешло в самовозгорание, ведется контроль температур в штабелях и караванах торфа. Систематический температурный контроль надо начинать через 10 дней после закладки штабелей.

Повторные наблюдения должны вестись через 15 дней, а при повышении температуры свыше 60°С — через 5 дней. Измерять температуры можно при помощи термоопределителя «Рекорд» максимальных термометров или специальных сигналов.

Измерения температур производятся: по коньку и центрам обоих откосов через каждые 10 м по длине штабеля в точках, расположенных на глубине 0,5, 1,0 и 1,25 м (до 15 сентября). После 15 сентября температуры измеряются на глубине 1; 1,5 и 1,75 м от поверхности штабеля, так как очаги самовозгорания, как правило, появляются ближе к поверхности, в верхней трети штабеля. Отверстия, образовавшиеся после извлечения термоопределителя, надо тщательно затрамбовывать.

Для предупреждения возможности загорания торфа от других источников воспламенения на торфяных складах должен быть обеспечен соответствующий противопожарный режим.

На всех погрузочно-разгрузочных машинах, трубах котельных и двигателей, работающих на складах, а также машинах, обслуживающих торфяные поля, необходимо устанавливать искроуловители. На территории склада нельзя пользоваться сифоном и поддувалом. Уже на расстоянии 100 м от территории склада должны быть об этом сделаны соответствующие надпи-

си. Склады торфа надо обеспечивать электроосвещением. Электропроводка при этом должна проходить в местах, свободных от торфа. Во время ветреной и сухой погоды надзор за штабелями и караванами торфа необходимо усиливать.

Для облегчения условий тушения пожаров надо хранить ограниченное количество торфа на складах. Кусковой и фрезерный торф при этом хранят отдельно, на расстоянии не менее 150 м друг от друга. На оперативных складах это расстояние должно быть не менее 10 м.

Территория склада должна иметь соответствующую планировку. Штабеля следует располагать попарно с разрывами между ними в 5 м и между каждой парой в 12 м. Между секциями, состоящими из четырех штабелей (2 пары), должен быть разрыв не менее 30 м, а между торцами штабелей — не менее 20 м. Длина караванов торфа допускается до 125 м. Разрывы между расходными (оперативными) складами и другими зданиями и сооружениями определяются противопожарными нормами (Н 102—54).

Территорию склада кругом окапывают канавой шириной дна не менее 1 м и глубиной 1,5 м.

Склады торфа оборудуют водопроводом. При отсутствии водопровода устраивают пожарные водоемы, емкостью не менее 180 м³, из расчета один водоем на 2 га площади склада.

На площадках полевых и базисных складов сооружают наблюдательные вышки, имеющие прямую телефонную связь с пожарной командой. Склады должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения и пожарно-техническим вооружением, согласно «Правилам и нормам пожарной охраны торфопредприятий» МЭС СССР 1949 г.

Глава XXI

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общие сведения

Волокнистые вещества бывают различного происхождения: растительного — хлопок, лен, пенька, конопля, джут и другие; животного — шерсть, шелк; искусственного — шелк вискозный, ацетатный, капроновый, штапельное полотно и т. п.

Волокнистые материалы (волокна сырца) хранят на специальных базах и перерабатывающих их предприятиях.

Склады волокнистых материалов, в основном, делятся на три типа: закрытые хранилища (амбары), навесы, открытые площадки.

Базы и склады хлопка-волокна, в зависимости от количества хранимого хлопка, разделяются на четыре разряда. К первому

разряду относятся малые склады, где хранится не более 7 тыс. т хлопка; ко второму — средние склады, рассчитанные не более чем на 14 тыс. т хлопка; к третьему — большие склады, хранящие не более 28 тыс. т хлопка, и наконец, к четвертому разряду относятся внеразрядные склады, где хранится свыше 28 тыс. т хлопка.

Пожарная опасность складов

Пожарная опасность складов волокнистых веществ зависит от вида и структуры хранимого волокна. Волокнистые вещества растительного происхождения состоят из отдельных волокон, имеющих поры (каналы), заполненные воздухом. Это способствует их окислению, горению, распространению огня и дает возможность продолжения неполного горения или тления внутри кип, даже без доступа воздуха извне.

Волокнистые вещества животного происхождения этих пор не имеют и не обладают отмеченными выше свойствами. Ввиду этого растительные волокнистые вещества значительно опаснее в пожарном отношении волокнистых материалов животного происхождения. Волокнистые вещества растительного происхождения, вследствие развитой поверхности и наличия пор, легко загораются, хорошо горят и горение их продолжается и после удаления источника воспламенения. При этом чем больше поры в строении вещества, тем более опасно и само вещество.

Например, хлопок имеет самые большие поры (каналы) и поэтому он легче загорается и интенсивнее горит, чем другие волокнистые вещества. Кроме того, легкость загорания объясняется относительно низкой температурой самовоспламенения волокна. Для хлопка она равна в среднем 220—230° С. При длительном нагревании температура самовоспламенения еще ниже.

Животные волокнистые вещества ввиду отсутствия пор загораются труднее и продолжают горение только при том условии, если на них постоянно действует внешний источник воспламенения.

