

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

А. А. Ивашкевич

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

*Рекомендовано издательско-библиотечным советом университета
в качестве текстов лекций*

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2012

УДК 614.841.34:697.9(075.8)
ББК Н762.2н6+Н96
И 242

Р е ц е н з е н т ы :

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
Дальневосточного Государственного университета путей сообщения
(Заведующий кафедрой д-р биол. наук, проф. *М. Х. Ахтямов*),

Начальник отдела инженерного обеспечения и охраны окружающей среды
КГБУ «Единая Государственная экспертиза проектной документации
и результатов инженерных изысканий Хабаровского края»
А. М. Петренко

Научный редактор
канд. физ.- мат. наук, доц. *С. А. Псаров*

Ивашкевич А. А.

И 242 Пожарная безопасность систем вентиляции : тексты лекций /
А. А. Ивашкевич. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 110 с.
ISBN 978-5-7389-1039-75

Тексты лекций предназначены для чтения при изучении дисциплины «Вентиляция». В них изложены наиболее общие сведения об основных принципах обеспечения пожарной безопасности здания, пожарной классификации зданий, помещений, строительных конструкций и материалов. В лекциях рассмотрены причины возникновения пожара, возможные пути его распространения по элементам систем вентиляции, нормативные требования к системам вентиляции. Приведены противопожарные мероприятия по предотвращению возникновения и распространению пожара, обеспечению возможности тушения пожара и безопасной эвакуации людей.

Издание предназначено для студентов специальности 270109.65 «Теплогазоснабжение и вентиляция».

УДК 614.841.34:697.9(075.8)
ББК Н762.2н6+Н96

ISBN 978-5-7389-1039-5

© Тихоокеанский государственный
университет, 2012
© Ивашкевич А. А., 2012

ВВЕДЕНИЕ

При изучении систем обеспечения микроклимата вопросы пожарной безопасности инженерных систем составляют отдельную тему, так как понимание сущности проблемы и типовых способов ее решения не связано напрямую со знанием стандартных методик расчета воздухообменов, аэродинамического расчета воздуховодов или подбора вентиляционного оборудования. В области противопожарного нормирования действуют специальные нормативные документы, с которыми студенты мало знакомятся в процессе обычных практических и лабораторных занятий. Тем не менее актуальность изучения данной темы исключительно высока, так как инженерные системы, и в особенности системы вентиляции с их протяженными воздуховодами, при неправильном конструировании могут стать мощным фактором быстрого распространения пожара по зданию.

Кроме того, исключительно важна роль противодымной вентиляции для обеспечения безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара, что требует хорошего понимания принципов защиты путей эвакуации, знания применяемого оборудования и правил конструирования систем такого назначения.

В данном курсе лекций, рассмотрены наиболее общие принципы защиты здания от пожара и мероприятия, применяемые при конструировании и эксплуатации систем вентиляции, для обеспечения ее пожарной безопасности.

Системы вентиляции, имеющие воздуховоды, часто выполняют роль систем воздушного отопления, подавая в помещения перегретый воздух. Кроме того, системы воздушного кондиционирования также конструктивно схожи с системами вентиляции, имеют развитые сети воздуховодов и схожее оборудование. Различие здесь чаще всего заключается в наличии некоторого устройства охлаждения воздуха, но с точки зрения пожарной безопасности это совершенно не принципиально. Поэтому в общем случае следует говорить о пожарной безопасности не систем вентиляции, а систем отопления, вентиляции и кондиционирования (далее для такого сочетания будем использовать сокращение – «системы ОВК»), называемых часто также системами обеспечения микроклимата помещений.

Лекция 1

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРЕ И ПРОТИВОПОЖАРНОМ НОРМИРОВАНИИ

- 1.1. Противопожарное нормирование систем вентиляции.
- 1.2. Причины возникновения пожара.
- 1.3. Пути распространения пожара по системам вентиляции.

1.1. Противопожарное нормирование систем вентиляции

Под пожаром понимается неконтролируемое горение вне специально организованного очага, наносящее материальный ущерб. Поражающими факторами пожара являются высокая температура, тепловое излучение и дым. Следует отметить, что материальный ущерб в основном создается за счет действия высокой температуры и излучения, а гибель людей при пожаре чаще всего обусловлена отравлением продуктами горения, то есть задымлением.

Чем больше площадь и продолжительность пожара, тем больше выгорает веществ и материалов, что приводит к увеличению материального ущерба от пожара. Своевременная организация начала тушения пожара позволяет локализовать очаг пожара и уменьшить нанесенный материальный ущерб.

В процессе пожара ущерб наносится не только горючим компонентам здания, но и негорючим элементам конструкций здания и инженерных систем (металлические фермы, трубопроводы, колонны, монолитные железобетонные конструкции). Это обусловлено изменением физико-механических свойств материала при воздействии повышенной температуры.

Существенную роль в нанесении материального ущерба от пожара играет потеря несущей способности основных конструктивных элементов здания (стен, колонн, балок), в результате чего происходит обрушение перекрытий и покрытий, а часто и всей конструкции здания. Тушение пожара в этом случае становится фактически бесполезным, так как чаще всего после обрушения здание не подлежит восстановлению.

Защита зданий от пожара является неотъемлемой составляющей процесса проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Она осуществляется путем применения комплекса специальных технических средств и организационно-технических мероприятий, предназначенных для уменьшения вероятного ущерба от пожара. Невозможно рассматривать

пожарную опасность систем ОВК и противопожарные требования к ним в отрыве от самого здания, в котором они смонтированы. Состав самих систем и их конструктивные особенности определяются в первую очередь назначением и архитектурно-планировочными решениями здания. Поэтому требования к системам ОВК должны органично вписываться в общий состав требований к зданию в целом, соответствуя им и по уровню.

Понятно, что имеются определенные нормативные требования к архитектурно-планировочным решениям зданий, материалу элементов и конструкций, способам их соединения. Эти требования больше касаются архитекторов и специалистов, проектирующих конструктивные элементы здания. Свой перечень требований имеется к технологическому и энергетическому оборудованию, к организации технологического процесса, к системам электропитания и освещения и т. д. Вся совокупность этих требований и соответствующих мероприятий и образует систему противопожарной безопасности здания, и системы ОВК должны вписываться в нее, а не стоять особняком.

Очевидно, что уровень требований к инженерным системам должен соответствовать уровню требований к остальным элементам здания. Бессмысленно вкладывать большие средства в обеспечение пожарной безопасности систем вентиляции в одноэтажном деревянном здании – при возникновении пожара распространение очага обеспечат сами горючие конструкции здания. Также очевидно, что уровень требований противопожарной безопасности к складу металлических конструкций и многоэтажной гостинице должен быть разным, хотя по объему это могут быть примерно одинаковые здания.

Поэтому, прежде чем рассматривать особые требования к системам ОВК, следует вкратце ознакомиться с общими принципами обеспечения пожарной защиты здания, основными терминами и показателями самих строительных материалов, конструкций и здания в целом.

Следует четко понимать, что невозможно построить абсолютно безопасное здание в пожарном отношении, так как оно создается для определенной функциональной цели и содержит определенный набор оборудования, мебели, элементов внутренней отделки и интерьера, которые изначально будут обладать определенной пожарной опасностью. Для снижения вероятности возникновения и распространения пожара применяются специальные **противопожарные мероприятия**, которыми и обеспечивается определенный уровень пожарной безопасности здания.

Эти мероприятия направлены на достижение следующих целей:

- **снижение вероятности возникновения пожара;**
- **снижение возможности распространения пожара;**
- **повышение возможности локализации и тушения пожара;**
- **обеспечение необходимого времени и условий безопасной эвакуации людей.**

Понятно, что любые мероприятия требуют дополнительных затрат труда, материальных и финансовых средств на их реализацию. Например, для снижения горючести некоторых материалов требуется пропитка их специальными составами, которые затрудняют или вообще предотвращают их горение. Для создания надлежащих условий эвакуации людей может потребоваться сооружение дополнительных эвакуационных выходов, обеспечение подпора воздуха в лифтовые шахты и сооружение систем дымоудаления. Часто требуется покрытие несущих металлических конструкций специальными составами или тепловой изоляцией, установка пожарных кранов с разводкой системы трубопроводов, дополнительная тепловая изоляция воздуховодов, применение специального вентиляционного оборудования во взрывобезопасном исполнении и многое другое. Таким образом, **реализация противопожарных мероприятий изначально затратна.**

При этом вполне возможно, что установленное оборудование и предпринятые на случай пожара мероприятия так и не будут задействованы, если в данном здании пожар никогда не возникнет. В этом случае вложенные средства вроде бы оказались истраченными напрасно. При этом понятно, что, даже вложив значительные средства, невозможно обеспечить абсолютную пожарную безопасность здания и отдельных помещений из-за наличия в них горючей среды – пожар возникнуть может всегда. Особенно следует отметить, что часто меняется первоначальное назначение зданий, производится перепланировка помещений, проходы загромождаются горючими предметами и тарой из-за нарушения норм пожарной безопасности. Поэтому, даже если на этапе проектирования и строительства были соблюдены все нормы, их нарушение может быть совершено в процессе эксплуатации. Гарантировать невозможность возникновения пожара на 100 % нельзя.

Поэтому возникает необходимость ограничения размеров затрат и, следовательно, ограничения количества и вида мероприятий. Таким образом, **существующие нормативные противопожарные требования – это компромисс между риском получения определенного ущерба в случае возникновения пожара и стоимостью предлагаемых противопожарных мероприятий.**

Противопожарные мероприятия – это своего рода страховка от возможных в будущем материальных и людских потерь в случае возникновения пожара. Как и в страховом бизнесе, относительно умеренные дополнительные начальные вложения гарантируют, что вы потеряете не все имущество, а только какую-то разумную часть.

Очевидно, что для разных зданий и стоимость страховки должна быть разной, то есть для разных зданий требуется и разный уровень противопожарных мероприятий. Если в здании находится дорогое оборудование, которое может быть потеряно вследствие пожара, то требуется более высокий уровень мероприятий, то есть более высокая степень гарантии,

что пожар не возникнет или будет вовремя ликвидирован. Если же здание не ответственное и вероятность людских потерь невелика (в здании мало людей, люди не находятся в спящем состоянии, не инвалиды и не дети, и высота помещений достаточно большая, так что задымление нижней зоны маловероятно), то уровень требований к мероприятиям будет невысок.

Таким образом, при выработке противопожарных требований к зданию и рекомендуемых мероприятий исходят из следующих критериев:

- стоимости самого здания и находящегося в нем оборудования;
- взрывопожарной и пожарной опасности здания;
- функциональной пожарной опасности здания.

Взрывопожарная опасность здания зависит главным образом от особенностей технологического процесса и обращающихся в нем материалов.

Функциональная пожарная опасность зависит от следующего:

- наличия горючей среды (пожарная опасность помещений);
- количества людей;
- способности людей самостоятельно эвакуироваться из помещения (определяется возрастом и состоянием здоровья людей);
- степени ознакомления людей с расположением выходов (является ли основное количество находящихся в здании люди постоянным персоналом или случайными посетителями).

1.2. Причины возникновения пожара

Возникновение пожара вероятно при наличии горючей среды (функционально обусловленной назначением здания или появившейся вследствие аварии или нарушения правил пожарной безопасности), при появлении в этой среде источника зажигания, способного ее зажечь.

Таким образом, для возникновения пожара необходимо наличие двух составляющих: горючей среды и источника зажигания. Окислителем при пожаре выступает кислород воздуха, поэтому вопрос о наличии окислителя не ставится.

Горючая среда имеется в большинстве помещений здания. Даже если нам кажется, что в помещении нечему гореть, на самом деле при более внимательном рассмотрении оказывается, что пожар может быть и здесь. Типичным примером являются лестничные клетки жилых зданий – здесь нет мебели, оборудования и технологического процесса. Однако наличие деревянных перил и масляной краски на стенах создает достаточные условия для распространения пожара, особенно с учетом большой высоты помещения, создающей значительную тягу для продуктов горения. В складе запасных деталей для тракторов вроде бы лежат металлические изделия, которые не могут гореть. Но они всегда хранятся в упаковке из промаслен-

ной бумаги, могут лежать в деревянных ящиках на деревянных полках, что создает достаточное количество горючей среды. Наружная облицовка фасадов зданий, выполненная из пластмассовых изделий, является мощным фактором распространения пламени на всю высоту здания.

К горючим средам относятся:

- мебель, одежда, книги и другие предметы быта;
- функциональное (технологическое) оборудование и предметы труда, выполненные из горючих материалов;
- горючие материалы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости и их пары, горючие дисперсные среды (пыли), горючие газы, применяемые или обращающиеся в функциональном (технологическом) процессе;
- упаковка товаров, материалов и полуфабрикатов, участвующих в технологическом процессе;
- строительные конструкции, их облицовка и отделка, а также элементы инженерного оборудования объектов (трубопроводы, воздуховоды, кабели и т. п.), выполненные из горючих материалов или с их применением.

Источники зажигания характеризуются рядом параметров, в числе которых следует отметить **температуру, мощность и продолжительность действия.**

Каждый из этих параметров в отдельности может иметь достаточный уровень для воспламенения горючей среды, однако возможность воспламенения определяется сочетанием этих параметров, а не каждым в отдельности. Так, температура горения спички явно выше температуры воспламенения угля, однако ею вряд ли удастся поджечь более-менее крупный кусок – мощности источника и продолжительности воздействия недостаточно, чтобы нагреть материал до температуры воспламенения.

Чем меньше частички горючего материала, тем легче происходит процесс воспламенения. Поэтому наиболее опасными компонентами являются горючие газы, которые при попадании в воздух помещения перемешиваются с ним на молекулярном уровне. При этом если концентрация газа находится между нижним и верхним пределами взрываемости, то горение распространяется в форме взрыва. Причиной воспламенения может быть даже достаточно маломощный и кратковременный источник – электрическая искра при срабатывании какого-либо выключателя или искра от удара двух металлических предметов.

Легко горят и взрываются мелкодисперсные органические пыли, находящиеся в воздухе. Это приводит к высокой пожарной опасности технологических процессов, где они обращаются (пыль муки, сахара, крахмала, табака, угля).

Некоторые технологические процессы изначально подразумевают использование оборудования с высокой температурой или открытого пламени (сварка, газовая резка, кузнечное производство, литейные и плавильные цеха и многое другое), а горючие материалы в технологическом процессе не используются. В других производствах используется большое количество горючего материала (деревообработка, легкая промышленность, полиграфия, пищевое производство), но нет технологических источников зажигания с высокой температурой. Но даже если есть всего одна составляющая из условий для возникновения пожара, следует всегда помнить – **вторая составляющая может появиться случайно**. Причиной появления источника зажигания могут быть самые разные ситуации: короткое замыкание электропроводки, перегрев или поломка оборудования, брошенный окурок, бытовые печи и обогреватели, удар молнии, террористический акт. Точно также причиной появления горючей среды могут быть самые разные обстоятельства: разлив горючей жидкости, неправильное хранение материалов и продукции, осаждение горючей пыли на поверхности оборудования, поломка оборудования вытяжной вентиляции, одежда или обувь, развешанные для просушки.

К основным источникам зажигания при пожаре относятся:

- бытовые источники огня (спички, зажигалки, свечи, сигареты и др.);
- искрообразование при работе электротехнических изделий в нормальном (выключатели, пускатели) или аварийном режиме (плохой контакт);
- аварийный тепловой режим работы электротехнических изделий, включая кабельную продукцию;
- технологические процессы, связанные с применением или образованием источников повышенных температур, открытого огня и пламени;
- разряды статического или атмосферного электричества;
- искры, возникающие при трении или ударе предметов (в основном металлических);
- раскаленные продукты горения или взрыв, предшествующий возникновению пожара.

Для снижения вероятности возникновения пожара необходимо предусматривать мероприятия, которые исключат появление источника воспламенения.

С учетом того, что проблемы борьбы с пожарами и задачи обеспечения противопожарной безопасности характерны для всех стран, накоплен достаточно большой опыт, который позволяет обобщить накопленную информацию и выявить наиболее распространенные причины пожаров.

Основными причинами возникновения пожаров по статистике являются:

- неосторожность при обращении с бытовыми источниками огня;
- перегрев электронагревательных и электробытовых приборов;
- нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации печей;
- перенапряжение электрической цепи;
- несоответствие электрической защиты приборов и оборудования действующим нормативам;
- выполнение электросварочных и ремонтных работ с нарушением правил пожарной безопасности;
- технологические аварии;
- взрывы;
- поджоги и террористические акты.

Большинство вышеперечисленных причин особых комментариев не требует. Перенапряжение электрической цепи может приводить к пробоем электрической изоляции оборудования с возникновением искр, коротких замыканий, перегреву обмоток двигателей и нагревателей, входящих в состав вентиляционного оборудования, а также силовых устройств систем управления и автоматики.

Особенно следует отметить последний пункт – поджоги и террористические акты, опасность которых в наши дни существенно возросла. Характерной особенностью является также то, что террористические акты направлены, как правило, на достаточно крупные объекты с большим количеством персонала и посетителей, где последствиями пожара могут быть огромный материальный ущерб и гибель большого числа людей.

Причинами возникновения пожаров из-за работы систем ОВК являются:

- высокие температуры на поверхности оборудования (перегрузка нагревателей и двигателя);
- отсутствие заземления;
- отсутствие устройств тепловой и токовой защиты электрооборудования;
- применение вентиляторов в обычном исполнении в системах, обслуживающих взрывоопасные помещения
- неверный расчет систем, и как следствие, превышение допустимых концентраций взрывоопасных веществ;
- отсутствие или неработоспособность аварийной вытяжной вентиляции во взрывоопасных помещениях;

- применение материалов с ненормируемой огнестойкостью;
- некачественный монтаж оборудования, ненадежность крепления к строительным конструкциям;
- некачественное обслуживание систем, очистки фильтров, смазки двигателей, очистки систем от пыли;
- недостаточная герметичность систем, приводящая к утечке из них взрыво- и пожароопасных смесей или продуктов сгорания.

Перегрев электронагревателей возможен в случае недостаточного теплосъема с их поверхности. Например, в приточных системах вентиляции с электрическими воздухонагревателями недопустимо значительное уменьшение расхода воздуха, так как при снижении скорости потока, обдувающего ТЭНы, их температура может значительно возрасти. Это может привести к воспламенению матерчатого фильтра, расположенного рядом. Часто в бытовых помещениях электрические обогреватели становятся причиной пожара из-за того, что на них ставят или навешивают одежду и обувь для просушки.

Наличие заземления для электрического оборудования (в том числе отопительно-вентиляционного) является исключительно важным. Само по себе заземление не решает вопроса электрической защиты, оно должно обязательно дополняться наличием тепловой и токовой защиты в блоке питания или шкафу автоматики. Поясним подробнее этот момент.

Тепловое реле предназначено для защиты оборудования от перегрева в случае работы на предельных нагрузках или при повышенных температурах окружающего или перемещаемого воздуха. Это чаще всего биметаллическое реле, обладающее достаточно большой инерцией, чтобы не отключить электродвигатель в начальный момент пуска, когда через него идут большие пусковые токи. Через определенный период времени реле прогревается. Если оборудование работает в допустимом режиме, его температура недостаточно высока для срабатывания теплового реле. Только когда оборудование достаточно длительный период работает с перегрузкой или недостаточно охлаждается, температура реле повышается и оно срабатывает, отключая оборудование от электропитания.

Если тепловое реле установлено в шкафу автоматики, оно не может реагировать непосредственно на температуру двигателя. Чтобы косвенно оценить режим работы оборудования, ток двигателя пропускается по небольшому нагревательному элементу, который прогревает биметаллическую пластину реле (рис. 1.1).

Чем больше потребляемый ток, тем выше температура пластины. При некотором максимальном токе температура становится достаточной для срабатывания реле, которое отключает оборудование от электросети. При остывании реле оно может снова автоматически включить нагрузку.

В некоторых случаях, чтобы не делать тепловое реле слишком мощным, на полный ток нагрузки, контакты реле используют как вспомогательные для разрыва цепи питания катушки магнитного пускателя. В этом случае контакты теплового реле отключают не нагрузку, а катушку пускателя, что вызывает срабатывание пускателя, и уже он отключает нагрузку. В этом случае при остывании теплового реле оно снова замкнет свои контакты, но нагрузка не включится, так как она отключена от сети магнитным пускателем. Для включения нагрузки необходимо нажать кнопку пускателя.

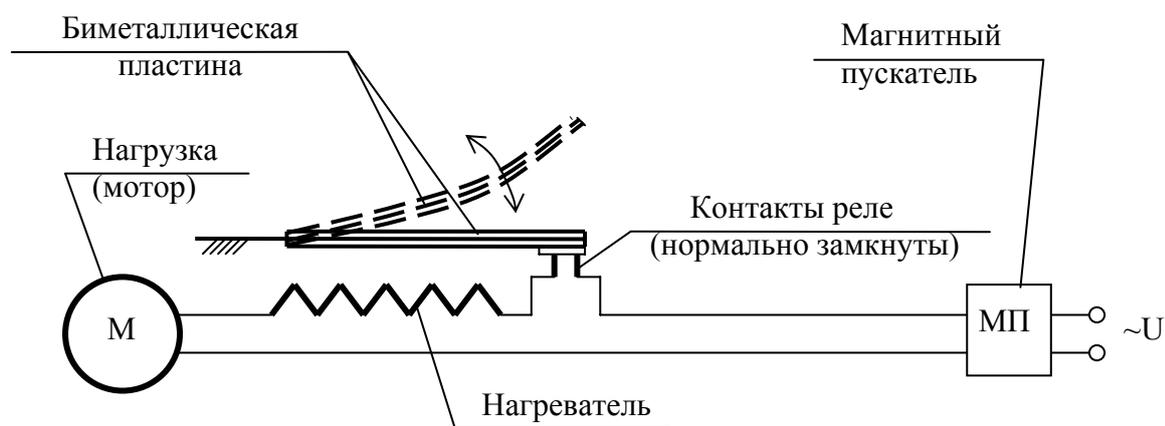


Рис. 1.1. Принцип действия теплового реле

Таким образом, тепловая защита срабатывает, когда оборудование еще находится в исправном состоянии, но работает с недопустимой нагрузкой. Фактически, это защита самого оборудования.

Защитное электромагнитное токовое реле (рис 1.2) срабатывает в случае даже кратковременного возникновения в питающей цепи значительных токов, превышающих максимально возможные для подключенного оборудования. Фактически, это защита на случай возникновения аварийной ситуации – короткого замыкания или пробоя обмотки. Защитить оборудование это реле не может – оборудование уже повреждено (под оборудованием здесь понимается также силовая и управляющая автоматика, установленная в шкафу). Эта защита предназначена для отключения поврежденного оборудования от электросети, чтобы избежать поражения током обслуживающего персонала и возможного загорания элементов оборудования и электрической проводки для предотвращения возникновения пожара.

В конструкции реле имеется магнитопровод, на котором расположена обмотка из нескольких витков достаточно толстого медного провода, способного пропускать полный ток нагрузки. С магнитопроводом связан подвижный якорь, который одним концом закреплен на шарнире, а на дру-

гом конце имеет контактную площадку. Она при нормальном значении тока постоянно замыкает контакты, через которые осуществляется электропитание катушки магнитного пускателя, управляющего оборудованием.

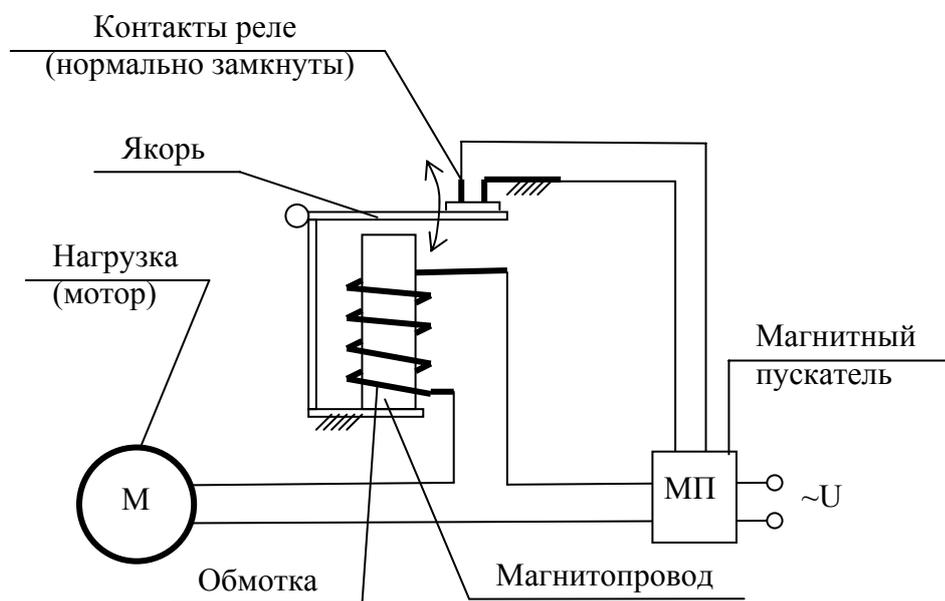


Рис. 1.2. . Принцип действия токового реле

Если в нагрузке возникнет чрезмерно большой ток, то в магнитопроводе значительно увеличится магнитный поток, создаваемый этим током. Он притянет к себе подвижный конец якоря и тем самым разомкнет контакты реле и отключит катушку пускателя, а тот отключит нагрузку от электросети.

В случае короткого замыкания ток, потребляемый нагрузкой, резко и значительно возрастает, что приводит к немедленному срабатыванию токового реле и отключению нагрузки.

При пробое, то есть замыкании на корпус, не происходит увеличения потребляемого тока, просто корпус оборудования теперь находится под напряжением электросети. Это недопустимая ситуация. Чтобы избежать последующих проблем, и применяется заземление. В случае замыкания на корпус по цепи заземления от корпуса на землю идет большой ток, так как сопротивление цепи достаточно мало. Это вызывает немедленное срабатывание токовой защиты, и уже она отключает оборудование от электросети.

Суть остальных вышеперечисленных причин возникновения пожара достаточно ясна.

Применение вентиляторов в обычном исполнении в системах, обслуживающих взрывоопасные помещения, может вызвать возникновение искр при касании колесом входного конфузора и взрыв перемещаемой пыле- или газовоздушной смеси. Особенно велика вероятность взрыва для вытяжных систем.

Некачественный монтаж оборудования, ненадежность крепления к строительным конструкциям могут приводить к падению подвешенного оборудования и воздуховодов, обрыву электрических проводов, возникновению искр, коротких замыканий, повреждению другого оборудования, расположенного на полу.

Некачественное обслуживание систем, осаждение горючей пыли на наружной и внутренней поверхности оборудования воздуховодов может значительно усугубить пожарную обстановку в помещении. Характерными в этом плане являются системы предприятий легкой промышленности, полиграфии, пищевой промышленности, где в технологическом процессе используются достаточно пылящие органические материалы.

Оценка реальной опасности возникновения пожаров производится на основе рассмотрения планов зданий с размещением помещений, установок и оборудования, на которых указываются:

- места сосредоточения горючих материалов или места, где возможно образование пожаро- и взрывоопасной горючей среды;
- вероятные источники зажигания;
- категория взрывопожарной и пожарной опасности, определенная в соответствии с НПБ 105-95;
- класс пожарной опасности строительных конструкций.

1.3. Пути распространения пожара по системам вентиляции

Системы вентиляции, особенно их воздуховоды, могут являются эффективными путями распространения пожара по зданию.