Особенностью волокнистых веществ является также их способность самовозгораться при наличии в них масел и жиров. Легкость самовозгорания волокнистых веществ объясняется тем, что масла на их поверхности подвержены окислению. Процесс окисления (и полимеризации, протекающий параллельно с ним) сопровождается выделением значительного количества тепла, которое из-за плохой теплопроводности волокнистых материалов и их скученности не рассеивается в окружающую среду, а накапливается в самом материале. Это приводит к повышению температуры вплоть до температуры самовоспламенения. Таким образом, самовозгорание волокнистых веществ происходит вследствие содержания в них определенного количества растительных и животных масел, наличия большой поверхности для окисления этих масел и малой теплопроводности материала.

Самовозгорание не происходит и при слишком малом или слишком большом количестве масел, так как при этих условиях скорость тепловыделения меньше теплоотдачи в окружающую среду. При большом количестве масел поры волокон закрываются (насыщаются), волокна слипаются и поверхность окисления сокращается. Однако в складских условиях, при больших количествах волокнистых веществ, такие соотношения масла и волокна мало вероятны. Чем больше поверхность волокон, тем больше скорость тепловыделения и подъема температуры и тем больше вероятность самовозгорания. Как известно, хлопок обладает большими порами, большей поверхностью и большей способностью самовозгораться, чем другие волокнистые вещества при одних и тех же условиях.

Все волокнистые вещества обладают малой теплопроводностью, поэтому на складах при скученности хранимых материалов всегда будут условия для концентрации тепла и возможности самовозгорания. Имеются предположения, что хлопок-сырец также способен самовозгораться, как и другие растительные продукты, вследствие жизнедеятельности микроорганизмов.

Особенностью пожарной опасности складов волокнистых материалов является скопление большого количества легко горящего материала, легкость его воспламенения, быстрота распространения огня и трудность тушения. Очень трудно организовать тушение волокнистых материалов, хранящихся в кипах, так как, даже обильным поливанием водой очага горения, если он проник внутрь штабеля, его потушить нельзя.

Огонь весьма быстро распространяется по поверхности кип и штабелей. Объясняется это тем, что поверхность кип хлопка и вся боковая поверхность штабелей становятся взрыхленными и легко доступными для воспламенения и распространения огня. Кроме этого, в процессе хранения волокнистых материалов могут лопнуть обручи, в результате чего кипы расползутся, хлопок выступит наружу и станет возможным свободное горение.

Такова общая характеристика пожарной опасности складов волокнистых материалов.

Как показывают статистические данные, основными причинами пожаров на складах волокнистых веществ являются открытый огонь, курение (незатухшие окурки), искры от различных источников (от паровозов, автомобилей, производственных и сварочных установок), самовозгорание, грозовые разряды, неисправность электропроводки и электрооборудования. Не исключается самовозгорание хлопка, если кипы окажутся загрязненными или смоченными олифой, растительными маслами.

Пожарно-профилактические мероприятия

Пожарно-профилактические мероприятия на складах волокнистых материалов и веществ должны быть направлены на

устранение источников воспламенения и успешную локализацию и тушение возможных пожаров.

Волокнистые материалы, как правило, находятся в спрессованных кипах. Это не устраняет горючесть волокнистого материала, но ограничивает возможность быстрого распространения огня по всей его массе.

Ограничение возможности загорания от внешних источников воспламенения (искры машин, паровозов и т. п.) достигается изоляцией штабеля от внешней среды. Для этой цели существующие правила предусматривают укрытие брезентом всех штабелей хлопка, хранимых на открытых площадках. Для полной гарантии, особенно в условиях опасности переброса огня, брезенты смачивают водой. При отсутствии брезента верхнюю часть бунтов иногда (обычно в районах добычи хлопка) рекомендуют покрывать временным глино-камышовым настилом.

При хранении хлопка под навесами боковые и торцовые стороны их также надо защищать брезентом, который подвешивают в виде штор по периметру навеса (с внутренней стороны карниза). Внизу его прикрепляют к брусам пола.

Для предотвращения самовозгорания хлопков-сырец хранят с определенной влажностью (в среднем 8—14% в зависимости от сорта хлопка и места хранения). Хлопок должен быть чистым, не содержать посторонних примесей, следов масел и жиров. Температуру в штабелях регулярно контролируют.

Устранение источников воспламенения и предупреждение возможности загорания волокнистого вещества достигают рядом мероприятий. В частности, приближение паровозов, работающих на твердом топливе, допускается к навесам и штабелям хлопка при закрытых поддувалах и сифонах не ближе 50 м, а к закрытым складам — не ближе 25 м; паровозов на жидком топливе — соответственно не ближе 30 и 15 м. Автомобили, мотовозы, автодрезины, мотоциклы, автокраны допускаются к штабелям и навесам на расстояние не ближе 3 м, а тракторы — не ближе 10 м. При этом все виды транспорта должны иметь искроуловители. Автомобили могут подъезжать к штабелю только стороной, противоположной направлению выхлопа.

Закрытые хранилища, навесы и открытые площадки с хлопком-волокном обеспечиваются грозозащитой.

Склады хлопка оборудуют электроосвещением при помощи светильников или прожекторов, которые располагаются не ближе 5 м от навесов и штабелей. В закрытых хранилищах допустимы только пылеводонепроницаемые светильники. Прокладка воздушных электросетей над закрытыми хранилищами, навесами и штабелями хлопка-волокна не допускается. Электропровода могут проходить между штабелями, но не ближе 5 м от них. Временная электропроводка на складе не допускается. На заготовительных пунктах нормами разрешается установка кероси-

но-калильных фонарей для освещения территории [не ближе 10 м от складов (амбаров) и 15 м от навесов и штабелей].