Основные способы распространения пожара по системам вентиляции (рис.1.3):

- **с продуктами горения непосредственно по воздуховодам, объединяющим несколько помещений;**
- **за счет теплопередачи в соседнее помещение от раскаленного воздуховода, что может вызвать вторичное возгорание;**
- **через отверстие в стене или в перекрытии при разрушении транзитного воздуховода;**
- **по горючей пыли, осевшей внутри воздуховода, при его нагреве;**
- **по тепловой изоляции воздуховода, выполненной из горючих материалов.**

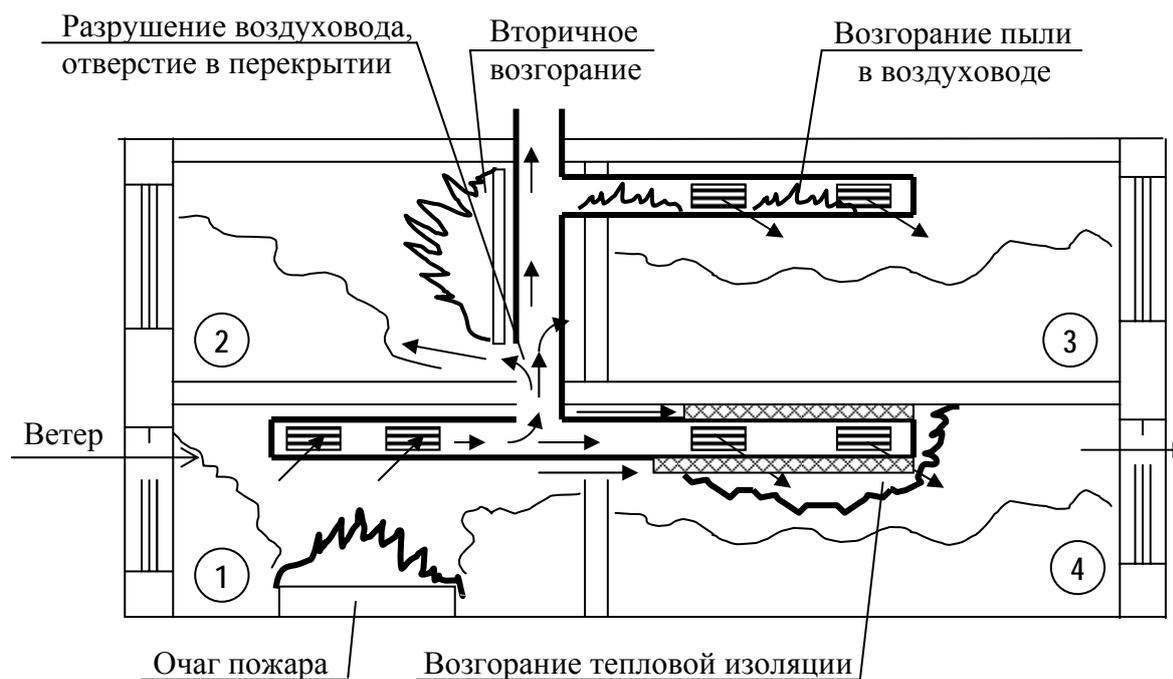


Рис. 1.3. Пути распространения пожара по системам вентиляции

Особенно велика вероятность распространения пожара по вертикальным каналам, так как при попадании в них продуктов горения с высокой температурой создается большое гравитационное давление, ускоряющее транспортирование раскаленных продуктов горения по воздуховодам.

Распространение пожара непосредственно по воздуховодам характерно для воздуховодов, объединяющих несколько помещений на разных этажах. В этом случае в вертикальных участках систем за счет большой разницы плотностей холодного внутреннего воздуха и горячих продуктов горения создается большое естественное гравитационное давление (как в дымовой трубе). Это давление создает сильную тягу и способствует быстрому распространению продуктов горения по воздуховодам в вертикальном направлении. На рис.1.3 все помещения, расположенные выше помещения 1, в котором начался пожар, могут быть быстро заполнены дымом.

Распространению продуктов горения в горизонтальном направлении может существенно способствовать ветровое давление. Во время пожара люди открывают окна для того, чтобы выпустить дым из помещения, поэтому здание теряет свою герметичность и становится прекрасно продуваемой конструкцией. Наиболее неблагоприятной получится ситуация, когда помещение, в котором начался пожар, расположено на наветренной стороне здания. В этом случае продукты горения быстро разносятся по этажу, так как ветер создает в зоне пожара положительный подпор, а в помещениях на противоположном фасаде – разряжение. Таким помещением (см. рис. 1.3) является помещение 4, в которое продукты горения попадают

как через воздуховод, так и через отверстие в перегородке, возникшее из-за разрушения тепловой изоляции воздуховода.

Распространению пожара способствует наличие горючей пыли на внутренней поверхности воздуховодов. Это наиболее характерно для систем местных отсосов, транспортирующих воздух, запыленный древесной пылью деревообрабатывающих производств или шерстяными, хлопковыми и льняными волокнами прядильной и текстильной промышленности. Горючая пыль характерна и для пищевых производств. Горящая внутри воздуховода пыль быстро поднимает температуру стенки воздуховода, что способствует вторичному возгоранию в помещениях, по которым проложен воздуховод. Особенно плохо то, что пыль внутри воздуховода трудно погасить и горение может продолжаться даже после тушения пожара.

Через некоторое время после начала пожара воздуховод, по которому перемещаются дымовые газы, из-за высокой температуры может разрушиться, что приведет к появлению открытого отверстия в стенке воздуховода, перегородке или перекрытии. Через образовавшееся отверстие может начаться интенсивный приток раскаленных продуктов горения, что вызовет вторичное возгорание. Оно также может начаться, если рядом с раскаленным воздуховодом окажутся предметы из горючих материалов (помещение 2 на рис.1.3).

Фактором, способствующим распространению пожара, могут стать вентиляционные воздухозаборные и вытяжные решетки, установленные на стене здания. Если при пожаре из них начнут выходить наружу раскаленные продукты горения, то возможно возникновение вторичного возгорания вышележащих горючих элементов здания (оконных переплетов, стропильных конструкций и обрешетки кровли, наружной отделки фасада).

Раньше стены многоэтажных здания чаще всего выполняли из кирпича, а в настоящее время широко применяется отделка фасадов алюминиевыми листами с пластиковым покрытием, которое легко загорается. В конструкции тепловой изоляции наружных стен также используются синтетические материалы (ветрозащитные и гидроизолирующие пленки). Синтетические материалы при горении плавятся, стекают вниз и капаят, что вызывает распространение пожара на нижележащие этажи.

Лекция 2

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ, ИХ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ

- 2.1. Понятие пожарно-технической классификации.
- 2.2. Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 2.3. Критерии оценки пожарной опасности строительных материалов.
- 2.4. Критерии оценки пожарной опасности строительных конструкций.
- 2.5. Критерии оценки пожарной опасности противопожарных преград.
- 2.6. Критерии оценки лестниц и лестничных клеток.
- 2.7. Критерии оценки пожарной опасности зданий, пожарных отсеков и помещений
- 2.8. Функциональная пожарная опасность зданий.

2.1. Понятие пожарно-технической классификации

Пожарно-техническая классификация необходима для того, чтобы установить для помещений, зданий, строительных конструкций и материалов некоторые физические или качественные показатели, характеризующие свойства объекта способствовать или препятствовать возникновению и распространению пожара и противостоять его поражающим факторам.

В основном для такой систематизации объектов применяются два метода. В первом случае для неких однородных объектов устанавливается **физический показатель** с определенной размерностью, имеющий для каждого объекта конкретное числовое значение. Таких параметров существует много: пожарная нагрузка, температура воспламенения, давление взрыва, теплота сгорания, скорость распространения пламени по поверхности и др. Данный метод особенно эффективен для строительных материалов и простых объектов, которые можно характеризовать несколькими показателями.

Для сложных объектов (конструкция, помещение, здание) часто применяется другой метод. На основании ряда физических показателей каждому объекту присваивается определенный **класс** или **тип**, причем для всех однородных объектов установлено некоторое ограниченное число классов или типов со своим условным обозначением. Таким образом, класс или тип объекта является неким условным качественным показателем, а его обозначение позволяет однозначно судить о совокупности некоторых свойств объекта. Поэтому в нормативных документах и литературе можно

не давать полное описание объекта, а указывать только его класс или тип, что значительно упрощает и сокращает изложение материала.

В зависимости от назначения, условий строительства, этажности, объема и других характеристик здания нормами устанавливаются требования по огнестойкости, пожарной опасности и другим характеристикам здания и его отдельных элементов со ссылкой и указанием классов, к которым они применяются. При разработке архитектурно-строительной части эти требования в обязательном порядке должны соблюдаться архитекторами. Специалисты ТГВ самостоятельно не разрабатывают конструкцию здания и его элементы, а работают на существующем здании или получают готовый проект архитектурно-строительной части для разработки разделов проекта, посвященных инженерным системам. Тем не менее в нормативных документах на разработку систем ОВК также имеются указания, содержащие обозначения в соответствии с действующей пожарно-технической классификацией, поэтому ее знание обязательно для инженеров специальности ТГВ.

Пожарно-техническая классификация помещений, зданий и зон подразумевает присвоение им **категорий пожарной опасности**, которые устанавливаются исходя из наличия или возможности образования взрывоопасной или пожароопасной среды, условий ее использования или обращения, наличия постоянно действующих источников с повышенной температурой, способных воспламенить горючую среду.

Пожарно-техническая классификация строительных материалов, конструкций, помещений, зданий, элементов и частей зданий основывается на их разделении по свойствам, способствующим возникновению опасных факторов пожара и его развитию, — **пожарной опасности**, и по свойствам сопротивляемости воздействию пожара и распространению его опасных факторов — **огнестойкости**.

2.2. Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

По взрывопожарной и пожарной опасности производственные и складские помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В1–В4, Г и Д.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 2.1 путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям – от высшей (А) к низшей (Д).

Типичными представителями помещений категории А являются окрасочные цехи, в которых используются краски на основе органических растворителей – ацетона, толуола, спирта, бензина. К этой же категории относят электроремонтные отделения, если в них имеются пропиточно-

сушильные отделения, где производится пропитка электрических обмоток шеллаком.

Таблица 2.1

**Категории производственных помещений
по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожаро-опасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро-опасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 — В4 пожароопасные (см. табл. 2.2)	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Типичными представителями помещений категории Б являются зарядные отделения аккумуляторных. При зарядке аккумуляторов выделяется водород, при этом гореть он не может, а только взрывается при соответствующих концентрациях.

Типичными представителями помещений категории В являются цехи механической обработки древесины, где установлены различные станки (пильные, строгальные, сверлильные, фрезерные, токарные и др.). Здесь много горючего материала (сырье, изделия, отходы), но нет источников зажигания с высокой температурой. К этой же категории сегодня относят закрытые стоянки автомобилей – хотя топливо и находится в закрытых ба-

ках, но наличие электропроводки и масла создает высокую вероятность воспламенения.

Типичными представителями помещений категории Г сварочные, кузнечно-термические и литейные. Здесь в самом цеху нет горючих материалов, зато имеется постоянное наличие источников с высокой температурой, поэтому при внесении в помещение горючей среды вероятность возникновения пожара становится высокой.

Котельные цехи также обычно относят к категории Г, так как на поверхности оборудования имеются зоны с высокой температурой. Несмотря на наличие горючей среды (топливо для котлов), цехи не относят к категории В, так как горючая среда обращается в технологическом процессе в замкнутом объеме оборудования.

Типичными представителями помещений категории Д являются механические и заготовительные цехи, где на станках обрабатывается металл в холодном состоянии.

Для помещений общественных и жилых зданий указанные категории не применяются, однако они тоже имеют значительную пожарную опасность, которая по уровню примерно соответствует категории В, так как в них много горючего материала (мебель, отделка помещений, в магазинах – тара и упаковка товаров) и нет источников воспламенения.

Для пожароопасных производственных помещений нормами установлены четыре категории В1–В4. Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной нормативной удельной пожарной нагрузки для каждой из категорий (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Категории пожарной опасности пожароопасных помещений

Категория	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж/м ²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	Не нормируется
В3	181–1400	Не нормируется
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадью 10 м ²

При пожарной нагрузке, включающей и себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ni}^p,$$

где Q – пожарная нагрузка, МДж;

G_i – количество i -го материала пожарной нагрузки, кг;

Q_{ni}^p – низшая рабочая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м², определяется из соотношения

$$g = Q/S,$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м² (но не менее 10 м²).

В помещениях категории В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 2.2, при этом расстояния между этими участками должны быть более предельных значений l_{np} (табл. 2.4), принимаемых в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$ (табл. 2.4).

Таблица 2.3

Предельные расстояния между участками с пожарной нагрузкой из твердых горючих или трудногорючих материалов

$q_{кр}$, кВт/м ²	5	10	15	20	25	30	40	50
l_{np} , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Таблица 2.4

Критическая плотность падающих лучистых потоков для различных твердых материалов

Материал	$q_{кр}$, кВт/м ²
Древесина (сосны влажностью 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью 417 кг·м ⁻³)	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Стеклопластик	15,3
Пергамин, рулонная кровля	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7,0

Значения l_{np} , приведенные в табл. 2.3, рекомендуются при условии, если минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия) H больше 11 метров.

Если H меньше 11 метров, то предельное расстояние определяется по формуле

$$l = l_{np} + (11 - H).$$

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение $q_{кр}$ определяется по материалу с минимальным значением $q_{кр}$. Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями $q_{кр}$ значения предельных расстояний принимаются равными или более 12 метров.

Для пожарной нагрузки, состоящей из горючих жидкостей, рекомендуемое расстояние l_{np} между соседними участками размещения (разлива) рассчитывается по формулам:

$$l_{np} \geq 15 \text{ м при } H \geq 11,$$
$$l_{np} \geq 26 - H \text{ при } H < 11.$$

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q превышает или равно $0,64 gH^2$, то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Здания также относят к одной из указанных категорий.

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:

а) здание не относится к категории А;

б) суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия:

а) здание не относится к категориям А или Б;

б) суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но

не более 3500 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- а) здание не относится к категориям А, Б или В;
- б) суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

Кроме того, дополнительно могут устанавливаться **взрывоопасные и пожароопасные зоны вокруг оборудования**. Ниже приведены характеристики пожароопасных зон (табл. 2.5) и взрывоопасных зон (табл. 2.6) в сокращенном виде.

Таблица 2.5

Пожароопасные зоны вокруг оборудования

Обозначение зоны	Характеристика условий возникновения взрывоопасных концентраций
П-I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С (кроме нагретых до температуры вспышки и выше)
П-II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с НКПРП более 65 г/м ³ к объему воздуха
П-IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества
П-III	Зоны вне помещений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества

Как правило, при разработке проектов производственных предприятий оценку пожарной и взрывопожарной опасности помещений и классификацию зон выполняют в технологической части проекта. Это делают те же самые технологи, которые выбирают производственное оборудование и используемые материалы. Они же назначают места складирования сырья, заготовок и готовой продукцию и определяют количество складированного материала. В итоге они имеют наиболее полную информацию о пожарной нагрузке в помещениях и могут наиболее объективно принять решение о назначении категории пожарной опасности.

Таблица 2.6

Взрывоопасные зоны вокруг оборудования

Обозначение зоны	Характеристика условий возникновения взрывоопасных концентраций
В-I	Зоны в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ, могущие образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы
В-Ia	Зоны в помещениях, в которых взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом образуются только во время аварий
В-Iб	Зоны в помещениях, в которых взрывоопасные зоны газов или паров ЛВЖ с воздухом образуются во время аварий или неисправностей, а также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и пары имеются в небольших количествах
В-Iг	Зоны у наружных установок
В-II	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы
В-IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовать с воздухом взрывоопасные смеси только при авариях и неисправностях

Специалисты по вентиляции обычно получают план здания с уже нанесенным на нем технологическим оборудованием, к которому прилагается спецификация оборудования. На плане уже указаны категории пожарной опасности всех помещений и категории зон вокруг оборудования. Остается только грамотно использовать полученную информацию при проектировании систем вентиляции с целью соблюдения всех требований пожарной безопасности, установленных действующими законами, нормами и правилами.

2.3. Критерии оценки пожарной опасности строительных материалов

Строительные материалы характеризуются только **пожарной опасностью**. Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками:

- **горючестью;**
- **воспламеняемостью;**
- **распространением пламени по поверхности;**
- **дымообразующей способностью;**
- **токсичностью.**

Строительные материалы подразделяются на негорючие (**НГ**) и горючие (**Г**). Для негорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

Горючие строительные материалы по **воспламеняемости** подразделяются на три группы:

- **В1** (трудновоспламеняемые);
- **В2** (умеренновоспламеняемые);
- **В3** (легковоспламеняемые).

Воспламеняемость материала характеризует возможность загорания под действием внешнего источника зажигания. Легче всего загораются органические легколетучие жидкости и их смеси – растворители красок, топливо (бензин, уайт-спирит, ацетон, толуол), так как над их поверхностью постоянно имеется слой паров в смеси с воздухом. Особенно опасно наличие открытой поверхности жидкости в закрытом и плохо проветриваемом помещении, где отсутствие подвижности воздуха приводит к увеличению концентрации паров над поверхностью. При этом концентрация паров может превысить нижний предел взрываемости, и загорание будет сопровождаться начальным взрывом, приводящим к разбрызгиванию жидкости с мелким дроблением капель, что вызовет резкое увеличение поверхности испарения. При этом в условиях повышенной температуры образуется большое количество горючих паров.

Воспламеняемость зависит от температуры начала загорания, которая определяется путем медленного нагревания горючего материала до момента воспламенения. Для легковоспламеняемых жидкостей температура источника, способного зажечь горючую среду, примерно соответствует температуре воспламенения, так как источник в этом случае должен прогреть и зажечь лишь маленький объем паровоздушной смеси, а дальше горение продолжается за счет выделяющегося тепла. Для загорания достаточно небольшой искры.

Для твердых материалов температура воспламенения обычно ниже той температуры, которую должен иметь источник зажигания, так как в реальных условиях материал обычно холодный. Чтобы разогреть даже небольшой объем материала, надо подвести тепла больше, чем отводится от точки зажигания внутрь куска материала путем теплопроводности. Для этого источник зажигания должен иметь определенную мощность – искры или даже спички недостаточно, чтобы зажечь кусок угля. Для облегчения зажигания материала в реальных условиях надо иметь или более высокую температуру источника, или достаточно мелкие частички материала в виде порошка или волокон. При измельчении материала затрудняется теплообмен между отдельными крупинками или волокнами и разогреть его становится легче. Кроме того, при этом увеличивается наружная поверхность материала, что улучшает условия подвода теплоты.

Горючие строительные материалы по **горючести** подразделяются на четыре группы:

- Г1 (слабогорючие);
- Г2 (умеренногорючие);
- Г3 (нормальногорючие);
- Г4 (сильногорючие).

Под термином «горючесть» понимается способность материала самостоятельно поддерживать горение после начала воспламенения за счет выделяющегося при горении тепла. Это тепло обеспечивает дальнейший прогрев объема горючего материала и распространение горения.

Горючие строительные материалы по **распространению пламени по поверхности** подразделяются на четыре группы:

- РП1 (нераспространяющие);
- РП2 (слабораспространяющие);
- РП3 (умереннораспространяющие);
- РП4 (сильнораспространяющие).

Группы строительных материалов по распространению пламени устанавливаются для плоских поверхностных слоев кровли и полов, в том числе ковровых покрытий. Для других строительных материалов группа распространения пламени по поверхности не определяется и не нормируется.

Горючие строительные материалы по **дымообразующей способности** подразделяются на три группы:

- Д1 (с малой дымообразующей способностью);
- Д2 (с умеренной дымообразующей способностью);
- Д3 (с высокой дымообразующей способностью).

Образование дыма является важным поражающим фактором пожара, приводящим к отравлению людей продуктами горения. По статистике, от отравления продуктами горения на пожарах гибнет значительно больше людей, чем от ожогов. Количество дыма при горении зависит в основном от вида горючего материала (его химического состава) и агрегатного состояния.

Горючие строительные материалы по **токсичности** продуктов горения подразделяются на четыре группы:

- Т1 (малоопасные);
- Т2 (умеренноопасные);
- Т3 (высокоопасные);
- Т4 (чрезвычайно опасные).

Большинство горючих материалов в своем составе содержит углерод (древесина, твердое и жидкое топливо, пластмассы). В условиях реального пожара в закрытом помещении горение материала обычно идет при явном недостатке окислителя (кислорода воздуха), поэтому оно сопровождается значительным недожогом, при котором выделяется большое количество оксида углерода (угарный газ) и мелкодисперсной сажи. При горении многих синтетических материалов, содержащих в составе формулы хлор, фтор, азот, серу, образуются и выделяются весьма токсичные компоненты дыма. Эта проблема является очень актуальной, так как в отделке помещений применяется большое количество синтетических материалов. Некоторые виды синтетики начинают выделять токсичные компоненты еще до начала возгорания из-за высокотемпературного разложения.

2.4. Критерии оценки пожарной опасности строительных конструкций

Строительные конструкции характеризуются **огнестойкостью** и **пожарной опасностью**.

Показателем огнестойкости является **предел огнестойкости**, пожарную опасность конструкции характеризует **класс ее пожарной опасности**.

Предел огнестойкости строительных конструкций устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (**R**);
- потери целостности (**E**);
- потери теплоизолирующей способности (**I**).

В соответствии с принятой системой обозначений запись огнестойкости конструкции RE60 означает, что предел огнестойкости конструкции установлен по несущей способности и потере целостности и равен 60 мин. по обоим показателям. Иными словами, данная конструкция в условиях начала пожара способна нести расчетную нагрузку и сохранять свою целостность (не разрушаться) в течение одного часа.

Для многих конструкций предел огнестойкости может устанавливаться не по всем показателям, а только по одному или двум. Так, для несущих элементов каркаса здания (колонны, балки) установлен предел огнестойкости только по несущей способности, для наружных ненесущих стен установлен предел огнестойкости по потере целостности. Предел огнестойкости окон также устанавливается только по времени наступления потери целостности (E).

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса:

- **К0** (непожароопасные);
- **К1** (малопожароопасные);
- **К2** (умереннопожароопасные);
- **К3** (пожароопасные).

2.5. Критерии оценки пожарной опасности противопожарных преград

Противопожарные преграды предназначены для предотвращения распространения пожара и продуктов горения из помещения или пожарного отсека с очагом пожара в другие помещения. Противопожарные преграды, как правило, должны быть класса К0, то есть непожароопасные. Допускается в специально оговоренных случаях применять противопожарные преграды 2–4-го типов класса К1 (малопожароопасные).

К противопожарным преградам относятся противопожарные стены, перегородки и перекрытия. Противопожарные преграды характеризуются **пожарной опасностью** и **огнестойкостью**.

Пожарная опасность противопожарной преграды определяется пожарной опасностью ее ограждающей части с узлами крепления и конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды. Противопожарные преграды подразделяются на типы в зависимости от огнестойкости их ограждающей части (табл. 2.7), типов заполнения проемов в противопожарных преградах (табл. 2.8), типов тамбур-шлюзов, предусматриваемые в проемах противопожарных преград (табл. 2.9).

Таблица 2.7

Типы противопожарных преград

Противопожарные преграды	Тип противопожарных преград	Предел огнестойкости противопожарной преграды, не менее	Тип заполнения проемов, не ниже	Тип тамбур-шлюза, не ниже
Стены	1	REI 150	1	1
	2	REI 45	2	2
Перегородки	1	EI 45	2	1
	2	EI 15	3	2
Перекрытия	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
	4	REI 15	3	2

Таблица 2.8

Типы заполнений проемов

Заполнения проемов в противопожарных преградах	Тип заполнений проемов в противопожарных преградах	Предел огнестойкости, не ниже
Двери, ворота, люки,	1	EI 60
Клапаны	2	EI 30*
	3	EI 15
Окна	1	E 60
	2	E 30
	3	E 15
Занавесы	1	EI 60

Предел огнестойкости дверей шахт лифтов допускается принимать не менее E30.

Таблица 2.9

Типы тамбур-шлюзов

Тип тамбур-шлюза	Типы элементов тамбур-шлюза, не ниже		
	Перегородки	Перекрытия	Заполнения проемов
1	1	3	2
2	2	4	3

Перегородки и перекрытия тамбур-шлюзов должны быть противопожарными.

Огнестойкость противопожарной преграды определяется огнестойкостью отдельных ее элементов:

- ограждающей части;
- конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды;
- конструкций, на которые она опирается;
- узлов крепления между ними.

В многоэтажном здании междуэтажные перекрытия, включая перекрытие над подвалом, всегда являются противопожарными преградами. Более того, это самые важные противопожарные преграды, так как за счет действия гравитационных сил более легкие продукты горения всегда поднимаются вверх, к перекрытию. Если перекрытия не смогут достаточно долго противостоять разогреву, произойдет быстрое распространение пламени в вертикальном направлении, и очаг пожара распространится на все вышележащие этажи. Такая ситуация является самой нежелательной, так как эвакуация людей с верхних этажей без помощи пожарных подразделений практически невозможна, и время здесь является решающим фактором.

2.6. Критерии оценки лестниц и лестничных клеток

Лестницы в многоэтажных зданиях играют исключительно важную роль в обеспечении пожарной безопасности здания по двум причинам:

- они, как и лифтовые шахты, соединяют все этажи здания между собой, создавая при пожаре принципиальную возможность продуктам горения перетекать на вышележащие этажи;
- они являются путями наиболее интенсивной эвакуации людей.

Лестницы и лестничные клетки, предназначенные для эвакуации, подразделяются на **лестницы** типов:

- **1** – внутренние, размещаемые в лестничных клетках;
- **2** – внутренние открытые;
- **3** – наружные открытые.

обычные лестничные клетки типов:

- **Л1** – с остекленными или открытыми проемами в наружных стенах на каждом этаже;
- **Л2** – с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в покрытии;

Незадымляемые лестничные клетки подразделяются на следующие типы:

- **Н1** – с входом в лестничную клетку с этажа через наружную воздушную зону по открытым переходам, при этом должна быть обеспечена незадымляемость перехода через воздушную зону;
- **Н2** – с подпором воздуха в лестничную клетку при пожаре;
- **Н3** – с входом в лестничную клетку с этажа через тамбур-шлюз с подпором воздуха (постоянным или при пожаре).

Для обеспечения тушения пожара и спасательных работ предусматриваются **пожарные лестницы** следующих типов:

- **П1** – вертикальные;
- **П2** – маршевые с уклоном не более 6:1.

Требуемое количество лестниц и допустимые типы оговорены в нормативных документах в зависимости от назначения здания, его этажности и архитектурно-планировочных решений. Чем выше здание, тем жестче требования по защите лестниц от задымления, так как увеличивается время движения людей при эвакуации.

2.7. Критерии оценки пожарной опасности зданий, пожарных отсеков и помещений

Здания, а также части зданий, выделенные противопожарными стенами, – пожарные отсеки (далее – здания) – подразделяются по следующим критериям:

- **степеням огнестойкости;**
- **классу конструктивной пожарной опасности;**
- **классу функциональной пожарной опасности.**

Для выделения пожарных отсеков применяются противопожарные стены 1-го типа, имеющие REI150.

Степень огнестойкости здания определяется огнестойкостью его строительных конструкций.

Класс конструктивной пожарной опасности здания определяется степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов.

Класс функциональной пожарной опасности здания и его частей определяется их назначением и особенностями размещаемых в них технологических процессов.

Здания и пожарные отсеки подразделяются **по степеням огнестойкости** (табл. 2.10).

Таблица 2.10

**Пределы огнестойкости строительных конструкций
в зданиях различной огнестойкости**

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 45	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

К несущим элементам здания относятся конструкции, обеспечивающие его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, – несущие стены, рамы, колонны, ригели, арки, фермы и балки перекрытий связи, диафрагмы жесткости и т. п. К пределу огнестойкости несущих элементов здания, выполняющих одновременно функции ограждения

дающих конструкций, например, к несущим стенам, в нормативных документах должны предъявляться дополнительные требования по потере целостности (Е) и теплоизолирующей способности (I) с учетом класса функциональной пожарной опасности зданий и помещений.

Пределы огнестойкости заполнения проемов (дверей, ворот, окон и люков, а также фонарей, в том числе зенитных, и других светопрозрачных участков настилов покрытий) нормируются только для проемов в противопожарных преградах и других специально оговоренных случаев. Для остальных обычных ситуаций они не нормируются.

Здания и пожарные отсеки **по конструктивной пожарной опасности** подразделяются на классы (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Классы пожарной опасности строительных конструкций в зданиях различной конструктивной пожарной опасности

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже				
	Несущие стержневые элементы (колонны, ригели, фермы и др.)	Стены наружные с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц в лестничных клетках
С0	К0	К0	К0	К0	К0
С1	К1	К2	К1	К0	К0
С2	К3	К3	К2	К1	К1
С3	Не нормируется			К1	К3

Рассмотренная классификация в наибольшей степени важна для специалистов, осуществляющих архитектурно-конструктивное проектирование самого здания и отдельных его элементов. Именно они решают, какие функциональные блоки будет иметь здание, сколько будет этажей и лестниц, будут ли в здании подвал, чердак или технические этажи, какие помещения будут располагаться на этажах, из материала будут выполнены отдельные элементы здания, какая требуется внутренняя отделка. Они определяют ширину коридоров, назначают дополнительные пути эвакуации, количество лифтов, заполнение проемов и многое другое. Все эти вопросы решаются с учетом пожарной опасности элементов здания и их огнестойкости. Значительный объем материала в строительных нормах и правилах посвящен именно вопросам пожарной безопасности здания.

Специалисты по вентиляции работают с уже готовой коробкой здания (в виде проекта или существующего здания) и лишь учитывают ее особенности при выполнении своего раздела проекта.

2.8. Функциональная пожарная опасность зданий

Здания и части зданий (помещения или группы помещений, функционально связанных между собой) по **функциональной пожарной опасности** подразделяются на классы в зависимости от способа их использования и от того, в какой мере безопасность людей в них в случае возникновения пожара находится под угрозой, с учетом их возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества.

Всего нормами установлено 5 классов, обозначаемых Ф1–Ф5 (буква «Ф» от слова «функциональная»). В пределах каждого класса имеются дополнительные деления. Наиболее ответственным всегда является первый класс и подкласс, по мере увеличения номера уровень противопожарных требований снижается.

Класс Ф1 – Помещения для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей

Помещения в зданиях класса Ф1 **используются круглосуточно**, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно **наличие спальных помещений**.

В жилых зданиях обычно нет помещений с массовым пребыванием людей.

Учитывая, что в жилых помещениях люди могут находиться в спящем состоянии, обнаружение начала пожара может быть осуществлено со значительным опозданием, когда пожар распространился на значительную площадь. В наиболее критической ситуации начало пожара может быть вообще не зафиксировано – люди задохнутся от дыма во сне. Это обстоятельство делает класс Ф1 одним из наиболее ответственных с точки зрения необходимости пожарной защиты.

Деление класса Ф1 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф1.1 – Детские дошкольные учреждения, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют люди, которые не могут самостоятельно эвакуироваться (дети, престарелые, инвалиды, больные). Это создает значительную сложность быстрой эвакуации при пожаре. Эвакуацию должен организовать персонал, численность которого значительно меньше численности основного контингента.

Отдельные помещения могут быть отнесены к помещениям с массовым пребыванием людей (столовые, актовые залы и залы для занятий, игровые, спальные помещения детских садов).

По планировке здания, чаще всего коридорного типа, коридоры, лифты и лестничные клетки являются путями эвакуации.

Ф1.2 – Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют взрослые люди, которые могут самостоятельно эвакуироваться в случае обнаружения начала пожара. Основной контингент обычно достаточно хорошо знаком с расположением помещений и выходов. Численность персонала значительно меньше численности основного контингента.

По планировке здания чаще всего коридорного типа, коридоры, лифты и лестничные клетки являются путями эвакуации.

Ф1.3 – Многоквартирные жилые дома. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют люди, которые хорошо знакомы с расположением помещений и выходов. Количество людей в здании достаточно большое, среди них имеются дети. Особенностью жилых домов является, что максимальное количество жителей в них находится в вечернее и ночное время, днем дети могут быть в квартирах одни.

Планировочной особенностью таких зданий является отсутствие коридорной системы. Каждая квартира выгорожена противопожарными преградами и имеет непосредственный выход на лестничную клетку. Пути эвакуации являются лифты и лестничные клетки.

Ф1.4 – Одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома. Для данного подкласса характерно, что количество жителей невелико, среди них имеются дети.

Планировочной особенностью этих жилых домов является одноэтажная конструкция, отсутствие лестничных клеток, так как каждая квартира выгорожена противопожарными преградами и имеет непосредственный выход на улицу – специальные пути эвакуации не требуются.

Класс Ф2 – Зрелищные и культурно-просветительные учреждения

Основные помещения в зданиях класса Ф1 характерны **массовым пребыванием посетителей в определенные периоды времени.** Контингент людей в них состоит из посетителей и персонала. Посетители могут иметь различный возраст, как правило, это здоровые люди. Персонал состоит только из взрослых. Количество посетителей значительно больше численности персонала. Важной особенностью является то, что посетители могут быть незнакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов.

Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких достаточно больших по площади и высоте помещений основного назначения (зрительные залы, спортивные арены), фойе или вестибюля при нем и мелких вспомогательных помещений различного назначения.

Основные помещения этих зданий (зрительные залы) всегда являются помещениями с массовым пребыванием людей. Наличие большого числа людей в зале значительно повышает вероятность своевременного обнаружения начала возникновения пожара, что позволяет раньше начать эвакуацию. Однако большое количество людей в зале увеличивает общее время эвакуации и требует достаточно широких проходов и нескольких выходов. Большая высота зрительного зала создает значительный резервуар для дыма, что облегчает эвакуацию.

Деление класса Ф2 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф2.1 – Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях. Наличие посадочных мест затрудняет эвакуацию посетителей из зала. По современным нормам кресла должны быть обязательно прикреплены к полу.

Ф2.2 – Музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях. Для данного подкласса, в отличие от помещений подкласса Ф1, характерно отсутствие посадочных мест для посетителей в основных помещениях. Если посадочные места имеются (скамейки, кресла, диваны), то их число невелико по сравнению с численностью посетителей.

Ф2.3 – Учреждения, указанные в Ф2.1, расположенные на открытом воздухе.

Ф2.4 – Учреждения, указанные в Ф2.2, расположенные на открытом воздухе. Расположение основных площадей на открытом воздухе исключает проблемы с задымлением, что значительно снижает вероятность ущерба здоровью людей и не требует устройства противодымной вентиляции.

Класс Ф3 – Предприятия по обслуживанию населения

Контингент людей в них состоит из посетителей и персонала. Посетители могут иметь различный возраст, как правило, это здоровые люди. Персонал состоит только из взрослых. Количество посетителей обычно

превышает численность персонала. Посетители могут быть незнакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов.

Посадочные места для посетителей могут отсутствовать. Исключение составляют посадочные места для специализированного обслуживания (парикмахерские, столовые) и небольшое число мест для посетителей, ожидающих очереди.

Планировочные решения чаще всего подразумевают наличие основного помещения (зала) и группы вспомогательных помещений.

Деление класса ФЗ на подклассы рассмотрено ниже.

ФЗ.1 – Предприятия торговли. Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (торговые залы) и достаточно мелких вспомогательных помещений различного назначения. В среднем площадь торгового зала составляет 40-50 % от общей площади здания. Количество этажей может быть различным, включая многоэтажные магазины, в которых могут быть лифты. Часто имеются служебные грузовые лифты для подъема товаров из подвала или с первого этажа.

Для магазинов характерно наличие кладовых, где нет постоянного присутствия людей, что затрудняет обнаружение начала пожара.

Расчетная численность посетителей в торговых залах может быть достаточно большой – это помещения с массовым пребыванием людей.

Режим работы магазинов может быть круглосуточным.

ФЗ.2 – Предприятия общественного питания. К данному подклассу относятся общественные и производственные столовые, кафе, бары, рестораны. Режим работы этих учреждений может быть сменным или круглосуточным.

Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (обеденные залы) и достаточно много вспомогательных помещений различного назначения, включая кухни с холодными и горячими производственными цехами. В горячих цехах высокая пожарная опасность, так как имеются разогретые масло и сало, которые могут легко загореться. В некоторых ресторанах с национальной кухней сегодня используют открытый огонь для приготовления пищи, причем в отдельных случаях даже в обеденном зале. Наличие открытого огня существенно повышает пожарную опасность помещений. В горячих цехах обычно имеются местные отсосы над горячим оборудованием (плиты, сковороды, котлы, жарочные шкафы и др.).

В обеденных залах имеется расчетное число столиков и посадочных мест, причем планировка свободная, а мебель не прикреплена к полу. Это делается для того, чтобы расширить функциональные возможности поме-

щений и путем перестановки мебели приспособить их для проведения массовых мероприятий (свадьбы, юбилеи, торжественные вечера и т. д.).

Расчетная численность посетителей в обеденных залах обычно больше 25 человек – это почти всегда помещения с массовым пребыванием людей.

Количество этажей обычно 1-2. Имеются кладовые, где нет постоянного присутствия людей, что затрудняет обнаружение начала пожара. В производственных помещениях (кухнях) часто имеется служебный грузовой лифт для подъема товаров из кладовых.

Современной особенностью многих подобных заведений является то, что они часто располагаются в жилых или административных зданиях, часто располагаются в подвале, работают в вечернее и ночное время.

Ф3.3 – Вокзалы. К данному подклассу относятся железнодорожные, автобусные, речные, морские и аэровокзалы. Режим работы этих учреждений круглосуточный. Многие пассажиры могут ночью находиться в спящем состоянии. Среди пассажиров могут быть дети, старики, инвалиды.

Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (залы ожиданий, кассовые или билетные залы) и достаточно много вспомогательных помещений различного назначения. Расчетная численность посетителей в основных помещениях большая – это всегда помещения с массовым пребыванием людей.

Чаще всего это одно- двухэтажные здания, лифтов обычно нет.

Ф3.4 – Поликлиники и амбулатории

Планировочные решения этих зданий чаще всего подразумевают поэтажную коридорную систему расположения кабинетов. Пути эвакуации – коридоры и лестничные клетки. Количество этажей может быть различным, обычно до четырех, в многоэтажных зданиях могут быть лифты.

Расчетная численность посетителей обычно больше численности персонала, но посетители равномерно рассредоточены по всему зданию – отдельных помещений с массовым пребыванием людей нет.

В коридорах, где обычно происходит ожидание очереди, имеется нерасчетное число посадочных мест (не для всех посетителей) в виде стульев, скамеек, диванов.

Режим работы обычно только дневной, в ночное время может работать только дежурное приемное отделение или встроенная аптека.

Ф3.5 – Помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания. К данному подклассу относятся здания и помещения почт, сберегательных касс, транспортных агентств, юридиче-

ских консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культовых учреждений.

Численность посетителей часто намного превышает численность персонала. К помещениям с массовым пребыванием людей можно отнести операционные залы сберкасс и почт. Площадь большинства помещений может быть небольшой, за исключением операционных залов. Пожарная опасность определяется наличием мебели и отделки помещений, технологических процессов с использованием оборудования с высокой температурой нет. В производственных помещениях химчисток, ремонта обуви и некоторых других могут использоваться органические растворители в небольшом количестве. В производственных помещениях с выделением влаги или вредных паров и пыли могут быть местные отсосы от технологического оборудования.

Особенностью данного подкласса является наличие некоторого нерасчетного числа посадочных мест для посетителей.

Режим работы обычно только дневной, в ночное время может работать только дежурное приемное отделение или встроенная аптека.

Ф3.6 – Физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани. Характерным для данных учреждений является наличие основного помещения (спортивный зал, бассейн, аквапарк) и развитой системы подсобных помещений: гардеробных, раздевальных, душевых, комнат отдыха и т. д.

Численность посетителей часто обычно значительно превышает численность персонала. Посадочные места в основных помещениях отсутствуют или имеются в небольшом количестве.

Пожарная опасность достаточно небольшая, определяется наличием мебели и отделки помещений. Оборудование с высокими температурами используется ограничено (сауны).

Класс Ф4 – Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления

Помещения в этих зданиях используются в течение суток лишь некоторое время, в них находится, как правило, постоянный и привыкший к местным условиям контингент определенного возраста и физического состояния. В учебных заведениях это могут быть дети, в остальных учреждениях – взрослые. Посетителей нет или очень мало, поэтому считается, что люди в этих зданиях хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов.

В основных помещениях имеется расчетное число посадочных мест. Исключение составляют помещения исследовательских лабораторий, мастерских и вспомогательные помещения.

Планировочные решения таких зданий чаще всего подразумевают коридорную систему расположения помещений. Учитывая большое число людей в здании, лестничных клеток должно быть не менее двух, может быть и больше. При большом числе этажей в здании может быть лифт.

Деление класса Ф4 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф4.1 – Школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища. Особенностью этих учебных заведений является то, что в них кроме учителей и вспомогательного персонала находятся дети различного возраста. Все люди хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением путей эвакуации.

Планировка помещений классов коридорная, причем коридоры обязательно имеют остекление в боковой наружной стене (классы располагаются по одной стороне коридора). Это значительно облегчает удаление дыма и эвакуацию людей.

Отдельные группы помещений составляют столовая, актовый и спортивный залы, мастерские со своими вспомогательными помещениями.

Ф4.2 – Высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации.

Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Все люди, как правило, хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением путей эвакуации.

Ф4.3 – Учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Планировка помещений коридорная, причем помещения обычно располагаются по обе стороны коридора. Это увеличивает полезную площадь. Загрузка помещений значительно меньше, чем в учебных заведениях, так как на одного работающего требуется намного больше места. Характерным является большое число достаточно мелких кабинетов.

В некоторых учреждениях имеются посетители (банки, офисы), но их количество обычно существенно меньше численности персонала. Могут быть отдельные помещения с массовым пребыванием людей (операционные залы банков, актовые залы, конференц-залы).

Ф4.4 – Пожарные депо. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Численность контингента небольшая, помещений с массовым пребыванием людей нет. Все люди хорошо знакомы с планировкой.

Планировка помещений подразумевает стоянку пожарных автомобилей и вспомогательные помещения для отдыха дежурной смены, проведения занятий, хранения и ремонта пожарного оборудования, бытовые помещения. Вспомогательные помещения обычно располагаются по обе стороны коридора.

Класс Ф5 – Производственные и складские здания, сооружения и помещения

Для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Численность контингента по отношению к размерам и объемам здания небольшая, помещений с массовым пребыванием людей нет. Все люди хорошо знакомы с планировкой.

Планировка может быть самая различная, коридорная система встречается редко.

Деление класса Ф5 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф5.1 – Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские. Для данного подкласса характерно, что во время выполнения технологического процесса в помещении всегда находятся люди, что облегчает обнаружение начала пожара. Помещения в одном здании могут иметь самую разную категорию взрывопожарной и пожарной опасности – от А до Д.

Ф5.2 – Складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения. Для данного подкласса характерно, что в основных помещениях нет технологического процесса и нет постоянного пребывания людей, что не позволяет обнаружить возникновение пожара в начальной стадии.

Характерной особенностью данных помещений является отсутствие окон в наружных стенах или даже подземное расположение, что усложняет удаление дыма и доступ пожарных расчетов для тушения пожара.

Ф5.3 – Сельскохозяйственные здания. Помещения могут иметь весьма различные планировочные решения и технологическое назначение (животноводческие и птицеводческие фермы, хранилища, помещения переработки продукции и подготовки кормов).

Количество персонала обычно относительно небольшое, посетители отсутствуют.

Особенностью сельскохозяйственных зданий является то, что они часто расположены вдали от других зданий, что исключает вероятность распространения очага пожара на соседние здания.

Производственные и складские здания и помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещаемых в них производств подразделяются на категории согласно НПБ 105.

Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4, относятся к классу Ф5.

Специалист по проектированию вентиляции должен обязательно знать рассмотренные выше классы и подклассы функциональной пожарной опасности, потому что именно они в первую очередь определяют необходимость устройства противодымной вентиляции в зданиях различного назначения. Во всех нормативных документах при указании требований пожарной безопасности ссылки даются не на конкретное назначение помещения или здания, а на класс или подкласс, к которому оно относится. Чтение документов без четкого понимания смысла каждого обозначения (класса или подкласса) просто невозможно.

В зависимости от функциональной пожарной опасности нормами также ограничивается возможность расположения помещений в подвальных и цокольных этажах, максимальная этажность зданий, количество и уклоны лестниц, ширина коридоров и многие другие параметры, влияющие на возможность эвакуации людей из здания в случае возникновения пожара.

Лекция 3

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА

- 3.1. Предотвращение пожара на стадии разработки проектов систем ОВК.
- 3.2. Предотвращение пожара на стадии монтажа систем ОВК.
- 3.3. Предотвращение пожара на стадии эксплуатации систем ОВК.

Вводу здания и его последующей эксплуатации предшествуют стадия проектирования и стадия строительства – возведение коробки здания и монтаж технологического оборудования и многочисленных инженерных систем. Для предотвращения или уменьшения ущерба от возможного пожара на всех стадиях следует строго соблюдать правила противопожарной безопасности и требования нормативных документов к конструкции здания, его конструкций и инженерных систем, методам и правилам их монтажа и последующей эксплуатации. Нарушения или невыполнение установленных правил на любой из стадий повышают риск возникновения или распространения пожара и усложнения его ликвидации, что приводит к значительному увеличению вероятного ущерба от пожара. Указанные правила и нормативы выработаны на основе длительного практического опыта и осмысления причин возникновения и особенностей развития реальных пожаров. В этой работе принимали участие сотрудники различных пожарных ведомств и технические специалисты и эксперты по различным инженерным системам зданий. В результате во всех странах сложилось примерно одинаковое понимание способов и путей защиты здания, а различие в уровне требований объясняется экономическими факторами.

Ниже рассмотрены основные мероприятия, касающиеся отдельных стадий, применительно к изучаемым системам воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования.

3.1. Предотвращение пожара на стадии разработки проектов систем ОВК

На стадии разработки проекта важным является применение в проекте технических решений и мероприятий, направленных на невозможность образования пожароопасной или взрывоопасной ситуации – наличия в одном месте горючей среды и источника зажигания. Основные мероприятия приведены далее.

3.1.1 Правильность оценки категории пожарной опасности помещений в соответствии с реальными особенностями технологических процессов

Категорию взрывопожарной или пожарной опасности обычно назначает разработчик технологической части проекта, так как именно он решает, какие материалы и вещества будут использоваться в технологическом процессе, как и на каком оборудовании будет производиться их обработка, как будет осуществляться складирование на площади цеха исходных материалов, сырья, заготовок или готовой продукции. Проектировщик по вентиляции обычно получает готовый план с расстановкой технологического оборудования, на котором указаны категории пожарной опасности цехов и участков. Тем не менее, для наиболее распространенных производств и технологических процессов надо знать типовые категории помещений.

Следует отметить, что при реконструкции или перепрофилировании предприятия, изменении технологии, смене оборудования может измениться и взрывопожарная опасность помещений. Так, при переходе от традиционного окрашивания распылением жидких красок к порошковому методу окрашивания значительно снижается пожарная опасность процесса из-за отсутствия летучих органических растворителей в составе краски.

3.1.2. Правильный выбор температур теплоносителя в системах, исходя из категорий пожарной опасности помещений

Выбор температуры теплоносителя влияет на температуру открытой поверхности трубопроводов, нагревательных приборов и оборудования. В помещениях категорий А, Б и В с выделением горючей пыли или аэрозолей нормами устанавливаются пониженные значения температур: 110 °С для помещений категорий А и Б и 130 °С для помещений категории В.

3.1.3. Правильный анализ вида и количества выделяющихся вредностей, степени их пожарной и взрывной опасности, режима выделения

При проектировании вентиляции необходимо иметь точную информацию о сущности технологического процесса и составе выделяющихся вредных компонентов, а также их количестве (это задача технологов). Отсутствие достаточной информации может привести к ситуации, когда помещению или зоне вокруг оборудования будет присвоен неправильный класс пожарной опасности. Неверный расчет количества выделяющихся вредностей может привести к занижению требуемого воздухообмена, и тогда концентрация взрывоопасных паров может оказаться выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПП).

Особенно следует отметить, что выделение вредностей в технологическом процессе может происходить не равномерно, а периодически. При этом среднечасовое количество выделяющихся аэрозолей или паров может

оказаться существенно меньше максимального, что при расчете воздухообмена по среднему значению опять-таки приведет к его занижению.

3.1.4. Правильный расчет объемов подаваемого и удаляемого воздуха, гарантирующих обеспечение нормативного уровня концентрации паров и аэрозолей

Согласно нормам, при расчете расхода воздуха общеобменной вентиляции принимается, что уровень концентрации в помещении должен быть не более 10 % нижнего предела взрываемости смеси ($C_v = 0,1$ НКПП). Этим гарантируется невозможность достижения взрывоопасной концентрации даже в отдельных локальных зонах помещения, где она может быть несколько выше среднего значения по помещению (но не в 10 раз!).

При расчете расхода воздуха от местных отсосов принимается, что уровень концентрации в воздухе отсоса должен быть не более 50% нижнего предела взрываемости смеси ($C_{mo} = 0,5$ НКПП).

3.1.5. При возможности залповых выбросов предусматривать аварийную вентиляцию с соответствующим воздухообменом

Разовые залповые выбросы вредных веществ и взрывоопасных паров могут происходить чаще всего в случае аварии. Поэтому для помещений, где может сложиться такая ситуация, требуется предусматривать устройство аварийной вентиляции с соответствующим воздухообменом. Чаще всего предусматривается механическая аварийная вытяжная вентиляция, но если помещение герметично, то притока через щели в окнах и дверях может быть недостаточно. В этом случае следует предусматривать естественный приток через добавочные проемы с открывающимися клапанами.

Наиболее типичной является ситуация, когда внутри некоторого оборудования или емкостей находятся токсичные или горючие жидкости и газы, которые при нарушении герметичности могут прорываться в помещение в значительных количествах, образуя взрывоопасные или пожароопасные смеси. Примером могут служить топливные насосные котельных, работающих на жидком топливе. В случае аварии подогретый мазут или другое топливо под давлением насоса поступает в помещение, где испаряется из-за высокой температуры. Концентрация паров углеводородов в этот момент растет очень быстро.

Для гаражей, где хранятся автомобили с газовыми баллонами, также возможна аварийная ситуация, так как при нарушении герметичности газового оборудования газ под давлением поступает в помещение.

Следует отметить, что приток воздуха для аварийной вентиляции проектируется без подогрева его в калориферах, так как основная задача – понизить концентрацию взрывоопасной смеси, вопрос о температурном режиме помещения для этой ситуации не ставится.

3.1.6. Следует предусматривать автоматическое включение аварийной вентиляции при возникновении аварийной ситуации

При возникновении аварийной ситуации включение аварийной вентиляции помещения должно происходить автоматически, так как в помещении может не быть людей, или они несвоевременно заметят аварию. Для этого необходимо иметь в помещении специальные датчики или сигнализаторы концентрации, имеющие сигнальный электрический контакт. Кроме того, включение аварийной вентиляции всегда дублируется возможностью ручного включения от дистанционно расположенной кнопки.

3.1.7. При обслуживании помещений категории А и Б следует предусматривать установку вентиляционного оборудования (вентиляторов, клапанов, фильтров и заслонок) только во взрывозащищенном исполнении

Оборудование во взрывозащищенном исполнении стоит дороже, так как снабжается специальными двигателями. У вентиляторов в искробезопасном исполнении колесо и входной конфузор выполнены из разных металлов (сталь, латунь, алюминий). В этом случае при задевании колесом входного диффузора искры не образуются.

3.1.8. Предусматривать установку резервного вентилятора, согласно требованиям норм

Если в помещении выделяются пыли и аэрозоли, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, то системы общеобменной вытяжной вентиляции с механическим побуждением (ВОб) для помещений категорий А и Б следует предусматривать с одним резервным вентилятором (для каждой системы или для нескольких систем), обеспечивающим расход воздуха, необходимый для поддержания в помещении концентрации горючих паров, аэрозолей или пыли, не превышающих 10 % НКПРП.

Резервный вентилятор не следует устанавливать, если при выходе из строя основного вентилятора может быть остановлено технологическое оборудование и прекращено выделение горючих газов, а также если в помещении предусмотрена аварийная вентиляция, обеспечивающая 0,1 НКПРП. Если резервный вентилятор не устанавливается, то должно быть предусмотрено включение аварийной сигнализации.

Для поддержания 0,1 НКПРП, как правило, требуется вентилятор в несколько раз меньшей производительности, чем для основного назначения, поэтому в ряде случаев целесообразно проектировать к установке два вентилятора (основной и резервный) одинаковой производительности, равной 50 % от необходимой по основному назначению.

Системы местных отсосов взрывоопасных смесей следует предусматривать с одним резервным вентилятором (в том числе для эжекторных установок) для каждой системы или для двух систем, если при остановке

вентилятора не может быть остановлено технологическое оборудование и концентрация горючих газов, паров и пыли превысит 10 % НКПРП. Резервный вентилятор допускается не предусматривать, если снижение концентрации горючих веществ в воздухе помещения до 10 % НКПРП может быть обеспечено предусмотренной системой аварийной вентиляции, включаемой автоматически.

3.1.9. В производственных помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары и расчетный воздухообмен определяется расходом местных отсосов, необходимо проектировать дополнительную вытяжку из верхней зоны

Согласно нормам, из верхней зоны следует удалять не менее однократного обмена воздуха в час, а в помещениях высотой более 6 м - не менее 6 м³/ч на 1 м² площади пола помещения.

3.1.10. В производственных помещениях категорий А и Б системы общеобменной вытяжной вентиляции с механическим побуждением (ВОб) должны обеспечивать отрицательный дисбаланс воздуха

Наличие отрицательного дисбаланса гарантирует поддержание в помещении отрицательного давления по отношению к соседним помещениям. При этом возникающие перетоки воздуха через имеющиеся неплотности, двери и проемы направлены внутрь взрывоопасного помещения, что предотвращает возможное распространение взрывоопасных смесей.

Согласно нормам, дисбаланс притока и вытяжки должен обеспечивать разность давлений не менее 10 Па по отношению к защищаемым помещениям. Исключение составляют «чистые» производственные помещения категорий А и Б, в которых необходимо поддерживать избыточное давление воздуха для предотвращения инфильтрации загрязненного воздуха соседних помещений.

3.1.11. Следует обязательно предусматривать заземление и необходимые устройства тепловой и токовой защиты для электрооборудования, особенно для вентиляторов и нагревательного оборудования

В отечественных двигателях всегда устанавливали внешнюю токовую и тепловую защиту. Токовое реле срабатывало при превышении максимального значения тока и было нацелено в основном на защиту от коротких замыканий. Тепловое реле с биметаллической пластиной работало за счет разогрева пластины постоянно протекающим током. При превышении установленного значения тока пластина разогревалась, и реле разрывало управляющую цепь. Температура двигателя в такой системе непосредственно не фиксировалась, что не позволяло защитить двигатель от перегрева при ухудшении охлаждения. Кроме того, при частичном коротком замыкании нескольких витков обмотки двигатель незначительно сбрасывал

сывал свою мощность, а обмотка локально перегревалась из-за добавочной рассеиваемой мощности. При этом потребляемый ток оставался в допустимых пределах, что не позволяло защите отследить аварийную ситуацию и отключить двигатель.

Наиболее эффективной является современная тепловая защита вентиляторов от перегрева при помощи встроенных в обмотку двигателя тепловых реле (термоконтактов), выполненных в исполнении НЗ (нормально замкнуты). Термоконтакты реагируют непосредственно на температуру обмотки и размыкаются при ее повышении выше установленного значения независимо от причины перегрева. Для маломощных вентиляторов с однофазным двигателем они непосредственно прерывают цепь питания двигателя. С учетом небольшой нагрузочной способности термоконтактов для крупных вентиляторов требуется установка дополнительного более мощного реле, которое управляется термоконтактами. Термоконтакты в данном случае разрывают цепь питания реле, которое, в свою очередь, обесточивает двигатель. Для вентиляторов с трехфазными двигателями обязательно требуется установка дополнительного реле, которое должно быть трехфазным.

Отметим, что термоконтакты не защищают двигатель от короткого замыкания, поэтому этот тип защиты должен быть установлен в шкафу управления.

Современные электрические воздухонагреватели имеют, как правило, встроенную двухуровневую защиту от перегрева. Первый уровень настроен на температуру 55 °С. При нагреве воздуха выше этого значения нагреватель отключается, но после остывании до установленного значения температуры он автоматически включается снова. Второй уровень настроен на температуру 120°С. После отключения нагревателя этой защитой включить его можно только вручную, предварительно устранив причину перегрева.

Все остальное вентиляционное электрооборудование должно быть запитано от отдельных шкафов, разбито на группы и снабжено отдельными выключателями с автоматическим отключением. Не допускается подключать маломощные потребители электроэнергии (приводы заслонок и клапанов, термостаты, регуляторы, фэнкойлы) к осветительной сети.

3.1.12. Для нагревательного оборудования и трубопроводов с повышенной температурой предусматривать тепловую изоляцию из негорючих материалов

Хорошим материалом для тепловой изоляции нагретых поверхностей оборудования и трубопроводов на сегодняшний день являются минераловатные материалы на основе базальтового волокна. В продаже имеется широкий ассортимент изделий – листы, рулоны, скорлупы (полуцилиндры), которые выпускаются различными фирмами (УРСА, ИЗОБЕР, БАЗА-

ЛИТ) и имеет достаточно приемлемые ценовые показатели. Наилучшим вариантом являются изделия с наружным покрытием из алюминиевой фольги, которая имеет низкий коэффициент теплоотдачи излучением и хорошо защищает изоляцию от намокания в случае утечек воды.

Использование на нагретых поверхностях с высокой температурой (более 100 °С) синтетических материалов (вспененный полиэтилен, пенопласт) недопустимо.

3.1.13. Предусматривать в проектах разработанные заводом-изготовителем способы крепления оборудования, соблюдая необходимые зазоры и зоны обслуживания

Правильное и надежное крепление оборудования имеет важное значение, особенно в пожароопасных и взрывоопасных помещениях. Смещение оборудования может вызвать натяжение и разрыв питающего кабеля, что может привести к короткому замыканию и возникновению искр. Недостаточная надежность крепления тяжелого оборудования к строительным конструкциям (стенам, колоннам) может привести к обрыву креплений и падению оборудования, следствием чего будет обрыв электрокабеля, удар оборудования о землю или о другое оборудование, расположенное ниже. Вероятность возникновения пожара становится достаточно высокой.