Навесы для хранения хлопка-волокна на базах и предприятиях можно оборудовать только наружным электроосвещением. Проводку в закрытых хранилищах выполняют только в стальных трубах. Если это невозможно, то освещение закрытых хранилищ следует осуществлять через специальные ниши с двойным остеклением. Выключатели располагают вне помещения у входа в склады.

Для обеспечения локализации и успешного тушения возможных пожаров необходимо ограничить количество хранимых волокнистых веществ, обеспечить соответствующую планировку складов, степень огнестойкости зданий и сооружений и необходимое количество средств пожаротушения.

На открытых площадках хлопок хранится в штабелях (бунтах) размером не более $22 \times 11 \times 8$ м. Штабели располагают гнездами, группами и секторами.

Разрывы от мест хранения хлопка под навесами и на открытых площадках предприятия или базы до соседних складов и жилых кварталов принимаются согласно нормам 1952 г. Они колеблются между 30 и 100 м, в зависимости от характера хранимых материалов. При хранении хлопка на территории предприятия должен выделяться специальный ограждаемый участок. Разрывы между закрытыми хранилищами и навесами хлопка и другими зданиями и сооружениями должны приниматься в соответствии с противопожарными нормами 1952 г.

Огнестойкость хранилищ должна отвечать требованиям, предъявляемым Н 102—54 для производств категории В.

Основные дороги располагают на расстоянии не ближе 5 м и не далее 10 м от складов, навесов и площадок. Подъездные железнодорожные пути должны быть не ближе 5 м от бунтов при условии подачи вагонов мотовозами.

Для пожаротушения склады обеспечиваются водоснабжением и первичными средствами.

Самостоятельные базы хлопка-волокна должны оборудовать пожарным водопроводом в соответствии с Н 102—54. На хлопкозаводах, заготовительных пунктах и временных базах, не имеющих водопроводов достаточной мощности, устраивают водоемы с запасом воды на 3 часа. Полезная емкость водоема — 200 м³.

Согласно существующим нормам, закрытые хранилища надо оборудовать спринклерными установками. Особое внимание необходимо обратить на обеспечение склада первичными средствами пожаротушения (огнетушителями, бочками с водой, ведрами, лестницами, баграми, вилами и т. п.).

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Общие сведения

Существуют четыре типа складов лесоматериалов:

открытые склады — для хранения круглого, тесаного, колото-го и пиленого леса;

полузакрытые склады — навесы для просушки и хранения пиломатериалов;

закрытые склады — сарай, пакгаузы, резервные и материаль-ные склады полуфабрикатов, готовой продукции и отходов (стружки, опилки, щепы и т. п.);

специальные (отапливаемые) склады, приспособленные для хранения ценных материалов, а также дополнительной обработ-ки и сортировки продукции (фанеры, столярных изделий и т. п.).

Для длительного хранения (более 6 мес.) большого количест-ва лесоматериалов создают базисные склады.

Пожарная опасность складов

Степень пожарной опасности складов определяется состоя-нием древесины и способом ее хранения. От состояния древеси-ны зависит степень легкости ее загорания. Способ хранения древесины и ее состояние определяют условия развития пожара. Известно, что склады пиломатериалов, например, представляют большую опасность, чем склады бревен. Склады, где хранятся опилки, стружка и прочие отходы, еще более пожароопасны. Степень пожарной опасности при хранении мелких отходов зна-чительно выше, чем при хранении пилопродукции, так как эти отходы легче загораются, а при определенных условиях подвер-жены даже самовозгоранию.

Причинами, вызывающими самовозгорание, являются:

а) микробиологические процессы, которые зарождаются при кучевом хранении влажных, слежавшихся отходов. Под дейст-вием микроорганизмов, быстро размножающихся в результате концентрации теплоты, происходят разложение клетчатки и бро-жение образовавшихся продуктов. Эти процессы сопровождают-ся выделением тепла и нагреванием опилок до 60—70° С. Даль-нейшее повышение температуры происходит, как и при самовоз-горании растительных продуктов, в результате распада неко-торых органических веществ, образования пористого угля, вы-деления теплоты, адсорбции и окисления;

б) попадание в древесные отходы тряпок и концов, пропи-танных животными или растительными маслами.

Определенное влияние на развитие пожара оказывают сле-дующие обстоятельства.

1. Особый способ хранения лесоматериалов, который неред-

ко порождает сквозняки и обуславливает быстрое распространение пожаров на складах, особенно пиленого леса. Материал укладывается в клетки для лучшего проветривания и подсушки. В результате возникают сильные воздушные потоки внутри штабелей (между досок), особенно в жаркую погоду. В разрывах между штабелями также развиваются мощные воздушные потоки, которые пронизывают штабели и усиливают общие конвекционные потоки, даже в безветренную погоду.

2. Развитие высоких температур при пожаре, которые усиливают тягу и вызывают мощные конвекционные потоки, приобретающие иногда силу смерча и способные разнести горящие доски по воздуху, на расстояние до 200 м и более

3. Возможное изменение направления конвекционных потоков в условиях пожара, что затрудняет ориентировку при оценке вероятного направления распространения пожара в целом. Характерен пример, описанный ниже.

Склад занимал большую площадь, где хранился пиленный лес в штабелях-клетках и частично в дощатых сараях.

Под штабелями пиломатериалов имелся слой отходов производства (рейки и опилки) толщиной около 1,5 м. Разрыв между складом и поселком, равный 100 м, также был засыпан опилками и стружками.