При размещении оборудования в проекте следует предусматривать оговоренные изготовителем расстояния и зазоры между отдельными единицами оборудования, устанавливаемого в ряд, а также зазоры между оборудованием и стенами. Это необходимо для надлежащего охлаждения оборудования и проведения сервисных работ по чистке поверхностей теплообмена, смазке узлов вращения, возможности снятия отдельных узлов.

3.1.14. Предусматривать в проектах соответствующие по мощности электрические устройства управления и регулирования

Сегодня устройства электрического управления скоростью вращения колес вентиляторов и насосов, а также мощностью электрических нагревателей различного типа применяются очень широко. В проектах следует предусматривать управляющие и регулирующие устройства, соответствующие по мощности подключаемому оборудованию. Рекомендуется, чтобы эти устройства были с небольшим запасом, чтобы не допустить в дальнейшем их перегрузки.

Отметим, что для вентиляторов и насосов пусковые токи двигателя могут значительно превышать номинальный ток, указываемый обычно в каталогах и паспортах. Электронные устройства, выбранные по величине номинального тока, могут не выдержать нагрузки в моменты пуска оборудования, поэтому в этом случае рекомендуется увеличивать запас по мощности. Для нагревателей, представляющих чисто активную нагрузку, такая проблема отсутствует.

3.1.15. В обязательном порядке предусматривать в сметах затраты на пусконаладочные работы

Проведение пусконаладочных работ ставит целью вывод систем и оборудования на проектные режимы работы. Для этого проводятся замеры расходов, температур, давлений и других параметров. Это квалифицированная работа, и стоит она немало. Отсутствие в смете расходов на эти работы не позволяет гарантировать правильную работу оборудования и соответствие расходов воздуха проектным значениям, что легко может привести к возникновению пожароопасной или взрывоопасной ситуации. Поэтому исключение из сметы этой статьи ради снижения сметной стоимости по объекту просто недопустимо.

3.2. Предотвращение пожара на стадии монтажа систем ОВК

На стадии монтажа систем важным является строгое соблюдение принятых в проекте решений и применение безопасных методов выполнения работ, с соблюдением всех правил установки и монтажа оборудования. Попытки сэкономить на материалах, деталях крепления, вспомогательном подъемном и страховочном снаряжении могут обойтись очень дорого. Основные мероприятия приведены далее.

3.2.1. Выполнение монтажа систем в строгом соответствии с проектными техническими решениями и проектом производства работ

Строгое соблюдение принятых в проекте решений в значительной степени снимает с монтажной организации ответственность за возможное возникновение в будущем пожара или взрыва по причине неправильного выполнения работ или невыполнения принятых в проекте решений. Учитывая, что речь может идти и об уголовной ответственности, к данному вопросу следует подходить с максимальной ответственностью. Все отклонения от проекта должны быть зафиксированы и письменно согласованы с проектной организацией. Крупные изменения в проекте отмечаются заменой отдельных листов проекта и разработкой новых технических решений отдельных систем или узлов, более мелкие вопросы могут быть согласованы письмом или просто подписью на листе проекта. При необходимости в спорных или сложных ситуациях следует проконсультироваться с пожарными службами.

Сегодня очень часто оборудование закупает фирма, которая монтирует системы вентиляции – заказчику легче работать с одним подрядчиком, который отвечает за все. При этом монтажная организация ради увеличения прибыли может без согласования с проектировщиками и заказчиком самовольно произвести замену отдельных позиций оборудования, за-

купив более дешевое оборудование другого производителя. Во многих случаях сотрудники фирмы не могут оценить, насколько новое оборудование по техническим характеристикам соответствует заменяемому, так как не имеют всей расчетной информации и не обладают достаточной квалификацией. Подобные неквалифицированные замены могут повлиять на режимы работы оборудования. Например, новые вентиляторы могут иметь двигатели большей мощности, чем предусмотрено в проекте, и они тогда будут потреблять больший ток, на который не рассчитаны устройства управления и регулирования. Давление новых вентиляторов может оказаться ниже расчетного, а сопротивление калориферов, фильтров, обратных клапанов и другого оборудования – выше. Это приведет к тому, что в системе не будут обеспечиваться проектные расходы воздуха, что может приводить к взрывоопасным или пожароопасным ситуациям.

Изменение трассировки воздуховодов с целью сокращения их длины может привести к тому, что они пройдут через пожаро- и взрывоопасные помещения с нарушением установленных противопожарных требований, не обладая достаточным пределом огнестойкости, не имея противопожарных клапанов. В случае возникновения пожара в этом случае виновной будет признана монтажная организация, допустившая отклонения от проекта.

3.2.2. Выполнение монтажных работ со строгим соблюдением норм ППБ и электробезопасности

При монтаже систем вентиляции и кондиционирования широко применяется электроинструмент и сварочное оборудование, поэтому соблюдение правил выполнения работ и эксплуатации электрооборудования является обязательным.

Следует учитывать, что в современном строительстве выполнение работ в одном помещении часто ведут различные подрядные организации, при этом возможно складирование горючих материалов (тепловая изоляция, упаковка изделий, электрические кабели, отделочные материалы).

Сварочные работы по статистике являются очень распространенной причиной пожара, поэтому к их выполнению в помещениях с большим количеством горючей среды следует подходить ответственно.

Электрическое оборудование следует использовать, соблюдая установленные режимы эксплуатации. Подключение оборудования по временной схеме без защитных устройств опасно.

Использование для обогрева помещений электрических обогревательных приборов требует особого внимания, так как к такому оборудованию подводятся значительные мощности. Не допускается закрытие их поверхности или воздуховыпускных отверстий тепловентиляторов случайными материалами – упаковкой, одеждой, отделочными материалами. Категорически запрещается использовать для обогрева приборы самостоятельного изготовления, без надлежащей изоляции и защитной автоматики.

Не допускается курение на рабочем месте, так как это легко может стать причиной пожара. Не допускается в бытовках использовать электронагреватели и печи самостоятельного изготовления, распивать спиртные напитки, спать.

3.2.3. Обеспечение правильного и надежного крепления оборудования и воздуховодов к строительным конструкциям

Сегодня имеется в продаже большой ассортимент крепежных изделий, позволяющих обеспечить надежное крепление элементов систем вентиляции в любых условиях. Тем не менее стремление сэкономить может привести к тому, что даже при использовании покупных изделий крепление окажется ненадежным. Следует правильно выбирать диаметр и длину крепежных анкеров, высверливать в бетоне отверстия диаметром, соответствующим устанавливаемому крепежному изделию. Обязательным условием надежного крепления является достаточное количество точек крепления, в соответствии с правилами монтажа. Не допускается уменьшать количество крепежных болтов на рамах и фланцах оборудования по сравнению с паспортным количеством, следует соблюдать нормативные расстояния между опорами или подвесками воздуховодов, осуществлять затяг резьбовых соединений с соответствующим усилием.

Особенно ответственно следует подходить к креплению тяжелого оборудования и воздуховодов на отметках выше уровня пола (подпотолочное размещение или на стене), так как ненадежное крепление в последующем может вызвать падение оборудования.

3.2.4. Обеспечение герметичности соединений звеньев воздуховодов и оборудования для достижения требуемой плотности воздуховодов

Воздуховоды на объекте собираются из отдельных звеньев длиной около двух метров, поэтому число стыков в одной системе может быть достаточно большим. Даже небольшие зазоры на стыках могут привести к существенной негерметичности воздуховода, особенно для воздуховодов больших диаметров. Это может вызвать отклонение от проектного расхода или выбивание горючих или опасных смесей из воздуховода.

Раньше почти все воздуховоды круглого и прямоугольного сечения собирались на фланцевом соединении. Так как фланцы не могут быть изготовлены идеально плоскими, то при их соединении неизбежно возникают зазоры. Для обеспечения герметичности между фланцами обычно закладывалась прокладка из резиновой профилированной ленты.

В настоящее время разработаны и другие способы соединений звеньев воздуховодов – реечное, ниппельное, бандажное. Для обеспечения герметичности широко применяются герметики, проклейка стыков алюминиевым скотчем. Тем не менее фланцевое соединение еще широко приме-

няется для присоединения оборудования, особенно крупногабаритного. В зависимости от используемого типа соединений следует выбирать способ герметизации. Следует помнить, что соединение звеньев воздуховодов и присоединение оборудования без герметизации стыка недопустимо.

3.2.5. Обеспечивать герметичную заделку узлов прохода воздуховодов через перекрытия и стены

При прокладке воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования они пересекают стены помещений и междуэтажные перекрытия. Особенно это характерно для гражданских зданий, где число отдельных помещений и ответвлений от магистралей значительно больше, чем в промышленных зданиях. При преодолении строительной конструкции в ней должно быть подготовлено отверстие, размеры которого чуть превышают поперечные размеры прокладываемого воздуховода с учетом размера фланцев, толщины тепловой изоляции и других факторов. После прокладки воздуховода неизбежно остаются зазоры между краем отверстия и стенкой воздуховода. Эти зазоры должны быть тщательно герметизированы, заполнены минеральной ватой или другим негорючим материалом. Если этого не сделать, возможно возникновение перетоков воздуха между соседними помещениями из-за разницы давлений в этих помещениях. Перетоки воздуха могут вызвать распространение взрывоопасных смесей на те помещения, которые по проекту не относились к взрывоопасным, и в которых установлено оборудование в обычном, а не взрывозащищенном исполнении.

Наличие зазоров в стенах и покрытиях крайне нежелательно и потому, что создает отличные условия для распространения пожара, что будет пояснено в следующей лекции. Особенно это важно для междуэтажных перекрытий, так как перетекание продуктов горения через зазоры в них происходит при пожаре под действием большого гравитационного давления, возникающего из-за больших перепадов температур.

Тщательная заделка зазоров также желательна с целью уменьшения возможности распространения шума из одного помещения в другое. Для общественных зданий этот момент весьма актуален.

3.3. Предотвращение пожара на стадии эксплуатации систем ОВК

На стадии эксплуатации систем вентиляции важным является строгое соблюдение инструкций по эксплуатации оборудования, поддержание всех систем в исправном состоянии, при необходимости – добавление новых или реконструкция старых систем при увеличении количества единиц

оборудования или при изменении технологического процесса. Основные мероприятия приведены далее.

3.3.1. Производить пуск и эксплуатацию оборудования в соответствии с действующими правилами, инструкциями и руководствами по эксплуатации

Технический персонал должен быть подготовлен к эксплуатации оборудования, иметь необходимые инструкции, в которых приведены назначение органов управления установкой и порядок их использования.

Важным является квалификационный уровень персонала, работающего с оборудованием. К сожалению, на небольших предприятиях и в фирмах нет финансовой возможности содержать специальный персонал для управления системами, поэтому включение и обслуживание установок часто доверяется совершенно неподготовленному персоналу (или работающему по совместительству). Быстрый выход из строя отдельных элементов систем при таком подходе весьма вероятен.

Системы вентиляции содержат сложное оборудование, которое достаточно легко вывести из строя при неправильной эксплуатации (вентиляторы, нагреватели, электронные регуляторы, насосы). Конструкции систем усложняются ввиду широкого внедрения автоматики. Кроме того, надежная и правильная работа систем сильно зависит от источников энергообеспечения – сетей электро- и теплоснабжения. Отклонение от температурного графика регулирования тепловой сети или снижение перепада давления на вводе в здание может привести к ситуации, когда воздухонагреватели не смогут обеспечить надлежащий подогрев наружного воздуха. В этом случае у владельца есть два варианта: выключить оборудование и прервать технологический процесс или допустить понижение температуры внутреннего воздуха в производственных помещениях, что фактически означает дискомфортные условия для персонала. Многие владельцы в этой ситуации предпочитают первый вариант, не понимая, что при выключенной приточной вентиляции в закрытом помещении существенно снижается производительность и систем вытяжной вентиляции, так как воздух для их работы не может взяться из ниоткуда. Уменьшение общего воздухообмена может привести к значительному повышению концентрации взрывоопасных аэрозолей и паров.

В некоторых случаях для улучшения ситуации начинают использовать рециркуляцию, даже в тех помещениях, где она запрещена. При этом расход наружного воздуха также уменьшается и концентрация вредных веществ в помещениях растет.

Персонал должен четко понимать, что эксплуатация технологического оборудования взрыво- и пожароопасных помещений без надлежащей работы вентиляции создает прямую угрозу возникновения пожара, и ника-

кие вопросы экономии энергии или отсутствие финансовых средств на ремонт систем не могут служить оправданием, если пожар возникнет.

3.3.2. Не допускать отключения элементов защиты оборудования и включения оборудования без защиты

Современные устройства автоматики вентиляционных систем обязательно имеют в своем составе устройства защиты оборудования. Хотя никакая система автоматики не может гарантировать стопроцентной надежности работы систем, ее наличие существенно снижает вероятность выхода оборудования из строя. Решающую роль здесь играет тот факт, что из процесса управления системой максимально убирается субъективный человеческий фактор, который чаще всего и является причиной возникновения аварийной ситуации, особенно при недостаточном уровне специальной технической подготовки (забыл, не включил, не посмотрел, не думал, думал, что так будет лучше, мне никто не говорил это делать и т. д.). При надлежащем уровне автоматизации системы роль человека заключается только в том, чтобы включить или выключить систему и установить требуемые параметры ее работы. При этом термин «выключить» не означает полного отключения установки от энергосетей, а означает просто ее перевод в ждущий режим, как обычно выключают бытовые электроприборы (например, телевизор, кондиционер, компьютер). При этом автоматика системы, находящейся в выключенном состоянии, может продолжать функционировать и отслеживать критические ситуации, при которых возможен выход оборудования из строя (замораживание калорифера).

Отключение элементов защиты оборудования не позволяет автоматике правильно оценить ситуацию и вовремя предпринять необходимые действия, что значительно повышает вероятность возникновения нерасчетных режимов работы и повреждения оборудования.

3.3.3. Использовать оборудование по назначению и в пределах проектных режимов

Современное оборудование достаточно чувствительно к перегрузкам. Особенно это касается импортного оборудования, которое имеет двигателей с небольшим запас мощности. Самовольное изменение конструкции системы и использование оборудования в нерасчетных режимах может привести к поломке оборудования, перегреву двигателей, повышению температуры перемещаемых сред. Так, для вентиляторов и дымососов с загнутыми вперед лопатками потребляемая мощность значительно возрастает при увеличении расхода воздуха, поэтому их включение без вентиляционной сети легко может привести к перегрузке двигателя. Для дымососов пуск на холодном воздухе также может привести к перегрузке из-за большей плотности холодного воздуха по сравнению с горячими дымовыми газами.

При установке электрического воздухонагревателя тепловая мощность, отдаваемая воздуху, всегда равна подводимой электрической мощности. Поэтому при снижении расхода (например, из-за случайного перекрытия сечения воздуховода) сразу же возрастает температура приточного воздуха, если система не имеет устройства регулирования. Это может легко привести к пожароопасной ситуации, поэтому включение электрических воздухонагревателей без регуляторов и защиты недопустимо.

3.3.4. Производить периодическое обследование, паспортизацию, ревизию, техническое обслуживание и ремонт оборудования и систем в соответствии с установленными правилами и нормами

Подчеркнем еще раз, что сам факт отсутствия или недостаточной вентиляции взрыво- и пожароопасных помещений из-за выхода из строя одной или нескольких систем уже является критической ситуацией, могущей привести к возникновению пожара. Поэтому поддержание нормально- работоспособного состояния систем является обязательным условием противопожарной безопасности и выполнение его невозможно без периодической работы по обслуживанию систем.

В тех помещениях, в которых выделяется горючая пыль, способная оседать на поверхности оборудования, обязательным требованием является очистка поверхности оборудования и строительных конструкций от накопившейся пыли. В некоторых случаях применяют специальные пылеуборочные системы. Эта проблема стоит остро в легкой промышленности (на текстильных, прядильных, вязальных, трикотажных фабриках), на тепловых станциях, на которых топливом для котлов является угольная пыль. Волокнистая пыль прядильных фабрик вспыхивает мгновенно от малейшей искры – сказывается очень мелкое дробление горючего материала и его хорошее омывание воздухом. Загоревшаяся угольная пыль может тлеть очень долго, причем внутри слоя, так что внешне очаг пожара незаметен. В этой ситуации наружный слой пыли выступает в роли своеобразной тепловой изоляции, ограничивающей распространение тепла и повышающей температуру в зоне горения.

3.3.5. Не оставлять включенное оборудование без надзора, если оно не предназначено для работы в автоматическом режиме

Несмотря на наличие защитной автоматики, всегда существует вероятность аварии любой системы вентиляции. Если авария произошла в присутствии людей, она будет зафиксирована и будут приняты надлежащие меры против возникновения пожара. При отсутствии людей ситуация может выйти из под контроля, так как авария не будет замечена вовремя. Поэтому наилучшим вариантом является постоянное наблюдение за процессом, и полное отключение систем в нерабочее время. Однако, как уже упоминалось, для защиты калорифера приточной системы от заморажива-

ния полное отключение системы нежелательно – автоматика и циркуляционный насос должны продолжать работать. В условиях подачи напряжения к установке сохраняется возможность возникновения аварийной ситуации (даже обычной пробой изоляции, короткое замыкание, заклинивание подшипника и др.), поэтому следует уделять особое внимание вопросам диспетчеризации. Под диспетчеризацией понимается удаленный контроль и управление объектом. Минимальный уровень диспетчеризации предусматривает вывод на пульт диспетчера сигнала аварийного режима, в первую очередь – пожарной сигнализации. Высокий уровень предусматривает включение и выключение установки с заранее установленными настройками параметров, а еще более высокий уровень – полный контроль работы установки, включая просмотр журнала, изменение настроек, детальный контроль состояния каждой единицы оборудования. Высокий уровень диспетчеризации сегодня реализуется на основе компьютерных сетей.

Контроллеры для управления инженерным оборудованием систем вентиляции и кондиционирования являются цифровыми устройствами (специализированными микрокомпьютерами), имеющими в своем составе сам контроллер и набор входных и выходных линий, позволяющих подключать различные периферийные устройства автоматики с различным типом входных и выходных сигналов. В некоторых случаях используют универсальные свободно программируемые контроллеры, позволяющие использовать их для любого оборудования. В память контроллера вводится заранее составленная программа, которая и управляет работой вентиляционного или иного оборудования.

Естественно, что в конструкцию современных контроллеров уже заложены различные средства связи для обмена данными с головным компьютером в составе общей системы управления зданием (BMS – Building Management System). Одним из распространенных протоколов связи является протокол LonWork, позволяющий обслуживать любые устройства автоматики, независимо от производителя. Каждое устройство становится LON-совместимым за счет оснащения специальным чипом (микроконтроллером), имеющим внутреннюю программу, средства коммуникации и обслуживания линий ввода/вывода. Передача данных в системе может осуществляться по различным каналам: витая медная пара, оптоволоконный кабель, радиоволны, силовой кабель электрической сети, инфракрасные порты. Для обмена внутри сети может использоваться обычный двухпроводной цифровой канал связи.

При наличии такой системы диспетчер может получить достаточно детальную информацию о любом устройстве и оборудовании.

Лекция 4

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА

- 4.1. Архитектурно-планировочные решения, препятствующие распространению пожара.
- 4.2. Мероприятия по предотвращению распространения пожара в системах ОВК.
- 4.3. Противопожарные клапаны систем вентиляции.

4.1 Архитектурно-планировочные решения, препятствующие распространению пожара

Мероприятия по предотвращению распространения пожара невозможно рассматривать без учета общей концепции защиты здания, в которой на первом месте стоят архитектурно-планировочные решения, направленные на недопущение распространения пожара.

Ярким примером для понимания данного вопроса является СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения». В данном документе почти половина текста посвящена в той или иной степени требованиям, обеспечивающим достаточную пожарную безопасность зданий.

Строительными нормами устанавливаются определенные требования к конструкции здания, чтобы изначально свести вероятность распространения пожара по зданию к минимуму. Основные принципы защиты здания на этапе конструирования рассмотрены ниже.

4.1.1. Нормами устанавливаются нормируемые (минимально требуемые) значения классов пожароопасности различных конструктивных элементов здания для достижения требуемого класса конструктивной пожарной опасности здания в целом.

Для здания определенного класса конструктивной пожарной опасности С0-С3 устанавливаются минимально-требуемые значения классов пожарной опасности К0-К3 для стен, перекрытий, дверей, лестничных клеток, лифтовых шахт и других элементов.

4.1.2. Нормами устанавливаются нормируемые (минимально требуемые) значения пределов огнестойкости конструктивных элементов для достижения определенной степени огнестойкости здания в целом.

Для здания определенной степени огнестойкости I – IV устанавливаются минимально-требуемые значения пределов огнестойкости REI несущих стен, наружных стен, ферм, перекрытий, лестничных маршей и т. д.

4.1.3. Большие здания разбиваются на пожарные отсеки, которые разделяются противопожарными стенами на всю высоту здания и выполняются с повышенным пределом огнестойкости, то есть являются противопожарными преградами.

Максимальные площади пожарных отсеков оговорены нормами в зависимости от назначения здания, его этажности и наличия систем автоматического пожаротушения. Предельная площадь пожарного отсека уменьшается при уменьшении огнестойкости здания и увеличении его этажности.

4.1.4. В зависимости от назначения ограничивается высота здания или предельный этаж, на котором может располагаться помещение определенного назначения. В разделе «Общие требования» СНиП 2.08.02-89 отдельно выделена группа требований под заголовком «Этажность общественных зданий, степень огнестойкости зданий и их элементов».

4.1.5. Преимущественно рекомендуется использование негорючих материалов для основных конструкций, при использовании горючих материалов требуется их пропитка или покрытие строительными растворами или специальными составами. Строительные конструкции не должны способствовать скрытому распространению горения.

При необходимости строительные конструкции должны обрабатываться специальными пропитками и покрытиями, и в процессе эксплуатации здания должна проводиться их периодическая замена или восстановление. Не допускается их использование в местах, исключающих возможность периодической замены или восстановления покрытий.

4.1.6. Вертикальные лифтовые шахты и лестничные клетки выгораживаются противопожарными стенами с повышенным пределом огнестойкости.

С учетом того, что лифтовые шахты и лестничные клетки связывают по вертикали единым каналом несколько этажей, вероятность распространения пламени через них весьма высока. Кроме того, эти помещения являются путями эвакуации людей, поэтому крайне необходимо, чтобы при возникновении пожара он не мог распространиться на пути эвакуации. Исходя из этого, стены лифтовых шахт и лестничных клеток всегда выполняются противопожарными.

4.1.7. При необходимости для помещений категорий А и Б на входе предусматриваются тамбур-шлюзы, в которые должен осуществляться подпор воздуха постоянно или в случае возникновения пожара.

Тамбур-шлюз представляет собой небольшое помещение при входе в помещение, которое разделяет пожаро- и взрывоопасное помещение и соседствующие помещения с более низкой степенью пожарной опасности. Наличие положительного подпора воздуха в тамбуре, создаваемое при помощи специальной системы, гарантирует невозможность распространения пожара через тамбур-шлюз.

4.1.8. В высотных зданиях лифтовые шахты также могут иметь тамбур-шлюзы. Входы в лифтовые шахты, выходящие в подвальные помещения, всегда оборудуются тамбур-шлюзами.

Тамбур-шлюзы лифтовых шахт тоже отделяют вертикальный канал шахты от остальной части здания. Особые требования к входам из подвальных помещений обусловлены сложностью эвакуации из них и отсутствием окон, через которые возможно удаление дыма.

4.1.9. Части здания и помещения с различным классом функциональной пожарной опасности должны быть разделены между собой противопожарными преградами.

Это требование обусловлено необходимостью ограничения пожара только той зоной, для которой приняты соответствующие мероприятия, согласно назначению помещения, и нераспространения его на помещения с меньшим классом функциональной пожарной опасности, для которых установлен иной уровень требований.

4.1.10. Исходя из функционального назначения и размеров, оговаривается перечень помещений, которые можно располагать в подвальных и цокольных этажах или в отдельных зданиях.

В подвальных и цокольных этажах не допускается размещать помещения, в которых применяются или хранятся горючие газы и жидкости, а также легковоспламеняющиеся материалы, за исключением специально оговоренных случаев.

Размещение мастерских, кладовых и других помещений, предназначенных по заданию на проектирование для хранения или переработки горючих материалов, под зрительными и актовыми залами, а также в подвальных и цокольных этажах зданий детских дошкольных учреждений, школ, спальных корпусов школ-интернатов и интернатов для школ, стационаров лечебных учреждений и спальных корпусов санаториев не допускается.

Размещение лыжехранилищ непосредственно под спальными помещениями не допускается.

Ясно, что такие требования направлены на то, чтобы помещения с повышенной пожарной опасностью не располагались под помещениями с большим количеством людей или спальными помещениями, так как при возникновении пожара он может распространиться на вышерасположенные помещения, и высока вероятность гибели людей.

4.1.11. Не допускается предусматривать подвесные потолки в производственных помещениях категорий А и Б. В пространстве за подвесными потолками не допускается предусматривать размещение каналов и трубопроводов для транспортирования горючих газов, пылевоздушных смесей, жидкостей и материалов.

4.2 Мероприятия по предотвращению распространения пожара в системах ОВК

Мероприятия в системах вентиляции по ограничению возможности распространения пожара базируются на следующих принципах:

- на применении негорючих материалов воздуховодов и тепловой изоляции;
- повышении огнестойкости воздуховодов за счет тепловой изоляции и нанесения вспучивающихся покрытий;
- правильной трассировке воздуховодов;
- правильном размещении вентиляционного оборудования;
- применении отдельных систем для взрыво-пожароопасных помещений;
- установке огнезадерживающих и обратных клапанов на воздуховодах систем;
- использовании воздушных затворов в системах с естественной циркуляцией;
- отключении систем вентиляции в случае возникновения пожара;
- ограничении зоны действия систем, особенно в вертикальном направлении;
- ограничении применения рециркуляции;
- правильном размещении выбросов дыма при пожаре.

Ниже рассмотрены основные требования норм. Более детально требования следует изучать непосредственно по тексту действующих нормативных документов применительно к конкретному объекту в процессе практической деятельности в области проектирования или эксплуатации систем ОВК здания.

4.2.1. Системы вытяжной и аварийной вентиляции (далее «ВОБ») следует предусматривать отдельными для каждой группы помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека.

4.2.2. Нормами ограничивается набор групп помещений, для которых допускается проектировать общие системы.

4.2.3. Допускается присоединять к одному помещению или группе помещений помещение или группу помещений другой категории пожарной опасности площадью не более 200 м². При этом требуется установка пожарного клапана на ответвлении.

Помещения с массовым постоянным или временным пребыванием людей не должны соединяться общим воздуховодом с другими помещениями ни в качестве основных, ни в качестве присоединяемых.

4.2.4. Рекомендуются устройство отдельных систем для больших и пожаро- и взрывоопасных помещений.

4.2.5. Нормируется значение предела огнестойкости транзитных воздуховодов, при необходимости требуется его повышение за счет применения негорючих материалов, массивных материалов, нанесения тепловой изоляции или вспучивающихся покрытий.

4.2.6. Требуется установка огнезадерживающих и обратных клапанов в приточных системах, обслуживающих несколько помещений на разных этажах (места, в которых следует устанавливать клапаны, более подробно рассмотрены в разделе лекции 10).

4.2.7. Требуется установка огнезадерживающих клапанов в вытяжных системах, обслуживающих несколько помещений на разных этажах.

4.2.8. Должна быть выполнена тщательная герметизация мест прохода воздуховодов через стены и перекрытия.

4.2.9. Нормируется ограничение этажности для одной системы (к одному горизонтальному коллектору не более 5 этажей).

4.2.10. Для вытяжных систем многоэтажных зданий требуется устройство воздушных затворов на системах естественной и механической вентиляции.

4.2.11. Ограничено применение рециркуляции одним помещением. Рециркуляция воздуха из систем местных отсосов (МО) взрывоопасных смесей не допускается

4.2.12. Обязательно применение взрывных клапанов в сухих пылеуловителях, если улавливается горючая пыль.

В сухих пылеуловителях (например, циклонах) значительная доля уловленной пыли находится во взвешенном состоянии ввиду сильного воздействия потока, и концентрация пыли в воздухе может легко превысить взрывоопасную концентрацию.

4.2.13. Рекомендуются размещение оборудования в отдельных выгороженных венткамерах, раздельное размещение оборудования для помещений различных категорий пожаро- и взрывоопасности.

Оборудование систем МО взрывоопасных смесей следует размещать отдельно от другого вентиляционного оборудования, если в системе имеются сухие пылеуловители или фильтры или в воздуховодах возможно отложение горючих веществ.