Пожар возник от загорания электродвигателя в распиловочном цехе, где были установлены электропилы. Он стал быстро распространяться и перешел на штабели пиломатериалов. Вскоре загорелись вагонетки, деревянная эстакада, циклон, забор и другие строения.

С увеличением площади горения ветер усиливался и, достигнув почти ураганной силы, стал срывать крыши навесов.

В центре горящего склада стали возникать огненные смерчи, которые, двигаясь в одном направлении, постепенно сливались в сплошной восходящий огненный поток, поднимающий горящие доски в воздух на высоту 70—100 м.

В результате нескольких смерчей разрыв между складом и поселком (100 м) был засыпан горящими досками, а часть поселка покрыта своего рода огненным дождем. При этом у многих зданий крыши были подняты в воздух.

Пожар принял огромные размеры из-за отсутствия необходимых разрывов, зеленых насаждений, а также вследствие возникновения вихревых потоков и огненных смерчей, перебрасывающих горящие доски и отходы на значительные расстояния.

Пожарно-профилактические мероприятия

Пожарно-профилактические мероприятия на складах лесоматериалов должны быть направлены на своевременное удаление легкогорючих отходов, исключение возможности появления источников воспламенения и создание условий для успешного тушения возможных пожаров.

Необходимо:

удалить легкогорючие отходы древесины и поддерживать территорию склада в чистоте (периодически убирать сухую траву, бурьян, кору, щепу и прочие отходы);

выделить на складах круглого леса специальные места для разделки и окорки древесины;

регулярно убирать кору и другие отходы с территории, где производятся разделочные и окорочные работы (территорию, сильно загроможденную древесными отходами, нужно рефулировать, т. е. засыпать песком или землей. На очень больших территориях целесообразно при рефулировании использовать земснаряды);

выделить для хранения отходов специальные места, которые должны находиться не ближе 100 м от производственных зданий и складов лесопиломатериалов;

раздельно хранить мелкие и крупные отходы;

обеспечить паровозы и все машины, обслуживающие склад, искроуловителями (наиболее эффективным является искрогаситель-пароподогреватель конструкции ЦНИИ МПС);

запретить курение и применение открытого огня на территории склада. (Для разогрева двигателей автомобилей и тракторов рекомендуется применять передвижные водо-маслогрейки и пароподогревательные установки);

предупредить возможность самовозгорания древесных отходов раздельным хранением крупных и мелких отходов, запретить засыпку на откосах штабелей вместе с отходами досок и горбылей, защитить отходы от влаги и попадания на них промасленных концов из производственных цехов и т. п.

Для локализации и успешного тушения пожаров необходимо:

1. Ограничить количество хранимого лесоматериала в штабелях и на складе в целом.

Допускаемое количество хранимого лесоматериала зависит от состояния древесины, назначения и вида склада. Например, на складах пиломатериалов высота штабелей ограничивается 12 м, а размеры в плане определяются длиной досок. Несколько штабелей, не более 12, объединяемые в группу, не должны превышать площадь 900 м².

Группы штабелей, объединяемые в кварталы, не должны занимать площадь более 4 га. Четыре квартала, образующие «часть склада», могут занять полезную площадь размером не более 16 га при количестве хранимых пиломатериалов в 80 тыс. м³.

Общая полезная площадь полного базисного склада нормами ограничивается в 64 га, что соответствует 320 тыс. м³ хранимого пиломатериала.

На расходных складах круглого леса размеры штабелей ограничиваются по длине 200 м и высоте 8 м, на базисных складах — соответственно 400 и 14 м. На немеханизированных складах отходов размеры штабелей устанавливаются в 100 × 15 × 3 м. При механизированной укладке мелких отходов штабели допускаются длиной до 200 м, шириной до 60 м и высотой до

8 м. Механизированные склады в этом случае должны обеспечиваться противопожарным водопроводом с лафетными стволами.

Общая площадь открытого базисного склада отходов и расходного склада круглого леса нормами ограничивается в 6 га. Для закрытых складов пилопродукции и отходов площадь пола между брандмауерами ограничивается в зависимости от степени огнестойкости здания склада.

2. Установить целесообразную планировку складов и необходимые противопожарные разрывы.

Для этой цели на складах пиломатериалов устанавливаются продольные разрывы между группами штабелей не менее 10 м и поперечные — не менее 5 м, а между смежными кварталами — шириной не менее 25 м. Между частями склада принимается разрыв, равный 50 м, и между полускладами — 100 м (зона).

Базисные склады, полезной площадью свыше 64 га, разделяют на две части противопожарной зоной шириной не менее 200 м. На складах круглого леса между кварталами (через каждые 150 м по фронту) устанавливается разрыв в 10 м и между частями склада, состоящими из трех кварталов, — 25 м.

В противопожарных разрывах и зонах складов, а также в направлении к естественным и искусственным водоисточникам устраиваются проезды с замощенными дорогами.

3. Обеспечить склады средствами пожаротушения.

На складах лесоматериала особое внимание необходимо обратить на водоснабжение.

В соответствии с противопожарными нормами проектирования складов лесных материалов склады пиломатериалов должны иметь водопровод, обеспечивающий подачу не менее 30—60 л/сек воды для пожаротушения.

На открытых складах, общей площадью более 16 га, должен быть сооружен водопровод кольцевой системы высокого давления. При площади склада более 64 га (емкость более 320 тыс. м³) надо построить специальный водопровод с применением лафетных стволов. Расход воды для таких складов устанавливают специально по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

На складах общей площадью менее 8 га, расположенных не далее 200 м от естественных водоисточников (реки, озера и т. п.), устройство водопровода при наличии на складе автонасосов не обязательно.

В любой части склада, не прилегающей к естественному водоему, и в противопожарных разрывах устраивают искусственные водоемы емкостью не менее 200 м³, которые необходимо располагать так, чтобы максимальная длина прокладываемых рукавных линий не превышала 200 м.

Склады пиломатериалов, кроме этого, обеспечиваются первичными средствами пожаротушения и пожарной связью. На

складах круглого леса (расходных и базисных) устраивать противопожарный водопровод не нужно, так как они обычно располагаются у естественных водоисточников (река, озеро и т. п.).

В качестве важного мероприятия, ограничивающего возможность развития пожара, необходимо предусмотреть ограждение территории свалки отходов в отвал канавой шириной в 1 м и глубиной в 1,5 м.

Глава XXIII

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА МАТЕРИАЛЬНЫХ СКЛАДАХ

Пожарная опасность складов

Материальные склады по роду хранимых ценностей обычно бывают смешанными и отличаются большим разнообразием материалов и веществ, которые хранятся нередко в одном здании, а иногда и в одном помещении. Нередко их размещают во временных зданиях.

Чаще всего пожары в смешанных материальных складах происходят в результате нарушения элементарных правил пожарной безопасности: курения и оставления непотушенных окурков, применения открытого огня, неправильной эксплуатации светильников, электропроводки, выключателей, рубильников, предохранителей, применения временной проводки и т. д.

Причиной пожара и взрыва может явиться совместное хранение различных веществ.

Особенно опасен взаимодействие сильных окислителей, веществ самовозгорающихся или способных к образованию взрывчатых смесей, с твердыми и жидкими горючими веществами.

Например, такие сильные окислители как сжатый и жидкий кислород, хлор, бром, фтор, азотная кислота, перекиси натрия и бария, марганцевоокислый калий, селитры, хлораты, перхлораты, хромовой ангидрид, двуокись свинца, хлорная известь и другие при смешении или соприкосновении с органическими веществами в большинстве случаев вызывают их самовозгорание.

Самовозгорание стружек, соломы, сена и скипидара может быть вызвано, например, при попадании на них азотной кислоты. Метиловый спирт, ацетон, глицерин, концентрированная уксусная кислота и другие жидкости, смешивающиеся с водой, самовозгораются от попадания в них перекиси натрия. Алюминиевый порошок, опилки, уголь, сера и другие твердые горючие вещества в измельченном состоянии в смеси с перекисью натрия самовозгораются на влажном воздухе. Смесь перманганата калия (KMnO_4) с твердыми горючими веществами может самовозгореться от действия концентрированных серной и азотной кислот или от удара и трения.

Характерный пожар от нарушения правил совместного хранения различных веществ произошел в одном из смешанных складов, где хранились кожа, текстиль, металлы, металлические изделия и химикаты. В день пожара все секции склада были закрыты и опломбированы. Пожар возник в секции химикатов, где хранились открытый барабан со смесью калиевого хромпика и сернистого натрия, политура, спиртовой лак, масла, парафин, аммиачная селитра, целлулоид, нитролаки и другие горючие вещества. Попадание в смесь хромпика и сернистого натрия воды через кровлю вызвало сильный разогрев и загорание барабана. Ввиду наличия в складе значительного количества горючих веществ, пожар быстро распространился и принял большие масштабы.

Причинами пожаров на материальных складах также могут быть: наличие нестойких веществ, разлагающихся при длительном хранении или под действием тепловых импульсов и энергии солнечных лучей (эферы, аммонийные соли и др.), а также веществ, склонных к самовозгоранию (волокнистые вещества совместно с маслами, олифой и лаками, различные химикалии, металлические порошки и т. п.).

Наличие веществ, энергично реагирующих с водой (и веществами, содержащими кристаллизационную воду) и выделяющих при реакциях тепло или горючие газы (карбиды, едкие щелочи, щелочные металлы, негашеная известь, металлические порошки и т. п.). Выделение тепла при этих реакциях столь значительно, что оно вызывает самовоспламенение продуктов разложения, самого вещества или воспламенение горючих материалов.

Значительное количество сгораемых материалов, приходящихся на единицу площади пола складских зданий (что является характерной особенностью складов, по сравнению с производственными цехами), может привести к пожарам, продолжающимся по нескольку часов. При этом температуры в зоне горения могут достигать 1200—1300° С.

В отдельных случаях продолжительность пожаров достигала 10 час., а температура — 1400° С.

Поучителен пожар в материальном складе одного завода. Склад, в котором произошел пожар, размещался в подвале, имеющем перекрытие из монолитного железобетона толщиной 25 см по железобетонным опорам.

В одной части подвала размещались склады масел, резины, двигателей, электрооборудования и запасных частей. Склад масел был отделен кирпичными стенами. Другие склады были ограждены сгораемыми перегородками и имели деревянные стеллажи. Подвал перегрузили горючими материалами, сгораемыми перегородками и стеллажами. Противопожарных преград не было.

На одном из участков подвала, где хранились запасные части, сгораемая тара, смазочные масла, вазелин, бочка с бензином, возник пожар от незатушенной папиросы, брошенной под стеллаж.

Недостаточное количество входов и большое количество горючих материалов привели к развитию высокой температуры.