Оборудование систем для помещений категорий А и Б, а также оборудование систем МО взрывоопасных смесей не допускается размещать в помещениях подвалов.

Оборудование систем МО допускается размещать в обслуживаемых ими помещениях.

4.2.14. Следует предусматривать поддержание избыточного давления в помещениях, соседних с помещениями категорий А и Б, для предотвращения перетекания воздуха и взрывоопасных смесей.

4.2.15. Следует предусматривать устройство тамбур-шлюзов для помещений категории А и Б.

4.2.16. Следует использовать негорючие материалы для изготовления воздуховодов.

4.2.17. Вытяжные шахты для горючих смесей следует размещать на нормируемом расстоянии от отверстий воздухозабора и окон, также нормируется высота расположения точки выброса, особенно над горючей кровлей. Выбросы взрывоопасной пылегазовоздушной смеси из систем местных отсосов следует предусматривать через трубы и шахты, не имеющие зонтов, вертикально вверх. Целесообразно использование факельного выброса.

4.2.18. Трубопроводы в местах пересечения стен и перекрытий следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов, заделку отверстий тоже производить негорючими материалами.

Не допускается прокладка трубопроводов через помещения убежищ, электротехнические помещения и пешеходные галереи и тоннели.

4.3. Противопожарные клапаны систем вентиляции

В системах вентиляции помещений широко применяются специальные противопожарные клапаны, предназначенные для функционирования только в случае возникновения пожара. К ним относятся огнезадерживающие, обратные и дымовые клапаны, причем первые два типа могут устанавливаться в обычных системах вентиляции (общеобменных и местных), а дымовые клапаны чаще всего устанавливаются в системах дымоудаления, рассматриваемых в лекции 6.

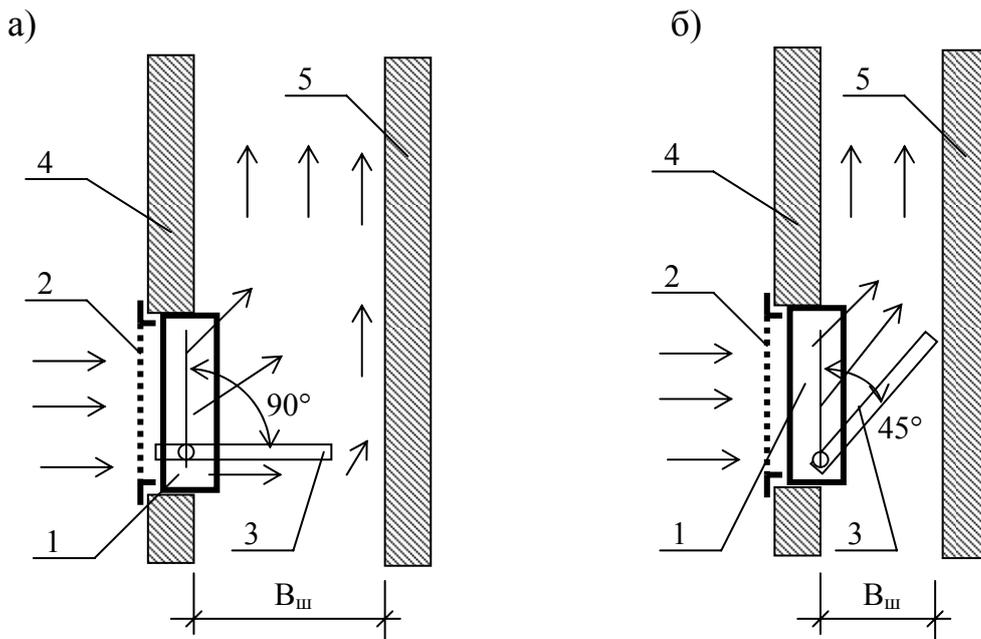
Противопожарные клапаны выполняются с определенной огнестойкостью, которая достигается за счет применения для их изготовления более толстой стали, использования двойных стенок с тепловой изоляцией между ними, специальной конструкции соединения с приводом, исключая передачу тепла от стенок клапана на электромотор.

Огнезадерживающий клапан – клапан с нормируемым пределом огнестойкости, закрывающийся при пожаре (нормально открытый).

Огнезадерживающий клапан обычно устанавливается на воздуховоде систем вентиляции, поэтому его конструкция обычно предусматривает наличие патрубков (с фланцами или без них) для присоединения к воздуховодам. Клапаны могут устанавливаться в любом положении.

Дымовой клапан – клапан с нормируемым пределом огнестойкости, открывающийся при пожаре (нормально закрытый). Он может быть такой же конструкции, как и огнезадерживающий клапан, и отличается от него только тем, что в обычном положении его заслонка закрыта.

Кроме универсальных вариантов конструкции выпускают дымовые клапаны в стеновом исполнении, которые в основном предназначены для установки в стене вертикальной шахты дымоудаления (при необходимости, такой клапан может быть установлен и на воздуховоде). Так как снаружи клапан обычно закрывается декоративной решеткой, то он всегда монтируется в таком положении, чтобы заслонка клапана откидывалась внутрь шахты (рис. 4.1).



1 – дымовой клапан; 2 – декоративная решетка; 3 – заслонка клапана; 4 – стена коридора, холла или помещения; 5 – стена шахты дымоудаления

Рис. 4.1. Установка дымового клапана в стене шахты:

а – при угле поворота заслонки 90° ; б – при угле поворота заслонки 45° ;

При выборе клапана следует обязательно учитывать угол открывания заслонки и вылет заслонки внутрь шахты. Сечение шахты должно быть достаточно для установки клапана и его полного открытия. При угле открытия заслонки 90° создается значительное сопротивление входу потока и требуется увеличенная глубина шахты (параметр $B_{\text{ш}}$), что часто нежелательно по конструктивным соображениям. Поэтому некоторые клапаны выпускаются с углом открытия заслонки 45° . Это позволяет уменьшить коэффициент местного сопротивления на вход дыма и позволяет устанавливать клапан в шахте с меньшей глубиной.

Конструкции противопожарных клапанов и их технические характеристики приводятся в каталогах фирм-изготовителей, в технической литературе и справочных пособиях по проектированию вентиляции.

Основными характеристиками клапанов являются следующие параметры:

- предел огнестойкости;
- геометрические размеры (проходное сечение, габаритные размеры, вылет заслонки, размеры фланцев, зона обслуживания и др.);
- взрывобезопасность;
- тип привода;
- время срабатывания;
- аэродинамические характеристики в закрытом положении (сопротивление дымогазопроницанию);
- аэродинамические характеристики в открытом положении (коэффициент местного сопротивления);
- условия эксплуатации.

Предел огнестойкости клапана указывается заводом-изготовителем в часах или в минутах. Часто он входит в качестве одного из элементов в маркировку клапана.

Геометрические параметры важны, так как определяют необходимое пространство для размещения клапана. Размеры проходного сечения клапана, как наиболее важная характеристика, почти всегда указываются в маркировке клапана.

Большинство выпускаемых клапанов не являются взрывобезопасными и не предназначены для установки в помещениях категории А и Б и в системах местных отсосов пожаро- и взрывоопасных смесей. Окружающая среда не должна содержать агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих металлы, лакокрасочные покрытия и электроизоляцию.

Аэродинамические характеристики клапана в открытом состоянии важны для расчета потерь давления при прохождении среды (воздуха для огнезадерживающих клапанов и дыма для дымовых). Чаще всего указывается коэффициент местного сопротивления клапана, который зависит от его конструкции. Обычно значение коэффициента больше, чем для обычных клапанов, так как заслонки противопожарных клапанов теплоизолированы и имеют значительную толщину.

Величина сопротивления дымогазопроницанию определяет степень неплотности закрытого клапана и должна быть не менее значений, установленных нормативными документами.

Неплотность притворов дымового клапана определяется расходом воздуха G_k в килограммах в час, просасываемого через закрытый клапан, и не должна превышать нормативной величины:

$$G_x = 40,3 (A_k \cdot \Delta P_k)^{0,5},$$

где A_k – площадь проходного сечения клапана, м²;

ΔP_k – разность давлений, Па, по обеим сторонам клапана.

Одной из важнейших характеристик клапана является тип привода заслонки. Приводы противопожарных клапанов бывают:

- пружинный с тепловым замком;
- пружинный с электромагнитной защелкой (и тепловым замком);
- электромеханический (электродвигательный).

Самым простым является пружинный привод с тепловым замком. Он представляет собой пружину, которая системой рычагов соединена с поворотной заслонкой клапана. Пружина взводится в рабочее положение внешним рычагом, при этом заслонка клапана ставится в нужное положение (нормально открыта или нормально закрыта). Во взведенном состоянии положение заслонки фиксируется защелкой, которая удерживается специальным плавким элементом (тепловым замком). Он омывается средой, движущейся через клапан. В зависимости от используемого материала тепловой замок плавится при различной температуре (72, 95 или 141 °С), что позволяет изготавливать клапаны на различную температуру срабатывания. Если перемещаемая среда имеет температуру выше температуры плавления замка, то он плавится и освобождает защелку, которая смещается и позволяет пружине привода повернуть заслонку клапана и перевести ее в положение, противоположное нормальному. Клапан может сработать только однократно, так как для обеспечения повторного использования клапана требуется замена плавкого элемента.

Пружинный привод с электромагнитной защелкой, часто для простоты называемый электромагнитным приводом, является модификацией выше рассмотренного привода с тепловым замком. В конструкции привода защелка связана с якорем электромагнита, и подав напряжение на его катушку, можно освободить защелку и тем самым заставить пружину сработать. Таким образом, наличие электромагнита дает возможность осуществлять дистанционное управление срабатыванием клапана, причем клапан может использоваться и срабатывать многократно. После каждого срабатывания требуется лишь каждый раз снова вручную взводить пружину привода.

Электромеханический привод является обычным электродвигательным приводом, особенность его в том, что используется привод с возвратной пружиной. Такие приводы применяются на клапанах воздухозабора приточных систем, а также в других случаях, когда хотят, чтобы клапан закрылся при отключении электропитания привода. В противопожарных клапанах мотор привода осуществляет поворот заслонки в нормальное положение и взвод возвратной пружины. Как только отключится напряжение питания привода, возвратная пружина повернет заслонку в противоположное положение.

Таким образом, **срабатывание противопожарных клапанов всегда происходит под действием возвратной пружины**. Это очень важно, так как в условиях пожара электропитание может быть отключено.

Из всех рассмотренных типов приводов наихудшими показателями обладает пружинный привод с тепловым замком, хотя он и дешевле остальных и не требует дополнительной автоматики и подвода электропитания. Однако он имеет ряд существенных недостатков:

а) срабатывание привода происходит только после расплавления теплового замка, а это возможно только в том случае, когда горячие продукты горения достаточно длительное время проходят через клапан и омывают тепловой замок. Это значит, что привод имеет большую инерцию и срабатывает не в начале пожара, а значительно позже;

б) невозможно включение привода от какого-либо внешнего устройства. Это не позволяет периодически проверять работоспособность клапана или включать его в случае пожара вручную, если замечено начало возгорания;

в) после срабатывания требуется замена клапана или его теплового замка, что делается крайне редко (а зачем, если здание уже допущено к эксплуатации?). В результате после однократного срабатывания система оказывается незащищенной.

С учетом указанных недостатков, в настоящее время **запрещено использование огнезадерживающих клапанов с тепловым замком в системах приточно-вытяжной вентиляции.**

Клапаны с пружинным приводом и электромагнитной защелкой позволяют производить дистанционное опробование их работы и многократно повторно использовать клапан после срабатывания. Учитывая, что взвод пружины клапана осуществляется все же вручную, рекомендуется в проектах предусматривать размещение клапанов в местах, доступных для обслуживания.

Клапаны с электромеханическим приводом являются наиболее совершенными, так как позволяют производить не только дистанционное опробование их работы и многократно повторно использовать клапан после срабатывания, но и автоматически дистанционно осуществлять взвод клапана. Поэтому их можно размещать и в труднодоступных местах.

Напряжение питания привода клапана выбирается в зависимости от поставленных задач и той автоматики, которая должна будет управлять клапаном. Если это просто огнезадерживающий или дымовой клапан, никак не связанный с автоматикой приточной или вытяжной установки, то обычно принимают напряжение питания 220 В. Если же в системе требуется переключать некоторые ответвления или устройства (например, в случае резервирования), то может быть выбрано напряжение 24 В, часто используемое для управления приводами обычных клапанов вентиляционных систем. Технические характеристики некоторых приводов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Технические характеристики приводов противопожарных клапанов ОКС-1 фирмы «Арктика»

Характеристика привода	Тип привода		
	Пружинный с тепловым замком	Пружинный с электромагнитной защелкой (и тепловым замком)	Электромеханический (электромоторный)
Способ закрытия заслонки	Автоматический от разрыва теплового замка при температуре более 72, 95 или 141 °С	Автоматический от разрыва теплового замка при температуре более 72, 95 или 141 °С	Автоматический при срабатывании терморегулирующего устройства (ТРУ)
		Автоматический по сигналу пожарной автоматики	Автоматический по сигналу пожарной автоматики
		Дистанционный с пульта управления или выносной кнопки	Дистанционный с пульта управления или выносной кнопки
Способ открытия заслонки	Вручную при взводе пружины	Вручную при взводе пружины	Дистанционный с пульта управления при подаче напряжения
Механизм закрытия заслонки	Возвратная пружина привода	Возвратная пружина привода	Возвратная пружина привода
Механизм открытия	–	–	Электродвигатель привода
Инициация срабатывания привода	Разрыв теплового замка	Подача напряжения на электромагнит защелки (или разрыв теплового замка)	Отключение питающего напряжения привода
Количество срабатываний	Однократное	Многократное при ручном взведении	Многократное при дистанционном управлении
Время поворота заслонки, не более, с: в закрытое положение	2	2	10
в открытое положение	–	–	90-120
Потребляемая мощность, Вт	8 (при открытии) 4,5 (при удержании в открытом положении)	42	–
Степень защиты	–	IP 54	IP 54
Напряжение питания, В	–	220	220 или 24

Противопожарные клапаны производит целый ряд предприятий, поэтому нет единой системы обозначений. Ниже приводятся примеры обозначений некоторых клапанов с расшифровкой:

а) КВП-(120)-Д(С))-700×500-ВМ(220)Р – клапан марки КВП с пределом огнестойкости 120 мин, дымовой стенового исполнения, с посадочным размером 700×500 мм, с электромеханическим (моторным) приводом фирмы «Velimo» ВF-230 (на напряжение 230 В с возвратной пружиной), с декоративной решеткой;

б) КВП-60-(120)-НЗ-500×500-ЭМ(220) – клапан марки КВП-60 с пределом огнестойкости 120 мин, нормально закрытый, с посадочным размером 500×500 мм, с пружинным приводом и электромагнитной защелкой на напряжение 220 В, 50 Гц;

в) ОКС-1-(120)-РВ-400×200 – клапан марки ОКС-1 с пределом огнестойкости 120 мин, с нормально открытой заслонкой, с электромеханическим (моторным) приводом фирмы «Polar Bear» на напряжение 220 В с возвратной пружиной, с размером внутреннего сечения 400×200 мм;

г) ОКС-1-(60)-РВ(24)-НЗ-500×250 – клапан марки ОКС-1 с пределом огнестойкости 60 мин, с электромеханическим (моторным) приводом фирмы «Polar Bear» на напряжение 24 В с возвратной пружиной, с нормально закрытой заслонкой, с размером внутреннего сечения 500×250 мм;

д) ОКС-1К-(60)-РВ-200-Н – клапан круглого сечения марки ОКС-1К с пределом огнестойкости 60 мин, с электромеханическим (моторным) приводом фирмы «Polar Bear» на напряжение 220 В с возвратной пружиной, с нормально открытой заслонкой, с диаметром внутреннего сечения 200 мм и ниппельным соединением;

е) ОКС-1К-(120)-РВ(24)-НЗ-400 – клапан круглого сечения марки ОКС-1К с пределом огнестойкости 120 мин, с электромеханическим (моторным) приводом фирмы «Polar Bear» на напряжение 24 В с возвратной пружиной, с нормально закрытой заслонкой, с диаметром внутреннего сечения 400 мм и фланцевым соединением;

ж) ДКС-1-ЭМ-700×500 – клапан дымовой марки ДКС-1, с пружинным приводом и электромагнитной защелкой на напряжение 230 В, 50 Гц, с установочными размерами 700×500 мм, без решетки.

Спектр продукции фирм-изготовителей противопожарного вентиляционного оборудования изменяется, поэтому и каталоги периодически обновляются. При необходимости подбора оборудования для реального проекта технические характеристики клапанов следует смотреть в каталогах последнего года издания или, лучше всего, на сайте изготовителя, где информация изменяется наиболее оперативно.

Лекция 5

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВОЗМОЖНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

5.1. Мероприятия по обеспечению доступа пожарных подразделений

5.2. Мероприятия по обеспечению условий тушения пожара

5.1. Мероприятия по обеспечению доступа пожарных подразделений

Еще при архитектурно-строительном проектировании здания закладываются мероприятия по обеспечению возможности тушения пожара. Другие мероприятия закладываются на этапе проектирования инженерных систем.

Одним из наиболее важных моментов является **обеспечение доступа пожарных подразделений**. Выполнение этого требования достигается за счет наличия:

– **свободного подъезда пожарных автомобилей** ко всем фасадам здания. При разработке планировочных решений застройки территории обязательно выделяются проезды вокруг зданий для свободного подъезда пожарных автомобилей. Если здание имеет большую ширину, то подъезды должны быть обязательно со всех сторон. В настоящее время часто можно увидеть ситуацию, когда подъезды и дворы сплошь заставлены легковыми автомобилями граждан. В случае пожара пожарные автомобили просто не смогут подъехать к зданию и пожарные не смогут приблизиться к окнам горящих помещений для тушения пожара или эвакуации людей. Особенно это опасно для высоких зданий, когда длина выдвижной лестницы автомобиля лишь немногим превышает высоту здания;

– **лестниц**, в том числе специальных пожарных; в обязательном порядке должна быть лестница, ведущая по стене здания на кровлю. Ширина лестниц оговаривается нормативными документами;

– **лифтов** в многоэтажных зданиях, не отключаемых при пожаре. Перед началом тушения пожара в здании обязательно отключается его электропитание. Это необходимо для того, чтобы при действии воды не допустить коротких замыканий и поражения пожарных электрическим током. Поэтому в высоких зданиях проектируют специальные лифты для перевозки пожарных подразделений. Они имеют отдельное энергоснабжение, что позволяет использовать их при отключении общего электропитания здания. Если специальные лифты не предусмотрены, то часть грузовых лифтов общего назначения должна иметь режим «перевозка пожарных подразделений»;

– **ключей от железных дверей и решеток** технических, подвальных и чердачных помещений. В обычном режиме эксплуатации здания эти двери закрыты. Во многих жилых домах на подвальные и чердачные помещения граждане сами устанавливают прочные железные двери с мощными замками. В случае возникновения пожара быстрее всего задымляется лестничная клетка, и люди не могут выйти, чтобы открыть дверь. Если ключа нет, то взламывание двери может отнять драгоценное время, когда пожар еще можно было потушить относительно просто. К сожалению, большинство граждан почему-то об этом не задумывается.

5.2. Мероприятия по обеспечению условий тушения пожара

Вторым важным моментом является **обеспечение условий тушения пожара**. Выполнение этого требования достигается за счет наличия:

– **окон в подвальных и цокольных этажах** для прокладки пожарных рукавов и обеспечения возможности тушения пожара в подвальных помещениях. При наличии подвала по все длине обоих фасадов здания предусматриваются небольшие подвальные окна, количество которых оговорено нормами. Это очень простое и дешевое мероприятие, позволяющее значительно облегчить тушение пожара в подвале. Отметим, что в жилых зданиях в подвале часто находятся кладовки граждан с перегородками из досок. В самих кладовках люди часто тоже складывают старые вещи и другие предметы из горючего материала. В итоге в подвале оказывается накоплен значительное количество горючего материала, и простое замыкание электропроводки может привести к серьезному пожару. Кроме того, чтобы исключить проникновение в подвал посторонних лиц, люди часто заделывают подвальные окна решетками и даже металлическими листами, что еще более усугубляет ситуацию.

– **зазоров между маршами лестниц** для обеспечения возможности прокладки пожарных рукавов. При движении пожарного по лестнице он не тащит за собой пожарный рукав, а просто поднимает его между соседними маршами лестниц. Это значительно экономит силы на поднятие рукава и позволяет исключить изгибы рукава. Минимально расстояние между лестничными маршами в свету нормировано и равно 150 мм.

– **гидрантов и пожарных кранов**. Пожарные гидранты для заправки пожарных автомобилей предусматриваются на территории крупных предприятий, расположенных в пределах городской черты. Иногда на летний период предусматриваются пожарные водоемы. В сельской местности чаще предусматриваются пожарные водоемы, если отсутствуют естественные источники воды. Внутри самих зданий предусматривается разводка системы пожарного водоснабжения с установкой пожарных кранов для

подключения пожарного рукава. Количество кранов и максимальные расстояния между ними оговорены в нормативных документах;

– **байпасной линии в водомерном узле.** Водомерный узел здания проектируется на обычный режим водопотребления, в соответствии с проектным значением расхода выбирается условный диаметр трубопровода и счетчика воды. В случае тушения возникшего пожара расход воды значительно превышает нормальное водопотребление, поэтому требуется устройство байпасной (обводной) линии увеличенного диаметра для пропуска пожарного расхода воды. На байпасной линии стоит запорное устройство, которое в обычном режиме закрыто и опечатано. При возникновении пожара по сигналу пожарной автоматики происходит открытие запорного устройства и переключение водомерного узла ввода на повышенную пропускную способность;

– **систем автоматического пожаротушения.** Системы автоматического пожаротушения включаются в начальной стадии пожара по сигналу пожарной автоматики еще до приезда пожарных подразделений. Они не всегда способны полностью погасить очаг пожара, однако являются эффективным средством его локализации. Основным их преимуществом является именно раннее включение, когда очаг пожара имеет еще небольшие размеры. Системы постоянно совершенствуются и бывают водяного, пенного газового и порошкового пожаротушения. Каждый из видов имеет свои преимущества и недостатки. Водяные появились давно и широко распространены благодаря умеренной стоимости и простоте конструкции. Сегодня все шире применяются системы с мелкодисперсным распылом воды, которые создают в помещении водяной туман, препятствующий процессу горения. По своему эффекту действия они близко подошли к системам газового и порошкового пожаротушения, которые тоже создают среду, препятствующую горению. В качестве газового пожаротушения в помещениях с электрическим оборудованием используют фреоновые системы. В порошковых системах распыляется специальный порошок, разлагающийся с образованием углекислоты. Недостатком порошкового пожаротушения является высокая химическая агрессивность порошка, приводящая к порче внешнего вида находящихся в помещении предметов.

– **первичных и вспомогательных пожаротушения,** к которым относятся огнетушители, песок, бочки с водой, шланги для тушения жилых помещений и др. Предполагается, что эти средства должны использовать люди, обнаружившие начало возгорания, до приезда пожарных подразделений с целью локализации очага пожара. В некоторых случаях при раннем обнаружении возгорания этих средств бывает достаточно для полного тушения огня. Основным недостатком их применения является то, что в критической ситуации не все люди способны сохранить самообладание и правильно и эффективно использовать подручные средства.

Лекция 6

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

- 6.1. Назначение и сущность противодымной защиты.
- 6.2. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей
- 6.3. Системы противодымной вытяжной вентиляции
- 6.4. Системы противодымной приточной вентиляции

6.1. Назначение и сущность противодымной защиты

При возникновении пожара огонь не охватывает мгновенно все здание, а распространяется по нему с определенной скоростью, постепенно увеличивая площадь очага пожара. Эвакуация людей должна происходить в **начальной стадии пожара**, когда огонь еще не разгорелся и не охватил значительную площадь. Эвакуация людей происходит по **путям эвакуации**, включающим в себя двери, коридоры, лестницы и лифты, по которым движется эвакуирующийся людской поток. К элементам путей эвакуации нормами предъявляются жесткие требования (даются минимально допустимые значения параметров), которые будут рассмотрены ниже.

Важное значение имеет **скорость эвакуации $V_{эв}$** и **длина пути эвакуации $l_{эв}$** . Именно эти параметры и определяют время, за которое люди смогут безопасно покинуть здание:

$$\tau_{эв} = l_{эв} / V_{эв} .$$

Из горящего помещения на пути эвакуации может проникать дым. Если не предпринять специальных мер, то очень быстро пути эвакуации могут быть заполнены дымом, и люди не смогут не то что двигаться по коридорам, а побоятся даже выходить из помещений в коридор, так как в отдельных помещениях концентрация дыма может оказаться значительно меньше, чем в коридоре. Поэтому мероприятия по обеспечению незадымляемости путей эвакуации являются исключительно важными.

Нормами установлено, что нижняя граница дымовой подушки не должна опускаться ниже высоты 2,5 м от уровня пола. Пространство от высоты 2,5 м до потолка помещения или коридора называется **резервуаром дыма**. Чем выше расположен потолок помещения, тем меньше вероятность задымления помещения в начальной стадии пожара. По мере поступления дыма именно резервуар дыма постепенно заполняется дымом. Чем он больше, тем больший период времени должен пройти, прежде чем резервуар полностью заполнится и нижний уровень дымовой подушки опустится ниже 2,5 м от уровня пола. Таким образом, время заполнения

резервуара дыма зависит от количества выделяющегося дыма и объема резервуара дыма:

$$\tau_{эв} = L_{\partial} / V_{p\partial} = L_{\partial} / [S_{ном}(H_{ном} - 2,5)].$$

Количество выделяющегося дыма зависит от размеров очага пожара и вида горючего материала, определяющего температуру горения и дымообразующую способность.

Исходя из перечисленного, категорически нежелательно понижение потолка в коридорах, вестибюлях, холлах, так как именно они и являются путями эвакуации и должны оставаться незадымленными максимально долго.

Однако понятно, что увеличение высоты этажей требует значительных капитальных затрат при строительстве здания, поэтому в большинстве случаев междуэтажный габарит принимают на некоем минимальном уровне – это существенно снижает стоимость здания. При этом объем резервуара дыма получается недостаточным. В этом случае незадымляемость помещений и путей эвакуации обеспечивается за счет применения специальных **систем противодымной вентиляции** (вытяжных и приточных), которые включаются при пожаре по сигналу пожарной автоматики. Вытяжные противодымные системы (они маркируются в проектах обозначением ВД) удаляют дым из помещения или коридора и имеют расчетную производительность, равную (или больше) расходу образующейся воздушно-дымовой смеси. Поэтому при их работе уровень дымовой подушки не может опуститься слишком низко. Забор воздуха из помещений производится через специальный **дымовой клапан** – клапан с нормируемым пределом огнестойкости, открывающийся при пожаре (нормально закрытый). Если помещение имеет большие размеры в плане, то забор дыма из одной точки неэффективен (нормами установлены максимальные радиусы действия). В этом случае забор воздуха осуществляется через **дымоприемное устройство** – воздуховод (канал, шахта) с установленными в нем дымовыми клапанами или воздуховод с отверстиями для приема дыма и дымовым клапаном, общим для дымовой зоны или резервуара дыма или помещения.

Приточные противодымные системы (они маркируются в проектах обозначением ВД) накачивают наружный незадымленный воздух в защищаемое помещение, коридор, лестничную клетку, лифтовую шахту или тамбур-шлюз и создают в них **положительный подпор**, препятствующий проникновению дыма в них из соседних задымленных помещений.

Системы приточной противодымной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции. **Обособленное применение систем приточной противодымной вентиляции без устройства соответствующих систем вытяжной противодымной вентиляции не допускается.**

Системы противодымной вентиляции в комплексе с обычными приточными системами при правильном проектировании и использовании могут выполнять и еще одну важную функцию – эффективное блокирование **распространения продуктов горения**. Это достигается как раз за счет организации правильного движения воздушных масс: из горящего помещения вытяжными противодымными системами осуществляется вытяжка продуктов горения, а в окружающих его помещениях создается положительный подпор при помощи приточных противодымных систем и общеобменных приточных систем обычной вентиляции. Организация такой работы систем требует развитой системы пожарной сигнализации (надо знать, в каком конкретно помещении возник очаг возгорания) и хорошей диспетчеризации обычных приточных систем, позволяющей отключать отдельные ответвления (для этого потребуются добавочно установить на них клапаны с электроприводами).

Системы противодымной вентиляции должны быть автономными для каждого пожарного отсека здания.