Несмотря на введение в очаг пожара мощных водяных струй, через 7 час. 50 мин. внутри корпуса было отмечено кипение асфальта на полу, прогиб перекрытия, образование в нем трещин и выход огня и дыма.

Через 9 час. произошло первое обрушение железобетонного перекрытия над подвалом на площади 230 м². Через 10 час. 50 мин. — второе на площади

440 м², что повлекло за собой обрушение противопожарной зоны покрытия и через 12 час. 50 мин. — третье на площади 230 м².

Наличие в складских помещениях сосудов с горючими жидкостями и газами, в свою очередь, способствует распространению пожара и создает дополнительные трудности в организации пожаротушения.

Особенности пожарной профилактики

Ограничение количества хранимых материалов, деление складов на отсеки. При хранении ценных сгораемых материалов склады должны разделяться брандмауерами на отсеки, позволяющие в случае возникновения пожара ликвидировать его с минимальным ущербом. При хранении в одном складе различных материалов и изделий, разделение на отсеки должно производиться по признакам однородности гасящих веществ (вода, пена) и однородности возгорания хранимых материалов.

Предельные площади таких отсеков устанавливаются в зависимости от ценности и значимости хранимых материалов, но они не должны превышать 700 м². При оборудовании складов спринклерными или автоматическими дренчерными установками площади отсеков допускается увеличивать вдвое.

Запрещение совместного хранения взаимноопасных и не одинаково ведущих себя в условиях пожара веществ. При проверке баз и складов особое внимание необходимо обращать на так называемые смешанные склады, учитывать ассортимент материалов, допустимость совместного их хранения, количество и ценность хранимых материалов. Взаимоопасные материалы и вещества необходимо хранить только в отдельных отсеках, изолированных несгораемыми стенами. Есть очень много веществ, весьма опасных при взаимном соприкосновении или смешивании. Это все вещества, которые при взаимодействии друг с другом воспламеняются, выделяют тепло и горючие газы или образуют взрывоопасные концентрации и взрывчатые смеси.

К основным группам веществ, которые нельзя хранить совместно, относятся:

- а) взрывчатые вещества;
- б) вещества, способные к образованию взрывчатых смесей с другими органическими веществами (хлораты, перхлораты, перманганаты, селитры — азотнокислые калий, натрий, кальций, барий, перхлорат и перманганат калия и др.);
- в) сжатые и сжиженные, горючие и поддерживающие горение газы (водород, ацетилен, аммиак, кислород, хлор и др.);
- г) вещества, самовозгорающиеся или воспламеняющиеся самопроизвольно при соприкосновении с воздухом (фосфор белый, цинковая пыль, алюминиевая пыль и пудра, сернистые металлы, карбиды щелочных металлов, органические соединения, содержащие мышьяк, сурьму и фосфор и др.);

д) вещества, самовозгорающиеся или вызывающие горение при действии на них воды (натрий, калий, карбид кальция, фосфористый кальций и натрий, гашеная известь, карбиды и гидриды щелочных металлов и др.);

е) легкогорючие и легковоспламеняющиеся твердые и жидкие вещества (целлулоид, красный фосфор, сера, волокнистые вещества, эфиры, спирты, углеводороды, нефтепродукты и т. п.);

ж) вещества, могущие вызвать воспламенение (сильные окислители — хлор, бром, азотная кислота, перекись натрия и бария, хромовый ангидрид, марганцевокислый калий и др.).

Правильный выбор огнестойкости проектируемых складских зданий и сооружений. Требуемая степень огнестойкости зданий, группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости частей зданий должны приниматься согласно Н 102—54 в зависимости от пожарной опасности хранимых материалов (категории склада). Ценные материалы должны храниться только в негораемых складских помещениях. Наиболее рационально, по экономическим соображениям и условиям пожарной безопасности, строить склады из сборного железобетона.

При хранении в складском здании (I степени огнестойкости) сгораемых материалов и веществ более 100 кг на 1 м² площади пола одного этажа (в пределах противопожарного отсека), пределы огнестойкости элементов здания рекомендуется принимать в соответствии с табл. 12.

Таблица 12

Пределы огнестойкости элементов зданий в часах

Количество сгораемых материалов на 1 м ² площади пола одного этажа в кг	Наименование элементов здания и пределы их огнестойкости			
	несущие стены и стены лестничных клеток	колонны и столбы	перекрытия и бесчердачные покрытия перегородки	брандмауеры
101—200	4,5	4,0	2	7
Более 200	5	5	3	9

Установление соответствующей планировки и требуемых разрывов между складскими зданиями и сооружениями. Противопожарные разрывы между двумя зданиями, сооружениями, закрытыми складами определяются степенью их огнестойкости по наиболее опасной категории производства, размещенного в одном из зданий. Разрывы должны быть не менее указанных в Н 102—54.

Если площади навесов не превышают нормируемых величин, допускаемых между брандмауерами (в соответствии с нормами

Н 102—54), то противопожарные разрывы между ними не нормируются. Не менее важными противопожарными мероприятиями являются: запрещение размещать опасные склады в подвальных и полуподвальных этажах, ограничение количества сгораемой упаковки и тары, защита сгораемых складских зданий (особенно расположенных вблизи железнодорожных путей и производственных установок, которые выделяют искры) противопожарными пропитками и обмазками.

На складах, где хранятся большие материальные ценности, бывает целесообразным устройство электрической пожарной сигнализации с тепловыми извещателями и спринклерование помещения. В складских помещениях не допускается печное отопление (за исключением случаев, когда оно требуется по условиям хранения материальных ценностей и нельзя устроить центральное отопление). В складах, относящихся по роду хранимых материалов к категориям А, Б и В, вообще не допускается устройство печного отопления. В остальных случаях установка печей разрешается только при выполнении всех необходимых противопожарных требований. Неисправные приборы отопления эксплуатировать запрещено. В сгораемых помещениях складов печное отопление недопустимо.

Особое внимание необходимо обращать на соответствие и исправность электропроводки, светильников, выключателей и рубильников, наличие калиброванных, стандартных предохранителей и т. п. Неисправными светильниками, электропроводкой, выключателями, нестандартными предохранителями пользоваться нельзя.

По окончании работы на складе вся электропроводка внутри складских помещений должна обесточиваться. Для этого необходимо общие рубильники оборудовать снаружи зданий в специальных ящиках, запираемых на замки. Перед тем, как обесточить электросеть и закрыть склад, заведующий складом лично обязан сделать обход всех помещений и убедиться в их пожаробезопасном состоянии. Складские здания, особенно в сельской местности, следует защищать от грозовых разрядов в соответствии с указаниями о грозозащите.

На каждом складе (базе, в магазине) должна быть инструкция противопожарного режима. В ней надо отразить режим и нормы хранения материальных ценностей, порядок сдачи и приема складов после работы, обязанности обслуживающего персонала и охраны в случае пожара, способы и порядок эвакуации материалов, порядок вызова пожарных команд и другие вопросы.

На территории склада и внутри хранилищ необходим жесткий противопожарный режим. Строго запрещается курение и применение открытого огня, загромождение проездов, проходов и выходов, перегрузка помещений материальными ценностями и т. п.

Территория складов и складские помещения обеспечиваются первичными средствами пожаротушения в соответствии с нормами ГУПО. Отапливаемые складские помещения при объеме здания 5000 м³ и более надо оборудовать внутренним противопожарным водопроводом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Госхимиздат, 1950.
2. Бокшицкий. Противопожарная профилактика на химических предприятиях. Госхимиздат, 1945.
3. Жевровский С. Н. Электрофильтры. Госэнергоиздат, 1950.
4. Соколов А. Я. Оборудование мельниц и крупозаводов. Заготиздат, 1949.
5. Берман С. С. Форсунки и мазутное хозяйство горячих цехов. Гостоптехиздат, 1950.
6. Шишаков Н. В. Основы производства горючих газов. Госэнергоиздат, 1948.
7. Цетлин Б. В. Техника безопасности в машиностроении. Оборонгиз, 1952.
8. Веселов А. И. Пожарная безопасность при электрогазосварочных работах. Изд. МКХ РСФСР, 1954.
9. Левинсон Е. М. Электронская обработка металлов. Основные сведения. Машгиз, 1952.
10. Бердинский И. П. Сушка и склейка древесных материалов в поле токов высокой частоты. Гостехиздат, 1948.
11. Демидов П. Г. Основы горения веществ. Изд. МКХ РСФСР, 1951.
12. Браун П. М. Пожарная профилактика. Части I, II и III. Воениздат, 1952.
13. Смирнов В. М. Пожары и взрывы газгольдеров. Пищепромиздат, 1940.
14. Энциклопедический справочник «Машиностроение», тт. 7 и 14. Машгиз, 1946.
15. Годжелло М. Г. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение. Изд. МКХ РСФСР, 1952.
16. Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест (Н 102—54). ГИЛ по строительству и архитектуре, 1954.
17. Нормы и технические условия проектирования складских предприятий и хозяйств для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (Н 108—53). ГИЛ по строительству и архитектуре, 1953.
18. Противопожарные нормы проектирования складов ископаемого угля (Н 104—52). Стройиздат, 1952.
19. Нормы первичных средств пожаротушения для производственных, складских, общественных и жилых помещений. Изд. МКХ РСФСР, 1950.
20. Правила устройства электротехнических установок. Части I и II. Госэнергоиздат, 1950.
21. Общая инструкция по производству ацетилена. Госхимиздат, 1952.
22. Правила устройства, содержания и освидетельствования баллонов для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Энергоиздат, 1950.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

От автора 3

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ХРАНЕНИИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

Глава I

Пожарная профилактика при получении горючих генераторных газов

Общие сведения	5
Устройство и работа газогенераторов	6
Пожарная опасность газогенераторных установок	9
Пожарно-профилактические мероприятия	12

Глава II

Пожарная профилактика при очистке горючих газов

Общие сведения	18
Процессы очистки	18
а) Механическая очистка	18
б) Химическая очистка	19
Пожарная опасность процессов очистки газов	22
Пожарно-профилактические мероприятия	26

Глава III

Пожарная профилактика при транспортировке горючих газов по газопроводам

Общие сведения	30
Пожарная опасность транспортировки газов	31
Пожарно-профилактические мероприятия	32

Глава IV

Пожарная профилактика при производстве газообразного и растворенного ацетилена

Общие сведения	37
Технологическая схема производства газообразного ацетилена	40
Пожарная опасность производства газообразного ацетилена	42
Пожарно-профилактические мероприятия	47
Пожарная опасность производства растворенного ацетилена	53
Пожарно-профилактические мероприятия	56
Пожарная опасность и профилактические мероприятия при производ- стве ацетилена в передвижных генераторах	60

Глава V

Пожарная профилактика при производстве водорода

Технологическая схема получения водорода	68
Пожарная опасность производства водорода	70
Пожарно-профилактические мероприятия	71