6.2. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей

Эвакуация начинается не в тот момент, когда произошло возгорание, а в тот момент, когда оно зафиксировано находящимися в здании людьми или системами пожарной сигнализации. Только после этого может начаться эвакуация людей. Итак, становится очевидным, что первая задача при обеспечении безопасной эвакуации людей, – **гарантировать своевременное обнаружение возгорания**. Чем раньше будет зафиксировано горение, тем меньше будет в этот момент площадь пожара и у людей будет больше времени на эвакуацию. С учетом того, что в подавляющем большинстве случаев по условиям технологии невозможно обеспечить постоянное присутствие людей во всех помещениях здания, огромная роль в решении этой задачи принадлежит системам пожарной сигнализации. За рубежом все жилые помещения в обязательном порядке оборудованы системами пожарной сигнализации и системами водяного пожаротушения. В нашей стране только общественные здания пока оборудованы подобными системами, в жилом фонде ситуация значительно хуже. Усугубляется это еще наличием достаточно старых зданий.

Отметим, что если возгорание своевременно обнаружено, то часто тушение очага возгорания может быть произведено собственными силами до приезда пожарных при помощи штатных средств пожаротушения (огнетушителей) и подручных средств.

Вторая задача, которая ставится после обнаружения очага возгорания, – **информировать всех находящихся в здании людей о возникновении пожарной ситуации** и необходимости эвакуации. В здании обязательно должны быть развитые системы пожарной тревоги, чтобы не могло возникнуть ситуации, когда из одного кабинета служащие быстро эвакуировались, а в соседнем кабинете кто-то по-прежнему работает за компьютером.

Третья задача – **обеспечить наличие безопасных путей эвакуации**. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре достаточно разнообразны. Многие из них закладываются на этапе архитектурно-строительного проектирования здания. Мы не будем здесь перечислять многочисленные требования, которые касаются больше архитекторов, укажем лишь основные направления решения данной задачи.

При проектировании здания и его эксплуатации следует обеспечить **наличие достаточного количества выходов** из помещения. Из помещений с массовым пребыванием людей, из помещений в подвальных и цокольных этажах, из пожароопасных помещений и в некоторых других случаях предусматривают как минимум два выхода нормируемой ширины. Количество требуемых дверей и их размеры зависят от размеров помещения, назначения и расчетного количества людей. Недопустимой является ситуация, когда часть дверей держится закрытой для упрощения режима эксплуатации помещения. Двери, как правило, должны открываться наружу, в направлении движения людей при эвакуации, и при этом не загораживать сами пути эвакуации (коридоры)

Далее **требуется обеспечить достаточную ширину коридоров** и других путей эвакуации. Нормативная ширина коридора зависит от предполагаемого количества людей, которые будут эвакуироваться, и от нормативной скорости движения людского потока. Разумеется, **что на путях эвакуации не должно быть препятствий**.

В здании могут находиться люди, не знакомые с планировкой здания, поэтому **на путях эвакуации обязательно должны быть световые указатели**. Чтобы люди, выйдя из помещений в коридор, не оказались отрезанными от лестничной клетки, **в длинных коридорах многоэтажных зданий должно быть как минимум две лестницы в разных концах коридора**. Нормативными документами установлены максимальные длины коридоров без естественного освещения и максимальные расстояния до ближайшей лестничной клетки или лифтового холла.

Если люди не смогли эвакуироваться, например, по причине задымленности лестничной клетки в жилом здании или из-за наличия огня в коридоре квартиры, то необходимо обеспечить для них возможность выждать определенный период времени, когда приедут пожарные подразделения, которые обеспечат эвакуацию. Для этого, например, к конструкции балконов и лоджий жилых зданий предъявляют определенные требования:

дверь лоджии должна находиться не по центру, а с краю, чтобы от двери до края лоджии оставалось некоторое установленное нормами расстояние. Тогда человек, ожидающий помощи на лоджии, не будет подвергаться воздействию дыма, вырывающегося наружу из балконной двери.

С целью **обеспечения невозможности задымления путей эвакуации** в начальной стадии пожара также предусматривается ряд мероприятий. В первую очередь по возможности рекомендуется **устройство открывающихся окон в наружных стенах**. В нормах это называется «наличие открывающихся световых проемов в наружных ограждениях». С учетом того, что верхний край окна обычно находится на уровне 2,5-3 метра (в зависимости от высоты этажа здания), а нижний уровень дымовой подушки не должен опускаться ниже 2 м от уровня пола, обычное окно вполне справится с такой задачей. При этом через нижнюю часть окна будет подтекать холодный наружный воздух, а через верхнюю часть будет выходить теплая воздушно-дымовая смесь, проникшая в коридор, оставляя нижнее пространство коридора незадымленным (мы не рассматриваем здесь возможное воздействие ветра, которое может значительно осложнить ситуацию, так как это отдельная достаточно сложная тема).

Для снижения вероятности задымления путей эвакуации в **коридорах и холлах должны быть созданы достаточные резервуары дыма**. Это, как отмечалось выше, достигается за счет увеличения высоты этажа и отсутствия подвесных потолков на путях эвакуации.

Лестничные клетки, имеющие большую высоту, создают значительную тягу и могут значительно способствовать распространению дыма по высоте здания, поэтому в зданиях более 9 этажей проектируются изолированные от остальной части здания **незадымляемые лестничные клетки** с входом на этаж через наружную площадку (незадымляемую зону).

Если за счет открывания окон и создания резервуаров дыма невозможно обеспечить требуемое время эвакуации, то **применяют противодымные системы вентиляции**. Именно это мероприятие должны разрабатывать и обеспечивать специалисты в области вентиляции.

Системы вытяжной противодымной вентиляции обеспечивают **удаление дыма из защищаемых помещений через дымовые клапаны**, а системы приточной противодымной вентиляции – **создание положительного подпора в защищаемых помещениях**, препятствующего проникновению в них дыма из соседних задымленных помещений.

Системы противодымной вентиляции в обычном режиме эксплуатации здания чаще всего не используются и включаются только при пожаре. Однако в некоторых случаях при большой кратности воздухообмена в помещении или здании обычные системы общеобменной вентиляции могут использоваться и в качестве противодымных. В этом случае их конструкция заранее проектируется с учетом особенностей возможной работы в противодымном режиме:

- повышенной температуры перемещаемой среды для вытяжных систем;
- компенсации температурных удлинений воздуховодов;
- устройства отдельной выгороженной вентиляционной камеры;
- соответствующей организацией выброса в атмосферу;
- отдельной линии электропитания, не отключаемой при пожаре;
- изменений в схеме автоматики.

6.3. Системы противодымной вытяжной вентиляции

6.3.1. Особенности противодымных вытяжных систем

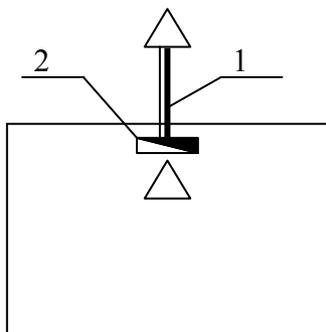
Системы вытяжной противодымной вентиляции (ВД) могут быть как с естественным, так и с механическим побуждением движения воздуха. Системы ВД с естественным побуждением больше характерны для промышленных зданий, которые являются, как правило, одноэтажными. В этом случае достаточно на покрытии поставить соответствующую вытяжную шахту, снабженную дымоприемным устройством с дымовым клапаном. За счет большой высоты цехов промышленных зданий создаваемое дымом гравитационное давление достаточно велико из-за высокой температуры дыма, а аэродинамическое сопротивление системы небольшое из-за малой протяженности воздуховодов и шахт. В целом получается достаточно надежная система, имеющая относительно невысокую стоимость. Недостатком является невозможность получения высоких скоростей дыма в системе, что требует увеличения поперечных размеров воздуховодов, клапанов и шахт.

Если промышленный цех очень большой, то его разделяют на **дымовые зоны** площадью не более 1600 м², в которых из каждой в начальной стадии пожара удаляется дым с расходом обеспечивающим эвакуацию людей из горящего помещения. Для разделения на дымовые зоны используют негорючие завесы, опускающиеся с потолка (перекрытия) до уровня не ниже 2,5 м от пола. В результате в каждой дымовой зоне образуется свой резервуар дыма.

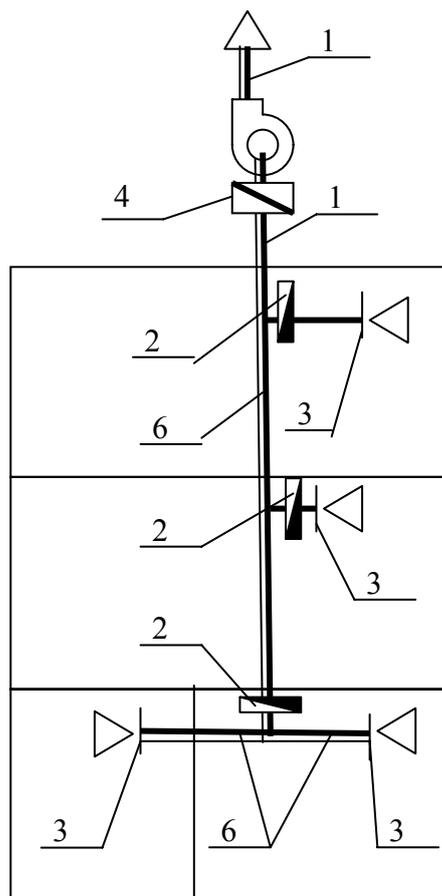
В общественных и жилых зданиях, которые чаще являются многоэтажными, как правило, используют системы ВД с механическим побуждением. Это позволяет при проектировании принимать в воздуховодах и шахтах высокие скорости (до 20 м/с), что существенно уменьшает размеры их поперечных сечений, снижая капитальные затраты и увеличивая полезную площадь здания на каждом этаже. Вытяжной вентилятор в этом случае устанавливается вверху системы на техническом этаже или непосредственно на кровле здания.

Варианты конструкции вытяжных противодымных систем приведены на рисунках 6.1. и 6.2. Обратный клапан перед вентилятором ставится для того, чтобы избежать задувания холодного воздуха в шахту или воздуховод, так как это может вызывать образование конденсата на их наружной поверхности.

а) с естественным побуждением
в промышленном здании



в) с механическим побуждением
в общественном здании



б) с механическим побуждением

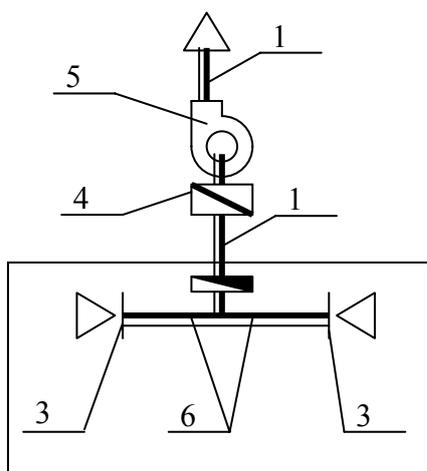


Рис. 6.1 – Конструкции вытяжных противодымных систем
1 – выброс дыма; 2 – клапан дымоудаления; 3 – декоративная решетка;
4 – обратный клапан у вентилятора; 5 – вентилятор дымоудаления.
6 – воздуховод или шахта с нормируемым пределом огнестойкости.

При срабатывании системы пожарной сигнализации в многоэтажном здании дымовой клапан открывается только на этаже пожара, на остальных этажах клапаны остаются закрытыми.

Шахта дымоудаления чаще всего делается кирпичной или бетонной, что гарантирует высокую степень ее огнестойкости и плотность (герметичность), но может быть также выполнена из металла с соблюдением тре-

бований нормативных документов: толщина металла не менее 2 мм, соединения сплошным сварным швом, компенсация температурных удлинений, тепловая изоляция соответствующими огнестойкими покрытиями для достижения требуемой огнестойкости.

Как правило, противодымные системы имеют достаточно большую производительность. Так, для подъезда 18-этажного здания с незадымляемой лестничной клеткой 1-го типа (с переходом через незадымляемую воздушную зону), с двумя лифтами (один может работать в режиме подъема пожарных подразделений) и четырьмя квартирами на этаже расчетная производительность вентилятора дымоудаления по воздуху составит примерно 23 тыс. м³/час, а производительность вентиляторов для подпора в лифтовые шахты – 27 и 17 тыс. м³/час.

При проектировании автостоянок и других больших помещений производительность вентиляторов может быть 40-120 тыс. м³/час.

6.3.2. Требования по обеспечению противодымной защиты помещений

Помещения, для которых следует предусматривать системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре, перечислены в действующих нормативных документах, на основании которых сформулируем общие подходы.

Необходимость устройства дымоудаления чаще всего диктуется следующими факторами:

- **массовым пребыванием людей** (кинотеатры, театры, торговые залы магазинов), так как могут быть большие людские потери;
- **высотой здания более 28 м** (людям сложнее эвакуироваться, лестницы большинства пожарных машин имеют недостаточную длину);
- **отсутствием естественного освещения** (открывающихся окон), так как невозможно через них удалить дым;
- **расположением помещений на подвальном или цокольном этаже**, так как затруднена эвакуация и чаще всего нет естественного освещения;
- **наличием большого количества легкогорючего материала** (библиотеки, книгохранилища, автостоянки, гардеробные), что вызывает повышенную пожарную опасность и большое количество дыма при пожаре, а для автостоянок и значительный материальный ущерб.

В общественных зданиях с коридорной системой расположения помещений чаще всего дымоудаление проектируется не из самих небольших помещений (для этого потребовалось бы слишком много шахт), а из коридоров, в которые выходят двери помещений. При этом следует помнить, что системы вытяжной противодымной вентиляции, предназначенные для

защиты коридоров, следует проектировать отдельными от других систем, предназначенных для защиты больших помещений.

Вытяжка из межквартирных коридоров проектируется и в многоэтажных зданиях повышенной этажности, а также высотных жилых зданиях. В этом случае в коридоры выходят двери квартир, которые считаются отдельным одним помещением, так как межкомнатные двери обычно открыты. Из коридора дверь выходит на лестницу или в лифтовой холл.

Удаление дыма непосредственно из обслуживаемого помещения более характерно для помещений большой площади (кинозалы, спортивные арены, выставки, торговые залы) или из производственных цехов. Если помещение имеет очень большую площадь, то его необходимо разделять на дымовые зоны площадью не более 3000 м² каждая, а также учитывать возможность возникновения пожара в одной из зон. Площадь помещения, обслуживаемую одним дымоприемным устройством, следует принимать не более 1000 м².

6.3.3. Требования к конструкции противодымных вытяжных систем

При удалении продуктов горения из коридоров и помещений дымоприемные устройства следует размещать на шахтах под потолком, не ниже верхнего уровня дверного проема. Допускается установка дымоприемных устройств на ответвлениях к дымовым шахтам.

Длина коридора, обслуживаемого одним дымоприемным устройством, должна быть не более 45 м. Из примыкающей к окнам зоны шириной ≤15 м допускается удаление дыма через оконные фрамуги (створки), низ которых находится на уровне не менее чем 2,2 м от пола.

Применение фрамуг в окнах для дымоудаления, как правило, не эффективно, так как защитить фрамуги от задувания ветром трудно или практически невозможно. Ветер может опрокинуть тягу через фрамуги, и вместо удаления дыма из помещения он будет выдавливаться в соседние помещения и коридор. Пользоваться фрамугами для дымоудаления можно в местностях, где расчетная скорость ветра не превышает 1 м/с или где фрамуги надежно защищены от задувания соседними зданиями или строениями.

Предел огнестойкости вентиляторов, клапанов и воздуховодов для дымоудаления нормируется в зависимости от обслуживаемых помещений. Воздуховоды, шахты и конструкции присоединений дымовых клапанов должны иметь компенсаторы линейного расширения и «мертвые опоры».

Вентиляторы для удаления продуктов горения следует размещать в отдельных помещениях, выгороженных противопожарными перегородками 1-го типа, предусматривая вентиляцию, обеспечивающую при пожаре температуру воздуха, не превышающую 60 °С в теплый период года (па-

раметры Б) или соответствующую техническим данным изготовителей вентиляторов.

Вентиляторы противодымных вытяжных систем допускается размещать на кровле и снаружи здания (кроме районов с расчетной температурой наружного воздуха минус 40 °С и ниже по параметрам Б) с ограждениями для защиты от доступа посторонних лиц. Допускается установка вентиляторов непосредственно в каналах при условии обеспечения соответствующих пределов огнестойкости вентиляторов и каналов.

Следует предусматривать установку обратных клапанов у вентиляторов систем дымоудаления. Допускается не предусматривать установку обратных клапанов, если в обслуживаемом производственном помещении имеются избытки теплоты более 23 Вт/м³ (при переходных условиях).

Выброс воздушно-дымовой смеси чаще всего делается выше кровли здания и должен быть организован с учетом ряда требований:

– **расстояния не менее 5 м** от воздухозаборных устройств систем приточной противодымной вентиляции;

– **высоты не менее 2 м** от уровня кровли из горючих материалов, в противном случае кровлю следует защищать негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия.

Выброс воздушно-дымовой смеси допускается организовывать следующим образом:

- **через дымовые люки** в проемах покрытий зданий, оснащенные автоматически и дистанционно управляемыми приводами, обеспечивающими открытие люков при пожаре, в районах с расчетной скоростью ветра до 11 м/с и при снеговой нагрузке до 60 кг/м²;

- **через решетки на фасаде** без оконных проемов или на фасаде с окнами на расстоянии не менее 5 м по горизонтали и по вертикали от окон, при обеспечении скорости выброса не менее 20 м/с;

- **через отдельные шахты** на расстоянии не менее 15 м от наружных стен с окнами или от воздухозаборных или выбросных устройств систем вентиляции.

Организация выброса на фасаде здания весьма актуальна для многоэтажных многофункциональных зданий, в которых на нижних этажах располагаются различные предприятия общественного назначения, а на верхних этажах – жилые помещения или офисы. Под зданием часто располагается автостоянка. При устройстве дымоудаления из автостоянки или помещений и коридоров подвальных и цокольных этажей и организации выброса дыма на кровле потребовалась бы прокладка большого числа шахт снизу вверх через все здание, что конструктивно нежелательно. Выброс же на боковом или дворовом фасаде горизонтальной струей на высоте 5-6 м серьезных конструктивных сложностей не вызывает. Выброс из подземной автостоянки, которая находится под зданием и прилегающей территорией,

конструктивно возможно организовать через шахту, стоящую на расстоянии от здания.

С учетом того, что многие современные многоэтажные здания имеют форму башенного типа с соизмеримыми размерами сторон в плане, а не форму вытянутого прямоугольника в плане, как было принято раньше, радиусы действия систем значительно сократились. Блок технических помещений (тепловые и водомерные узлы, фильтровальные, насосные подстанции, вентиляционные камеры, станции пожаротушения, оборудование противодымной защиты) обычно располагается в подвальном или цокольном этаже у торцевого фасада, что облегчает прокладку связующих трубопроводов. В этом случае все воздухозаборные шахты систем вентиляции целесообразно сосредоточить у одного бокового фасада, а вытяжные и воздухозаборные шахты противодымных систем, для которых не требуется подвод теплоносителя, – у другого бокового фасада. Это позволит выдерживать все нормируемые расстояния и упростить компоновку систем, так как все оборудование противодымных систем будет сосредоточено в отдельных выгороженных помещениях. Общая схема рассмотренного варианта размещения систем показана на рис. 6.2.

В жилой части здания предполагается устройство естественной общеобменной вытяжной системы ВЕ1, приток тоже естественный через клапаны инфильтрации. Вертикальный сборный коллектор системы ВЕ1 прокладывается рядом с помещениями санузлов, ванн и кухонь (санитарный блок) и выполняется с нормируемым пределом огнестойкости, чаще всего в виде бетонного или кирпичного канала. Подсоединение поэтажных ответвлений к нему выполняется через этаж. Высота ответвлений примерно равна 3 м, что достаточно для создания воздушных затворов для горячих продуктов горения, и в случае возникновения пожара в жилых помещениях воздушные затворы препятствуют перетеканию дыма из горячей квартиры в вышерасположенные квартиры.

Учитывая малое располагаемое гравитационное давление и высокую вероятность перетекания наружного воздуха в верхние этажи из нижерасположенных квартир, ответвления двух верхних этажей выводятся на кровлю отдельными каналами, и в санузлах квартир вместо решеток установлены осевые вентиляторы, позволяющие улучшить вытяжку, особенно в теплый период года.

Противодымная защита жилой части обеспечивается наличием системы дымоудаления из поэтажных межквартирных коридоров ВД1, дополненной системой подпора наружного воздуха в лифтовую шахту ПД1. Шахта дымоудаления чаще всего выполняется бетонной или кирпичной. Одну из ее сторон обычно образует стена межквартирного коридора, в которой на каждом этаже под потолком установлен дымовой клапан, закрытый декоративной решеткой. Такое решение технологично и имеет невысокую стоимость, удовлетворяя всем противопожарным требованиям.

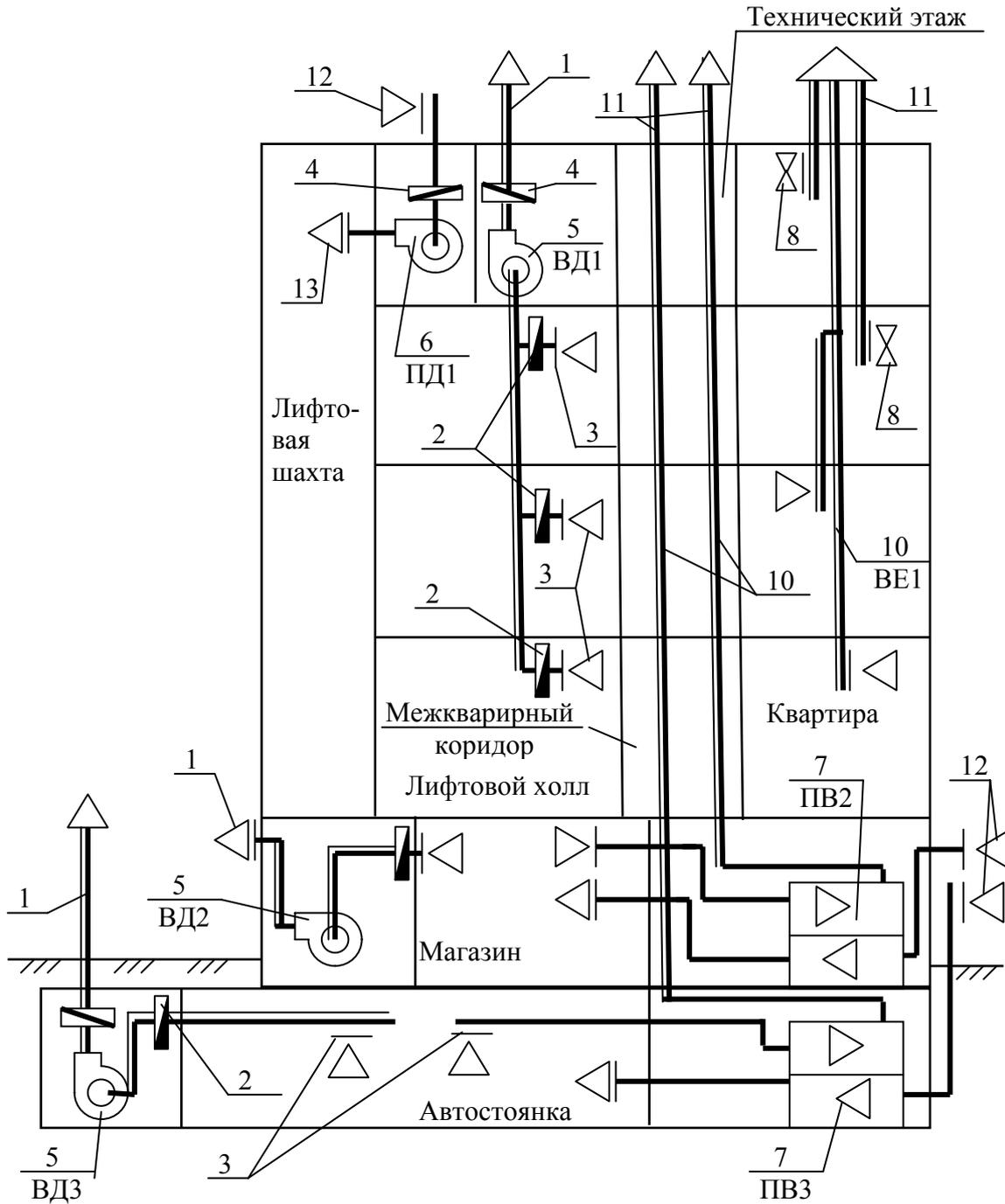


Рис. 6.2 – Схема компоновки вентиляционных систем в многоэтажном многофункциональном здании:

1 – выброс дыма; 2 – клапан дымоудаления; 3 – решетка; 4 – обратный клапан у вентилятора; 5 – вентилятор дымоудаления; 6 – вентилятор подпора в лифтовую шахту; 7 – приточно-вытяжная установка; 8 – осевые вентиляторы усиления вытяжки на верхних этажах жилой части здания; 9 – шахта дымоудаления жилой части здания; 10 – воздуховод или шахта с нормируемым пределом огнестойкости; 11 – выброс общеобменной системы; 12 – забор наружного воздуха; 13 – подпор воздуха в лифтовую шахту

При возникновении пожара в одной из квартир включаются вентиляторы систем ВД1 и ПД1 и открывается клапан дымоудаления на этаже пожара. Система ВД1 удаляет дым из межквартирного коридора на этом этаже и тем самым поддерживает в нем достаточно высокий уровень стояния дымовой подушки. Система ПД1 нагнетает воздух в лифтовую шахту, откуда он под давлением вентилятора перетекает в лифтовые холлы через открытую дверь лифта и зазоры закрытых дверей лифта. Из лифтовых холлов чистый наружный воздух подсасывается в межквартирный коридор, где смешивается с дымом и удаляется системой ВД1. Работая совместно, системы ВД1 и ПД1 держат пути эвакуации свободными от дыма.

Выброс дыма системой ВД1 организован вертикально вверх выше кровли здания. Вентилятор дымоудаления расположен на верхнем техническом этаже в отдельной выгороженной венткамере (может использоваться и крышный вентилятор, устанавливаемый непосредственно на бетонной шахте дымоудаления выше кровли здания).

Вентилятор подпора системы ПД1 также установлен на техническом этаже в отдельной венткамере. Он нагнетает наружный воздух в верхнюю часть лифтовой шахты. Забор наружного воздуха чаще всего организуется через решетку в стене здания (на рис. 6.2 он для удобства показан на кровле). Забор наружного воздуха может быть выполнен и на кровле, если венткамера системы ПД1 расположена далеко от наружной стены. В этом случае забор должен выполняться на расстоянии не менее 5 м по горизонтали от точки выброса дыма системой ВД1.

Для расположенного на первом этаже магазина запроектирована приточно-вытяжная система общеобменной вентиляции при помощи системы ПВ2, в ней целесообразно использовать утилизацию теплоты удаляемого воздуха для целей нагрева приточного воздуха в холодный период года. В данном случае целесообразно использовать в установке ПВ2 вращающийся регенератор, так как в вытяжном воздухе торгового зала нет особо вредных веществ, а эффективность регенератора выше, чем перекрестно-точного пластинчатого рекуператора. При возникновении пожара данная система выключается, и включается система дымоудаления из торгового зала ВД2. Выброс дыма этой системой организован горизонтальной струей с высокой скоростью через решетку на фасаде здания с соблюдением нормируемых расстояний от окон.

Для расположенной в подземном этаже стоянки легковых автомобилей также запроектирована приточно-вытяжная система общеобменной вентиляции при помощи системы ПВ2. В ней также целесообразно использовать утилизацию теплоты, однако можно применить только перекрестно-точный пластинчатый рекуператор, так как в выхлопных газах автомобилей имеются вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности.

При возникновении пожара система ПВ2 выключается, и включается система дымоудаления из помещения автостоянки ВДЗ. Выброс дыма этой системой организован вертикальной струей через отдельно стоящую шахту на нормируемом расстоянии от здания.

6.3.4. Расчетные параметры

Расчеты расходов дыма, воздухопроводов систем дымоудаления, потерь давления в системах и подбор оборудования для них являются сложной и достаточно объемной задачей, так как при расчетах следует учитывать достаточно большое количество параметров:

- архитектурно-планировочные решения по отдельному помещению и зданию в целом;
- пожарную нагрузку и предполагаемые размеры очага пожара;
- параметры внутреннего и наружного воздуха;
- предполагаемую температуру горения;
- особенности трассировки и конфигурации системы;
- неплотности ограждающих конструкций помещений и здания, воздухопроводов и клапанов, наличие открытых проемов;
- давления в различных точках системы и связанные с ним подсосы воздуха через неплотности и открытые проемы;
- постепенное снижение температуры воздушно-дымовой смеси из-за подсосов воздуха;
- рабочие параметры вентиляторов при различной температуре воздушно-дымовой смеси.