Глава VI

Хранение газов в баллонах

Общие сведения	72
Пожарная опасность хранилищ баллонов	74
Пожарно-профилактические мероприятия	83
а) Общие требования, предъявляемые к баллонам	83
б) Хранение баллонов	85
в) Эксплуатация и транспортировка баллонов	86
г) Тушение пожаров газовых баллонов	87

Глава VII

Хранение газов в мокрых газгольдерах

Устройство и работа газгольдера	87
Пожарная опасность мокрых газгольдеров	89
Пожарно-профилактические мероприятия	91

Глава VIII

Хранение газов в сухих газгольдерах

Устройство и работа газгольдера	94
Пожарная опасность сухих газгольдеров	96
Пожарно-профилактические мероприятия	98
Газгольдеры высокого давления	102

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ И ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава IX

Пожарная профилактика при дроблении и размоле твердых горючих веществ

Общие сведения	106
Дробление и размол твердых горючих веществ	108
Пожарная опасность процессов дробления и размола	110
Пожарно-профилактические мероприятия	115

Глава X

Пожарная профилактика при грохочении, транспортировке и хранении измельченных материалов

Грохочение измельченных материалов	118
Транспортировка измельченных материалов	120
Хранение измельченных материалов	123

Глава XI

Пожарная профилактика при разделении пылевоздушных смесей

Общие сведения	124
Механическое разделение	124
Фильтрация через пористые материалы	127
Разделение пылевоздушных смесей электрофильтрами	128

Глава XII

Пожарная профилактика в мукомольном производстве

Общие сведения	131
Основные производственные операции мельничных комбинатов	132
Пожарная опасность и пожарно-профилактические мероприятия на мукомольных заводах	134
а) Пожароопасные свойства зерна, мельничной и элеваторной пыли	134
б) Приемно-элеваторное отделение	136
в) Зерноочистительное и размольное отделения	139
г) Требования к устройству вытяжной вентиляционной (аспирационной) системы	142
д) Общие требования к конструкциям здания и содержанию помещений	147

Глава XIII

Пожарная профилактика на текстильных фабриках

Общие сведения	148
Технологический процесс прядильной фабрики	149
Пожарная опасность хлопкопрядильных фабрик	155
Пожарно-профилактические мероприятия	161

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Глава XIV

Пожарная профилактика в литейных цехах

Основные производственные операции	168
Пожарная опасность литейных цехов	172
Пожарно-профилактические мероприятия	174

Глава XV

Пожарная профилактика в цехах термической обработки металлов

Основные производственные операции	177
Пожарная опасность термических цехов	179
Пожарно-профилактические мероприятия	182

Глава XVI

Пожарная профилактика в цехах горячей обработки металлов

Общие сведения	188
Пожарная опасность цехов горячей обработки металлов	188
Пожарно-профилактические мероприятия	189

Глава XVII

Пожарная профилактика в цехах холодной обработки металлов

Пожарная опасность основных процессов холодной обработки металлов и профилактические мероприятия	191
Пожарная опасность и профилактические мероприятия при обработке магниевых сплавов	195
Пожарная опасность и профилактические мероприятия при сварочных работах	198

Глава XVIII

Пожарная профилактика в деревообрабатывающих цехах

Основные производственные операции	203
------------------------------------	-----

Пожарная опасность деревообрабатывающих цехов	203
Пожарно-профилактические мероприятия	205
Пожарная опасность сушилок древесины	208
Пожарно-профилактические мероприятия	213

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СКЛАДАХ ТВЕРДЫХ И ВОЛОКНИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

Глава XIX

Пожарная профилактика на складах ископаемых углей

Общие сведения	216
Пожарная опасность складов	217
Пожарно-профилактические мероприятия	222

Глава XX

Пожарная профилактика на складах торфа

Общие сведения	226
Пожарная опасность складов торфа	227
Пожарно-профилактические мероприятия	229

Глава XXI

Пожарная профилактика на складах волокнистых материалов

Общие сведения	233
Пожарная опасность складов	234
Пожарно-профилактические мероприятия	235

Глава XXII

Пожарная профилактика на складах лесоматериалов

Общие сведения	238
Пожарная опасность складов	238
Пожарно-профилактические мероприятия	239

Глава XXIII

Пожарная профилактика на материальных складах

Пожарная опасность складов	242
Особенности пожарной профилактики	244
Литература	248

1929-1955 г. 20 раз сохр
 другой ком. ст. 1,9 раз

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
24	7 снизу	реакции за счет расширения газа и увеличения упругости	реакции, расширения газа и упругости
43	2 сверху	СТКВ	СТВК
47	15 снизу	СТКВ	СТВК
72	4 сверху	водорода	водяного газа
81	5—4 снизу	зависимости и прочности	зависимости прочности
111	13 снизу	конденсация	концентрация
142	17 сверху	подсилоного	надсилоного
151	2 снизу	главного	головного
165	15 сверху	высоких	вертикальных
193	23 снизу	электрические	электролитические
196	16 снизу	выключаться	включаться
198	1 снизу	электродержателю	электрододержателю
199	7 сверху	электродержатель	электрододержатель
199	Подпись под рис. 92		
201	5 сверху	электродержателя	электрододержателя
245	3 сверху	гашеная известь	негашеная известь

В. М. Смирнов, М. В. Алексеев, П. Г. Демилев. Пожарная профилактика при получении и переработке горючих газов и твердых веществ.