Детальное изложение методик расчета систем дымоудаления, а также примеры расчетов для различных ситуаций приводятся в нормативной, справочной и технической литературе. Мы ограничимся лишь некоторыми моментами.

Устройство противодымной защиты помещений необходимо, если время заполнения помещений дымом до безопасного уровня меньше времени безопасной эвакуации людей.

Минимальным безопасным средним уровнем стояния дыма над полом помещения, обеспечивающим допустимые условия эвакуации по тепловому воздействию горячего дыма и качеству вдыхаемого воздуха, принято считать 2,5 м.

Периметр очага пожара в начальной его стадии принимается равным большему из периметров открытых или негерметически закрытых емкостей горючих веществ в оборудовании, мест складирования горючих или негорючих материалов (деталей) в горючей упаковке, но не более 12 м. Для помещений, оборудованных спринклерными системами пожаротушения, периметр очага пожара принимается равным 12 м.

Расход дыма, который следует удалять непосредственно из горящего помещения, рекомендуется рассчитывать в килограммах в час, исходя из обеспечения среднего уровня стояния дыма в начальной стадии пожара не ниже 2,5 м от уровня пола, одним из следующих методов:

а) по периметру предполагаемого очага пожара;

б) по расходу воздуха, поступающего в помещение через открытые двери эвакуационных выходов, если периметр очага пожара превышает 12 м или высота стояния дыма более 4 м.

Расход дыма G , килограмм в час, на основании периметра предполагаемого очага пожара для помещений и резервуаров дыма площадью 1600 м² и менее рекомендуется рассчитывать по формуле

$$G = 676,8 \cdot P_n \cdot Y^{1,5} \cdot K_{ec},$$

где P_n – периметр очага пожара, м (максимально равен 12 м);

Y – уровень стояния дыма, м (обычно принимается 2,5 м);

K_{ec} – поправочный коэффициент для систем с естественным побуждением (для механических систем равен 1, для естественных 1,2).

При подстановке указанных типовых значений получим

$$G = 676,8 \cdot 12 \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1 = 32\ 103 \text{ кг/ч}$$

С учетом пониженной плотности воздушно-дымовой смеси и наличия подсосов через открытые дверные проемы и неплотности в ограждениях, клапанах и воздуховодах производительность вентилятора составит около 40-60 тыс.м³/ч., поэтому стоимость оборудования окажется достаточно высокой.

Приведем значения расходов дыма, которые рекомендуются для предварительных ориентировочных расчетов для помещений площадью:

– до 100 м² – 10 000 кг/ч;

– от 100 м² до 800 м² по формуле $1000 \times A \times 0,5$ кг/ч, где A – площадь пола помещения, м²;

– более 800 м² принимать 50 кг/ч на 1 м² площади пола помещения при удалении дыма естественной тягой. При искусственном побуждении тяги принимать 50 кг/ч на 1 м² площади дымовой зоны, площадь которой должна быть не более 1600 м².

Средний удельный вес и температуру дыма при расчетах его удаления из помещений объемом 10 тыс. м³ и менее следует принимать:

4 Н/м³ и 500 °С – при горении жидкостей и газов;

5 Н/м³ и 450 °С – при горении твердых тел;

6 Н/м³ и 300 °С – при горении волокнистых веществ;

7 Н/м³ и 220 °С – в книгохранилищах, архивах, складах бумаги, войлока.

6.4. Системы противодымной приточной вентиляции

Системы противодымной приточной вентиляции (ПД) должны применяться только в сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции.

Подачу наружного воздуха при пожаре противодымной приточной вентиляцией следует предусматривать:

- в лифтовые шахты (при отсутствии у выхода из них тамбур-шлюзов с подпором воздуха при пожаре) в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками;
- в шахты лифтов, имеющих режим «перевозка пожарных подразделений»;
- в незадымляемые лестничные клетки типа Н2;
- в тамбур-шлюзы при незадымляемых лестничных клетках типа Н3;
- в тамбур-шлюзы перед лифтами (в том числе в два последовательно расположенных) в подвальных и цокольных этажах;
- в тамбур-шлюзы при лестницах 2-го типа, ведущих в помещения 1-го этажа, из подвального (или цокольного) этажа, в помещениях которого применяются или хранятся горючие вещества и материалы.

Детально требования к устройству приточной противодымной вентиляции следует смотреть в нормативной литературе.

Для систем приточной противодымной защиты следует предусматривать установку вентиляторов в отдельных от вентиляторов другого назначения помещениях, выгороженных противопожарными перегородками. Допускается размещать вентиляторы на кровле и снаружи зданий, кроме районов с температурой наружного воздуха минус 40 °С и ниже (параметры Б), с ограждениями для защиты от доступа посторонних лиц.

Расход наружного воздуха для приточной противодымной вентиляции следует рассчитывать на обеспечение избыточного давления не менее 20 Па.

При расчете параметров приточной противодымной вентиляции следует принимать:

- температуру наружного воздуха и скорость ветра для холодного периода года (параметры Б);
- избыточное давление воздуха не менее 20 Па и не более 150 Па в шахтах лифтов, в незадымляемых лестничных клетках типа Н2, в тамбур-шлюзах незадымляемых лестничных клеток типа Н3 относительно смежных помещений (коридоров, холлов);
- расчетную площадь открытого дверного проема равной площади створки двери (для двухстворчатых дверей – большей из двух);
- кабины лифтов остановлены на основном посадочном этаже (этаже пожара), двери в лифтовую шахту на этом этаже – открытые.

Вентиляторы должны иметь обратный клапан против задувания наружного воздуха.

Если подача воздуха производится одной системой в несколько помещений на разных этажах, например в незадымляемую лестничную клетку, то на каждом поэтажном ответвлении от вертикального коллектора следует устанавливать огнезадерживающий клапан с нормируемой степенью огнестойкости, обычно закрываемый декоративной решеткой. Пример такой системы показан на рис. 6.3.

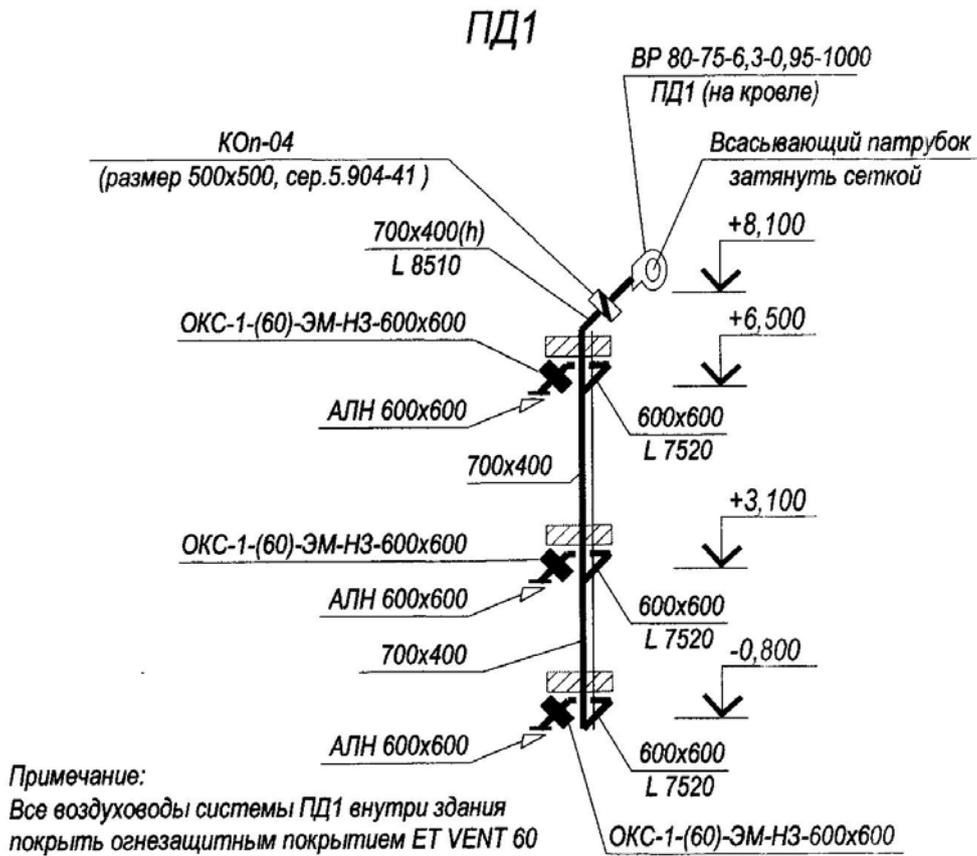


Рис. 6.3 – Схема приточной противодымной системы

При подаче воздуха в тамбур-шлюзы и лестничные клетки давление воздуха на дверь может оказаться значительными и препятствовать открытию двери во время эвакуации. Даже при нормативном перепаде давления 150 Па, ширине двери 1 м и высоте 2 м усилие на дверь составит около 30 килограмм. Приточные же центробежные вентиляторы развивают значительно большие давления. При закрытых дверях тамбуров расход вентилятора уменьшается, а давление возрастает. Это может привести к тому, что люди просто не смогут открыть дверь. К сожалению, сегодня нет надежных вентиляционных регуляторов давления, с помощью которых можно снять эту проблему.

Лекция 7

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

7.1. Общие требования к оборудованию систем вентиляции

7.2. Размещение оборудования систем вентиляции

Многочисленные требования и ограничения, касающиеся вопросов выбора и размещения оборудования вентиляционных систем, детально изложены в нормативных документах и поясняются и комментируются в пособиях к СНиП. Особо подчеркиваем, что под оборудованием понимаются не только сами вентиляторы, но и пылеуловители, фильтры, заслонки, клапаны, воздухонагреватели. Ниже сформулированы общие принципы, касающиеся выбора и размещения вентиляционного оборудования и режимов его работы.

7.1. Общие требования к оборудованию систем вентиляции

Выбор исполнения оборудования всегда увязывается с категорией взрывопожарной опасности помещения. Оборудование, обслуживающее помещения категорий А и Б, всегда применяется во взрывозащищенном (искробезопасном) исполнении. Это касается как общеобменных, так и местных систем. Если температура, категория и группа взрывоопасной смеси горючих газов, паров, аэрозолей, пыли с воздухом не соответствуют техническим условиям на взрывозащищенные вентиляторы, то следует предусматривать эжекторные установки с вентиляторами в обычном исполнении, если они работают на наружном воздухе.

Для помещений остальных категорий применяют оборудование в обычном исполнении.

Оборудование приточных систем вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления для помещений категорий А и Б, а также воздухо-воздушные теплоутилизаторы для этих помещений с использованием теплоты воздуха из помещений других категорий (кроме А, Б, В1–В2), размещаемые в помещениях для вентиляционного оборудования, допускается принимать в обычном исполнении при условии установки взрывозащищенных обратных клапанов.

Для очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси от горючих веществ следует применять сухие пылеуловители и фильтры во взрывозащищенном исполнении, а при мокрой очистке при техническом обосновании допускается применять в обычном исполнении.

Температуру теплоносителя для систем отопления и теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок, кондиционеров, воздушно-тепловых завес следует принимать не менее чем на 20 °С ниже температуры самовоспламенения веществ, находящихся в помещении, и не более максимально допустимой, указанной в СНиП (согласно категории взрывопожарной опасности помещения и наличия выделения горючей пыли).

Для помещений категорий А, Б, В1–В4 без выделения горючей пыли допускается применять горячую воду с температурой до 150 °С и пар с температурой до 130 °С.

Для помещений категорий А и Б с выделения горючей пыли допускается применять горячую воду с температурой до 110 °С, а в помещениях категорий В1–В4 – горячую воду с температурой до 130 °С.

Для систем отопления и теплоснабжения с температурой воды 105 °С и выше следует предусматривать меры, предотвращающие вскипание воды.

В системах воздушного отопления температуру воздуха при выходе из воздухораспределителей следует предусматривать не менее чем на 20 °С ниже температуры самовоспламенения газов, паров, аэрозолей и пыли, выделяющихся в помещении.

7.2. Размещение оборудования систем вентиляции

Основной подход к размещению вентиляционного оборудования заключается в отделении оборудования систем, предназначенных для помещений категорий А и Б, от оборудования, обслуживающего помещения другой категории, особенно категорий В1–В4. При совместном размещении в пределах одного вентиляционного помещения (венткамеры) нормы оговариваются дополнительные защитные противопожарные мероприятия (установка обратных и огнезадерживающих клапанов и др.).

Отметим, что размещение вентиляционного помещения открыто на площадке (что часто бывает в производственных зданиях) считается установкой оборудования непосредственно в самом помещении.

Оборудование, кроме воздушных и воздушно-тепловых завес с рециркуляцией и без рециркуляции воздуха, не допускается размещать в обслуживаемых им помещениях складов категорий А, Б, В1–В4. Это требование обусловлено тем, что склады являются помещениями без постоянного присутствия людей, и возникновение пожара в них не может быть вовремя зафиксировано.

Оборудование систем помещений категорий А и Б, а также систем местных отсосов взрывоопасных смесей не допускается размещать в помещениях подвалов. Это требование обусловлено недопущением возмож-

ности взрыва в подвальном помещении, так как он приводит к весьма большим разрушениям.

Оборудование систем приточной вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления (далее – оборудование приточных систем), обслуживающих помещения категорий А и Б, не допускается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием вытяжных систем, а также приточно-вытяжных систем с рециркуляцией воздуха или воздухо-воздушными теплоутилизаторами. На воздуховодах приточных систем с оборудованием в обычном исполнении, обслуживающих помещения категорий А и Б, включая комнаты администрации, отдыха и обогрева работающих, расположенные в этих помещениях, следует предусматривать взрывозащищенные обратные клапаны в местах пересечения воздуховодами ограждений помещений для вентиляционного оборудования.

Оборудование приточных систем с рециркуляцией воздуха, обслуживающих помещения категорий В1–В3, не допускается размещать в общих помещениях для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем для помещений других категорий взрывопожарной опасности.

Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции, обслуживающих помещения категорий А и Б, не следует размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием для других систем.

Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции для помещений категорий А и Б допускается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем местных отсосов взрывоопасных смесей без пылеуловителей или с мокрыми пылеуловителями, если в воздуховодах исключены отложения горючих веществ.

Оборудование вытяжных систем из помещений категорий В1– В3 не следует размещать в общем помещении с оборудованием вытяжных систем из помещений категории Г.

Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать вне производственных зданий открыто на расстоянии не менее 10 м от стен или в отдельных зданиях, как правило, вместе с вентиляторами.

Оборудование приточных систем, обслуживающих жилые помещения, не допускается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием приточных систем, обслуживающих помещения для бытового обслуживания населения, а также с оборудованием вытяжных систем.

Помещения для оборудования общеобменных вытяжных систем производственных зданий и приточных систем с рециркуляцией по взрывопожарной и пожарной опасности относятся к категории помещений, ко-

торые обслуживают эти системы. Если оборудование обслуживает несколько помещений различных категорий, то вентиляционные помещения следует относить к более опасной категории.

Как правило, помещения для вентиляционного оборудования следует размещать в пределах пожарного отсека, в котором находятся обслуживаемые им помещения.

Помещения с пылеуловителями для сухой очистки взрывоопасных смесей не допускается размещать под помещениями с массовым (кроме аварийных ситуаций) пребыванием людей.

Через помещение для вентиляционного оборудования не допускается прокладывать трубопроводы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами.

В литературе приводятся схемы, иллюстрирующие возможные сочетания оборудования различных систем в пределах одной вентиляционной камеры. На схемах приводятся варианты размещения для различных ситуаций и сочетаний систем с указанием необходимых противопожарных мероприятий (необходимость выгораживания оборудования тех или иных систем, установка защитных огнезадерживающих и обратных клапанов и др.). Приводятся комментарии опытных специалистов проектных и исследовательских институтов с пояснением требований СНиП и обоснованием рекомендуемых противопожарных мероприятий. При выполнении проектов следует внимательно изучить этот материал, выбрать пункты, относящиеся к теме проекта, и постараться максимально выполнить указанные рекомендации.

Лекция 8

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХОВОДАМ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

8.1. Обеспечение требуемой огнестойкости воздуховодов.

8.2. Прокладка воздуховодов систем вентиляции.

8.1. Обеспечение требуемой огнестойкости воздуховодов

Трассировка воздуховодов систем вентиляции и наличие на них защитных устройств в значительной степени определяет пожарную опасность здания, так как благодаря достаточно большому поперечному сечению (в сравнении с трубопроводами отопления, теплоснабжения и водоснабжения) они могут в значительной степени способствовать распространению раскаленных продуктов горения по зданию. Поэтому вопросам правильной прокладки воздуховодов и соблюдению всех необходимых противопожарных мероприятий следует уделять самое пристальное внимание.

Транзитным называется воздуховод, проходящий через некоторое необслуживаемое им помещение. К воздуховодам, прокладываемым внутри самого обслуживаемого помещения, никаких особых противопожарных требований не предъявляется. К транзитным же воздуховодам нормами установлено большое количество требований, так как в случае возникновения пожара в обслуживаемых ими помещениях транзитные воздуховоды могут способствовать распространению пожара на те помещения, через которые они проложены.

Чтобы избежать вторичного возгорания от раскаленной поверхности транзитного воздуховода, он должен обладать определенной огнестойкостью, которая установлена нормами. Чаще всего эта огнестойкость на уровне 30 минут, больше устанавливается в особых случаях, например для воздуховодов систем дымоудаления.

Обычный стальной воздуховод имеет весьма малую огнестойкость (около 15 мин), так как его масса небольшая, наружная поверхность открыта, а металл хорошо проводит тепло. Из-за такого сочетания факторов воздуховод очень быстро раскаляется и может стать источником вторичного возгорания в соседнем помещении. Чтобы избежать такой ситуации, огнестойкость металлических транзитных воздуховодов требуется увеличивать до нормируемых значений. Иногда для этого на наружную поверхность воздуховода наносят специальные вспучивающиеся покрытия, которые в условиях пожара при воздействии высокой температуры за счет поступающего тепла вспучиваются и создают защитный теплоизолирующий

слой на поверхности воздуховода. Недостатком таких покрытий является необходимость периодической их замены, что не всегда возможно. Поэтому чаще всего увеличение огнестойкости достигается за счет нанесения теплоизолирующих покрытий на наружную поверхность воздуховода. Следует отметить, что при защите воздуховода должна быть повышена огнестойкость не только самого воздуховода, но и всех остальных элементов: подвесок, кронштейнов, узлов прохода через стены и перекрытия. Типовая конструкция узла прохода через стену для огнестойкого воздуховода показана на рис. 8.1. Толщина огнезащитного покрытия δ зависит от требуемой огнестойкости.

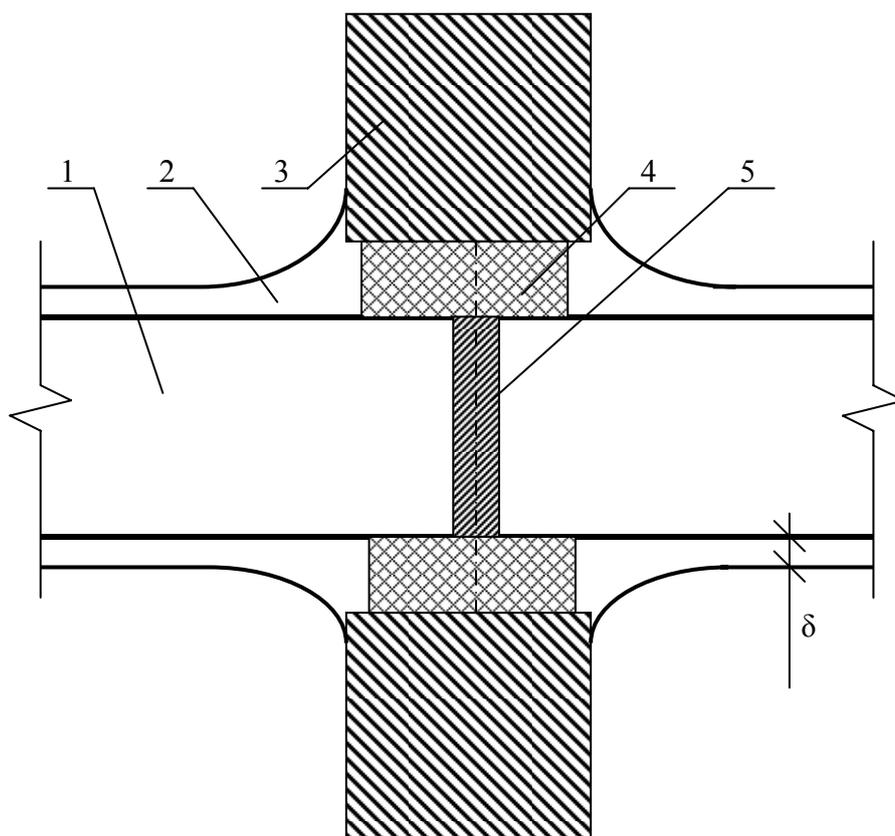


Рис. 8.1 – Конструкция узла пересечения ограждающей конструкции огнестойким воздуховодом

1 – металлический воздуховод; 2 – огнезащитное покрытие; 3 – ограждающая конструкция (стена или перекрытие); 4 – заливочный огнезащитный пеноматериал; 5 – сварная рама, изготовленная из металлического уголка с размером полки, соответствующей ширине полки фланца воздуховода, и закрепленная жестко в стене.

Ориентировочная огнестойкость некоторых конструкций воздуховодов приведена в табл. 8.1. Обращаем внимание на то, что обычный стальной воздуховод без тепловой изоляции имеет предел огнестойкости всего 0,25 ч (15 мин), что не позволяет его использовать в ситуациях, когда требуется огнестойкость 30 мин или более.

Таблица 8.1

Ориентировочная огнестойкость конструкций воздуховодов

Тип кон-струкций	Конструкции и материалы стенок воздуховодов, коллекторов, шахт	Толщина, мм не менее		Предел огнестойкости, ч, для систем:	
		сте-нок	изоля-ции	венти-ляции	ды-моуда-ления
1	Блоки, трубы или плиты шлакогипсовые или шлакобетонные, бетонные или железобетонные с соединениями из негорючих материалов	30	-	0,25	-
		40	-	0,5	0,5
		60	-	-	0,75
2	Сплошной силикатный кирпич (внутри воздуховод затереть цементным раствором или оштукатурить)	120	-	0,5	0,75
3	Листовая сталь, соединенная плотным сварным швом; без изоляции; участки воздуховодов с разъемными соединениями на приварных фланцах из стали с прокладками из негорючих материалов	1	-	0,25	-
4	То же, с изоляцией цементным или асбоцементным раствором по стальной сетке	1	25	0,25	0,25
		1	50	0,5	0,5
		1	75	-	0,75
5	То же, с изоляцией огнезащитным вспучивающимся покрытием ВПМ-2	1	4	0,5	-
6	То же, изоляцией фосфатным огнезащитным составом (по ГОСТ 25665-83 или ГОСТ 23791-79)	1	15	0,25	0,25
		1	15	0,5	0,5
		1	40	0,75	0,75
7	То же, с изоляцией негорючими или трудногорючими матами или плитами из минеральной ваты с покровным слоем из стеклоткани или других материалов	1	30	0,25	0,25
		1	70	0,5	0,5
		1	100	-	0,75

Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости (в том числе теплозащитные и огнезащитные покрытия) следует проектировать из негорючих материалов. При этом толщина листовой стали для конструкций воздуховодов должна быть не менее 0,8 мм.

Кирпичные и бетонные каналы не требуют добавочных мероприятий для повышения огнестойкости, так как являются массивными конструкциями с большой толщиной стенки и потому в условиях пожара разогреваются достаточно медленно, что изначально обеспечивает их высокую огнестойкость. Особенно эффективно их использовать для естественной вытяжки и для систем дымоудаления. Недостатком использования их в механических системах является сильное распространение шума вентилятора по каналам в стенах, так что звук может быть слышен на больших расстояниях в соседних помещениях.

Внутри обслуживаемых помещений воздуховоды могут быть из любого материала. Тем не менее воздуховоды из горючего материала применяются крайне редко. Примером являются пластиковые воздуховоды небольшого сечения для бытовой вентиляции. Очень эффективно использование различных гибких воздуховодов для присоединения приточных и вытяжных устройств – решеток, диффузоров, плафонов, зонтов, кожухов и других местных отсосов. Использование гибких воздуховодов из полимерных материалов в качестве магистральных воздуховодов систем, прокладываемых по коридорам, не рекомендуется.

8.2. Прокладка воздуховодов систем вентиляции

Здания в плане и по высоте имеют достаточно значительные размеры, поэтому возможны различные схемы организации движения воздуха по системам, которые показаны на рисунках 8.1–8.3.

На рис. 8.1 показан вариант, когда несколько магистральных сборных воздуховодов (коллекторов) прокладываются вертикально, а к ним на каждом этаже подсоединяются короткие ответвления, обслуживающие соседние помещения.

Такая схема очень типична и характерна для естественных вытяжных систем в многоэтажных зданиях, имеющих значительную протяженность в плане. Она особенно эффективна для жилых зданий, где планировки этажей обычно одинаковы и помещения, требующие вентиляции (кухни, туалеты, ванны), расположены друг под другом. Такая же ситуация может наблюдаться в некоторых административных зданиях с коридорной системой и одинаковой планировкой этажей. Количество ответвлений (этажей) может быть любым.

Поэтажные ответвления присоединяются через этаж с использованием воздушных затворов. На нижнем этаже воздушный затвор не требуется. Если необходимо присоединить к системе помещение иного назначения (общественное или административно-бытовое) площадью не более 200 м², то на ответвлении к этому помещению должен устанавливаться огнезадерживающий клапан, тогда воздушный затвор на этом ответвлении не требуется.

На двух верхних этажах для активизации вытяжки могут использоваться осевые вентиляторы, устанавливаемые вместо решеток. Если вытяжные каналы с этих этажей выводятся на крышу самостоятельно в блоке с вертикальным коллектором, то воздушные затворы также не требуются.

Все воздуховоды в этой системе должны иметь нормируемую огнестойкость, поэтому чаще всего выполняются кирпичными или бетонными каналами.

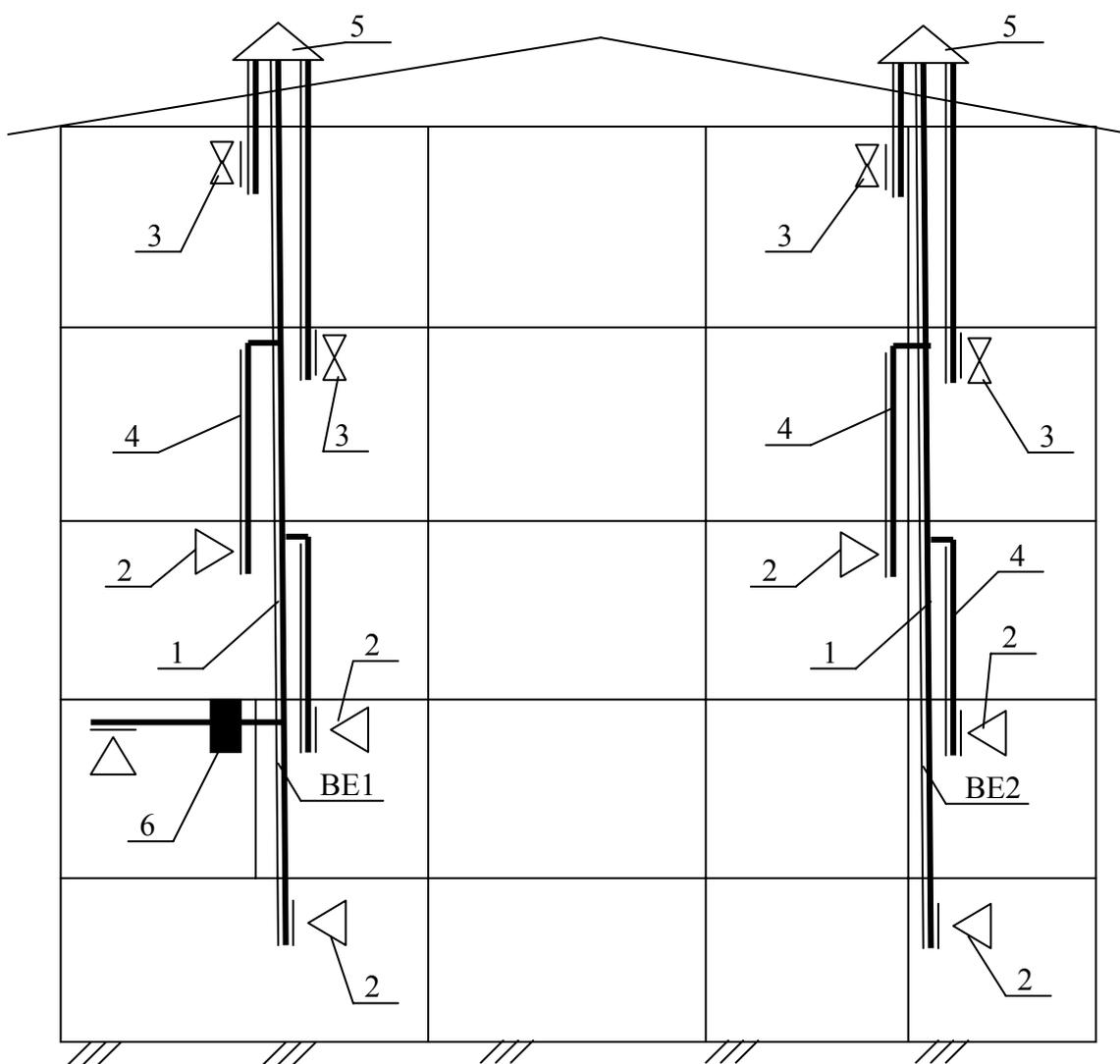


Рис. 8.2 – Схема систем с вертикальными коллекторами и воздушными затворами:

- 1 – вертикальный коллектор; 2 – вентиляционная решетка; 3 – осевой вентилятор;
4 – воздушный затвор; 5 – выброс в атмосферу; 6 – огнезадерживающий клапан

На рис. 8.3 показан вариант, в котором в системе применяются сборные горизонтальные коллекторы, прокладываемые сверху (на чердаке или техническом этаже), а к ним с каждого нижележащего этажа подсоединяются воздуховоды, обслуживающие соседние помещения на каждом этаже. Такая схема характерна как для вытяжных, так и для приточных систем в многоэтажных жилых и общественных зданиях, имеющих небольшое число этажей (до 5) и умеренную протяженность в плане. Побуждение для вытяжных систем может быть как естественным, так и механическим. На один горизонтальный коллектор можно подсоединить не более 5 этажей.

Ответвление верхнего этажа выполняется с воздушным затвором высотой не менее 2 м.

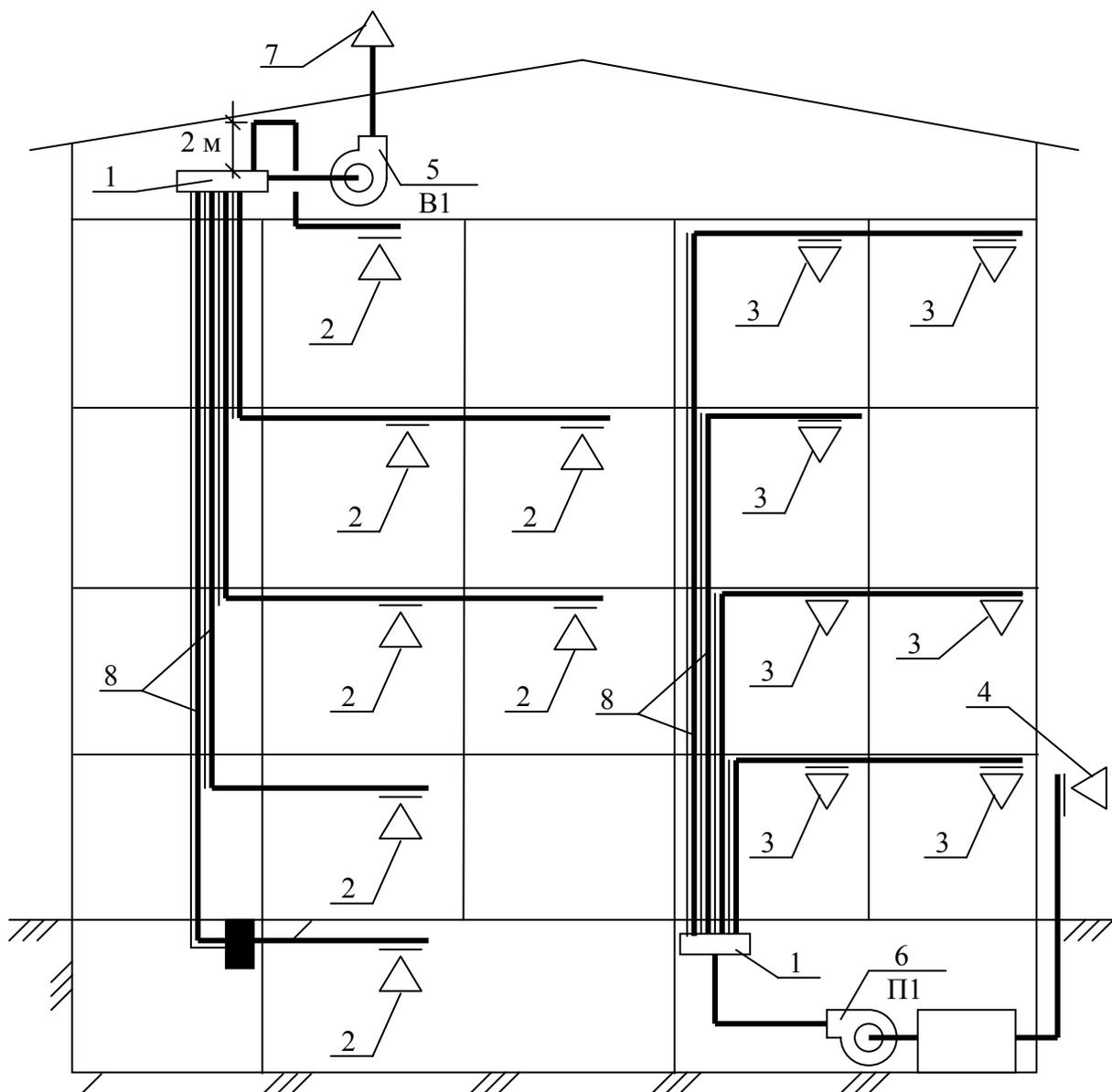


Рис. 8.2 – Схема систем с горизонтальными коллекторами

1 – горизонтальный коллектор; 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – приточная вентиляционная решетка; 4 – забор наружного воздуха; 5 – приточный вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7 – выброс вытяжного воздуха в атмосферу; 8 – вертикальные транзитные воздуховоды

Основным достоинством этого варианта является простота и высокая надежность защиты помещений каждого этажа от проникновения дыма с других этажей. Особенно высока степень защиты для приточной системы, так как дым не может опуститься вниз к сборному горизонтальному коллектору.

При небольшом поперечном сечении пучок вертикальных воздуховодов обычно прокладывается в общей зашивке в стенной нише или отдельной выгородке. Повышенный расход металла на вертикальные воздуховоды для каждого этажа окупается в данном случае экономией на огнезадерживающих клапанах и противопожарной автоматике, которые были бы необходимы при использовании схемы вертикальным коллектором и поэтажными горизонтальными ответвлениями (рис. 8.4). Если кратности воздухообмена невелики (жилые и административные здания) и площадь обслуживаемых помещений на каждом этаже невелика, то сечения воздуховодов получаются относительно небольшими. Поэтому расход металла и стоимость воздуховодов получаются вполне приемлемыми.

В высоком здании (более 5 этажей) длина вертикальных участков была бы больше, что увеличило бы стоимость воздуховодов. К тому же приводит увеличение кратности воздухообмена или площади обслуживаемых помещений – размеры и стоимость воздуховодов увеличиваются.

Приточная установка может быть выполнена по схеме вытяжной, то есть оборудование ее расположено на чердаке или на техническом этаже. Вертикальные транзитные воздуховоды в этой системе должны иметь нормируемую огнестойкость. Их выполняют из оцинкованной стали с тепловой изоляцией минеральной ватой и последующей обшивкой листами ГВЛ. Для вытяжных систем они также могут быть выполнены на этапе строительства здания в виде кирпичных или бетонных каналов.

Так же как и в предыдущем варианте, если требуется присоединить к системе помещение иного назначения (общественное или административно-бытовое) площадью не более 200 м^2 , то на ответвлении к этому помещению должен устанавливаться огнезадерживающий клапан. Если число этажей более пяти, то пять нижних этажей подсоединяются на один горизонтальный коллектор, общий воздуховод которого становится одним из пяти подсоединяемых воздуховодов для вышерасположенного коллектора.

На рисунке 8.4 показан вариант, в котором один сборный вертикальный коллектор прокладывается через все этажи, а к нему на каждом этаже через огнезадерживающие клапаны подсоединяются поэтажные ответвления, обслуживающие помещения на этаже, которые допустимо объединять одной системой. Приточная установка может располагаться и в верхней части системы, то есть на техническом этаже или чердаке.

Такая схема характерна для механических вытяжных и приточных систем в многоэтажных зданиях, имеющих значительную протяженность в плане. Она универсальна, так как позволяет обслуживать большое количество помещений по всему зданию. Чаще всего это помещения одинакового назначения, например, жилые, учебные или административные.

Большая протяженность горизонтальных поэтажных ответвлений позволяет уменьшить количество систем в здании, а применение всего одного вертикального коллектора достаточно большого поперечного сечения

снижает затраты металла (для вытяжной системы это может быть бетонный или кирпичный канал). С учетом того, что только вертикальный коллектор должен иметь нормируемую огнестойкость, а огнестойкость поэтажных ответвлений не нормирована, снижаются затраты на тепловую изоляцию воздуховодов.

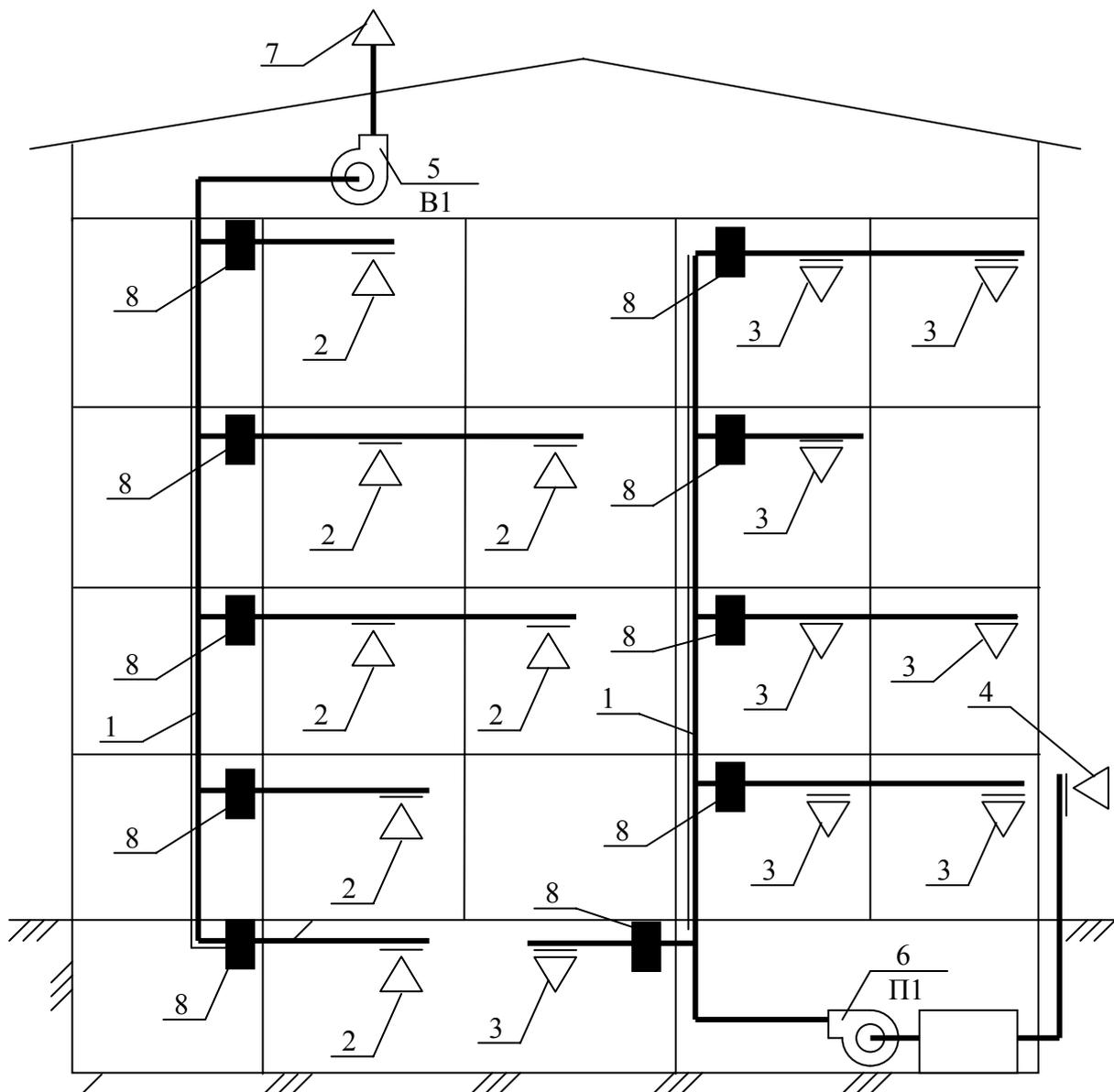


Рис. 8.4 – Схема систем с вертикальными коллекторами и огнезадерживающими клапанами:

1 – вертикальный коллектор; 2 – вытяжная вентиляционная решетка; 3 – приточная вентиляционная решетка; 4 – забор наружного воздуха; 5 – приточный вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7 – выброс вытяжного воздуха в атмосферу; 8 – огнезадерживающие клапаны

Недостатком таких систем является наличие большого числа огнезадерживающих клапанов с противопожарной автоматикой, что существенно

увеличивает стоимость систем. Однако, с другой стороны, именно наличие автоматики и позволяет осуществлять более правильное управление системами в случае пожара (отключить вытяжную систему, а в приточной системе закрыть клапан только на этаже пожара).

Следует отметить, что нормами не предусмотрено использование обратных клапанов взамен огнезадерживающих, хотя, кажется, они могли бы препятствовать распространению дыма. Во-первых, обратные клапаны не имеют нормируемой огнестойкости. Во-вторых, потери давления в них достаточно велики, и установка их на поэтажных ответвлениях увеличит общее сопротивление системы. В-третьих, надежность срабатывания обратного клапана не всегда может быть проверена, так как обычные двухлепестковые клапаны не имеют внешнего индикатора положения заслонок.

Рассмотренные варианты являются наиболее типичными, но не охватывают всех возможных ситуаций и способов прокладки воздуховодов. Более полную информацию следует искать в нормативной, справочной и технической литературе. Ниже рассмотрены некоторые основные требования при конструировании систем.

На воздуховодах систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования необходимо предусматривать в целях предотвращения проникания в помещения продуктов горения (дыма) во время пожара следующие устройства:

а) противопожарные клапаны на:

– поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений категорий В4 и Г;

– воздуховодах, обслуживающих помещения и склады категорий А, Б, В1, В3 или В4, а также на воздуховодах систем местных отсосов взрыво- и пожароопасных смесей и систем по в местах пересечения воздуховодами противопожарной преграды обслуживаемого помещения;

– на каждом транзитном сборном воздуховоде (на расстоянии не более 1 м от ближайшего к вентилятору ответвления), обслуживающем группу помещений (кроме складов) одной из категорий А, Б, В1, В2 или В3 общей площадью не более 300 м² в пределах одного этажа с выходами в общий коридор;

б) воздушные затворы на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору (длину вертикального участка воздуховода воздушного затвора следует принимать по расчету, но не менее 2 м).

Вертикальные коллекторы допускается присоединять к общему горизонтальному коллектору, размещаемому на чердаке или техническом этаже; в зданиях высотой более 28 м на вертикальных коллекторах в местах

присоединения их к общему горизонтальному коллектору следует устанавливать противопожарные клапаны.

К каждому горизонтальному коллектору следует присоединять не более 5 поэтажных воздухопроводов с последовательно расположенных этажей. В многоэтажных (более 5 этажей) зданиях допускается присоединять к горизонтальному коллектору более 5 поэтажных воздухопроводов при условии установки противопожарных клапанов на каждом поэтажном (сверх 5) воздуховоде. Допускается присоединять группу горизонтальных коллекторов к общему коллектору, размещаемому на чердаке или техническом этаже, при условии установки противопожарных клапанов в местах присоединения их к общему коллектору.

Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости (в том числе теплозащитные и огнезащитные покрытия) следует проектировать из негорючих материалов. При этом толщина листовой стали для конструкций воздухопроводов должна быть не менее 0,8 мм. Для уплотнения разъемных соединений таких конструкций (в том числе фланцевых) допускается применение материалов группы горючести не ниже Г2 с огнезащитными покрытиями по внутренней и наружной поверхностям узлов соединений.

Конструкции воздухопроводов с нормируемыми пределами огнестойкости при температуре перемещаемого воздуха более 100 °С следует предусматривать с компенсаторами линейных тепловых расширений, а элементы креплений (подвески) таких воздухопроводов – с пределами огнестойкости не менее нормируемых для воздухопроводов. Преимущественно следует проектировать воздухопроводы из негорючих материалов. Воздуховоды из горючих материалов класса Г1 допускается предусматривать в одноэтажных зданиях для жилых, общественных, административно-бытовых и производственных помещений категории Д, кроме помещений с массовым пребыванием людей.

Воздуховоды из горючих материалов допускается предусматривать в пределах обслуживаемых помещений. Гибкие вставки и отводы из горючих материалов в воздухопроводах систем, обслуживающих и проходящих через помещения категории Д, допускается проектировать, если их длина составляет не более 10 % длины воздухопроводов из материалов горючих Г1 и не более 5 % для воздухопроводов из негорючих материалов. Гибкие вставки у вентиляторов допускается проектировать из горючих материалов.

В одном пожарном отсеке условия прокладки, а также пределы огнестойкости транзитных воздухопроводов и коллекторов систем любого назначения на всем протяжении от места пересечения противопожарной преграды (стены, перегородки, перекрытия) обслуживаемого помещения до помещения для вентиляционного оборудования следует предусматривать в соответствии с табл. 8.1. Значения предела огнестойкости указаны в виде дроби: в числителе – в границах обслуживаемого этажа, в знаменателе – за пределами обслуживаемого этажа.

Таблица 8.1

Условия прокладки и предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов

Помещения, обслуживаемые системой вентиляции	Условия прокладки и предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов EI, мин, при прокладке их через помещения								
	Склады и кладовые категорий А, Б, В1- В4 и горючих материалов**	Производственные категорий			Технический этаж, чердак, подполье, коридор		Общественные и административные	Бытовые (санузлы, душевые, умывальные, бани и т.п.)	Жилые
		А, Б или В1-В4	Г	Д	производственного здания	непроизводственного здания			
Склады и кладовые категорий А, Б, В1– В4 и горючих материалов**, тамбур-шлюзы при помещениях категорий А и Б, а также местные отсосы взрыво- и пожароопасных смесей	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	НД	НД	НД
Категорий А, Б или В1–В4	30/30	15/30	15/30	15/30	15/30	15/30	15***/30	15/30	НД
Категории Г	30/30	15/30	НН	НН	15/30*	15/30	30/30	15/30	НД
Категории Д	30/30	15/30	НН	НН	НН/30*	НН/30*	15/30*	НН/30*	НД
Коридор производственного здания	30/30	15/30	НН/30*	НН/30*	НН/30*	НН/30*	НН/30*	НН/30*	НД
Общественные и административно-бытовые здания	НД	15***/30	30/30	НН/30*	НН/30*	НН/30	НН/30*	НН/30*	НД
Бытовые (санузлы, душевые, умывальные, бани и т.п.)	30/30	15/30	15/30	НН/30	НН/30	НН/30	НН/30	НН/30	НД
Коридор (кроме производственных зданий)	НД	НД	НД	НН/30*	НН/30*	НН/30	НН/30*	НН/30*	НН/30
Жилые	НД	НД	НД	НН/30*	НН/30*	НН/30	НН/30*	НН/30*	НН/30

* EI 15 – в зданиях III или IV степени огнестойкости;

** не допускается прокладка воздуховодов через помещения категорий А и Б;

*** не допускается прокладка воздуховодов из помещений категорий А и Б.

В таблице приняты следующие обозначения: НД – не допускается прокладка транзитных воздуховодов; НН – не нормируется предел огнестойкости транзитных воздуховодов.

В общественных зданиях допускается прокладывать транзитные воздуховоды систем для общественных и административно-бытовых помещений через склады и кладовые категорий В1–В4 при условии установки противопожарных клапанов в местах пересечения транзитными воздуховодами противопожарных преград (перегородок и перекрытий) с нормируемым пределом огнестойкости помещений складов и кладовых.

В литературе приводятся схемы, иллюстрирующие возможные варианты прокладки воздуховодов в зданиях различного назначения. Пример такой схемы приведен на рис. 8.5.

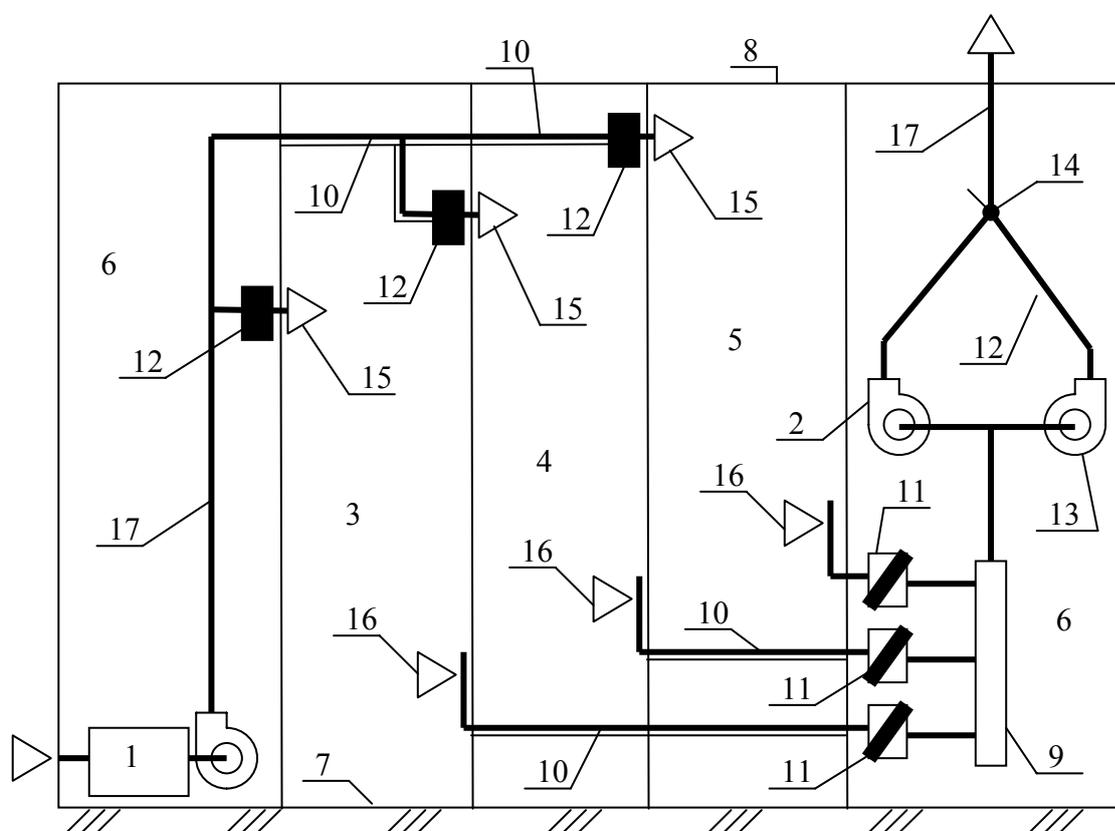


Рис. 8.5 – Схемы воздуховодов для изолированных производственных помещений категорий А, Б или В с выходами непосредственно наружу:

1 – оборудование приточной вентиляции; 2 – основной вентилятор вытяжной системы общеобменной вентиляции; 3, 4, 5 – помещения или склады категорий А, Б, или В в любом сочетании с выходами только наружу; 6 – помещения для вентиляционного оборудования (венткамеры); 7 – пол; 8 – покрытие; 9 – коллектор вытяжной системы; 10 – транзитный воздуховод с нормируемым пределом огнестойкости; 11 – обратный клапан в соответствующем исполнении (если требуется, взрывозащищенном); 12 – огнезадерживающий клапан; 13 – резервный вытяжной вентилятор; 14 – перекидной клапан; 15 – приточное устройство; 16 – вытяжное устройство; 17 – воздуховод с ненормируемым пределом огнестойкости.

На схеме указаны места установки обратных и огнезадерживающих клапанов и участки воздуховодов, требующие обеспечения нормируемого значения огнестойкости.

При выполнении проектов следует внимательно изучить различные схемы, выбрать относящиеся к теме проекта и постараться максимально выполнить указанные на них рекомендации.

Воздуховоды не следует прокладывать:

а) транзитные – через лестничные клетки (за исключением воздуховодов систем приточной противодымной вентиляции, обслуживающих эти лестничные клетки) и через помещения убежищ;

б) обслуживающие помещения категорий А и Б и систем местных отсосов взрывоопасных смесей – в подвалах и в подпольных каналах;

в) напорные участки воздуховодов систем местных отсосов взрывоопасных смесей, а также вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности или неприятно пахнущих веществ – через другие помещения. Допускается прокладывать указанные воздуховоды класса П сварными без разъемных соединений.

Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий (в том числе в кожухах и шахтах) следует уплотнять негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемой ограждающей конструкции.

Внутри воздуховодов, а также снаружи на расстоянии не менее 100 мм от их стенок не допускается размещать газопроводы и трубопроводы с горючими веществами, кабели, электропроводку и канализационные трубопроводы; не допускается также пересечение воздуховодов этими коммуникациями.

В шахтах с воздуховодами систем вентиляции не допускается прокладывать трубопроводы бытовой и производственной канализации.

Воздуховоды общеобменных вытяжных систем и систем МО смеси воздуха с горючими газами легче воздуха следует проектировать с подъемом не менее 0,005 в направлении движения газозвушной смеси.

Особое внимание следует уделять тому, чтобы транзитные воздуховоды систем, транспортирующих взрывоопасные смеси, не имели бы напорных участков, а находились бы под разрежением. Это позволяет предотвратить выбивание смеси наружу, в соседние помещения. Вытяжной вентилятор рекомендуется располагать в конце системы как можно ближе к точке выброса, тогда напорным оказывается лишь короткий участок за вентилятором, идущий на кровлю или находящийся за пределами здания. Наилучшим вариантом является расположение вытяжного вентилятора непосредственно на кровле здания – тогда в здании вообще нет напорных участков. При этом можно использовать крышные вентиляторы. Недостатком такого решения является воздействие наружного климата на вентилятор: низкие температуры, осадки, повышенная коррозия.

Другим приемлемым вариантом является расположение вентилятора на площадке в выгороженной вентиляционной камере, что позволяет избежать прокладки напорного участка по помещениям – вертикальный напорный воздуховод из венткамеры выходит непосредственно на кровлю.

Выбросы взрывоопасной пылегазовоздушной смеси из систем МО с искусственным побуждением следует предусматривать через трубы и шахты, не имеющие зонтов, вертикально вверх. Расстояние l_z в метрах от источников выброса до ближайшей точки возможных источников воспламенения (искры, газы с высокой температурой и др.) следует принимать не менее

$$l_z = 4 \cdot D_y \cdot C_{mo} / C_z \geq 10,$$

где D^y – диаметр устья шахты или воздуховода, м;

C_{mo} – концентрация горючих газов, паров или пыли в устье выброса, мг/м³;

C_z – концентрация горючих газов, паров или пыли, равная 10 % их нижнего концентрационного предела распространения пламени, мг/м³;

Выбросы от систем вытяжной вентиляции следует, как правило, проектировать отдельными, если хотя бы в одной из труб или шахт возможно отложение горючих веществ или если при смешении выбросов возможно образование взрывоопасных смесей. Допускается соединение в одну трубу или шахту таких выбросов, предусматривая вертикальные разделки с пределом огнестойкости 0,5 ч от места присоединения каждого воздуховода до устья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном курсе лекций рассмотрены лишь наиболее общие вопросы, касающиеся противопожарной безопасности систем вентиляции. Следует отметить, что многие требования нормативных документов и материалы пособий и литературных источников касаются достаточно редких специфических вопросов, которые изложить здесь не представляется возможным. Механическое запоминание многочисленных требований также не является целью данного пособия.

Дальнейшее изучение и углубление материала следует осуществлять целенаправленно, в соответствии с возникающими проблемами в процессе проектирования конкретных систем для конкретного здания. Предварительно следует четко уяснить, чем рассматриваемая ситуация отличается от типовых случаев, уже изученных ранее. Анализ требований нормативных документов следует вести методом исключения, то есть выбирать именно те требования, которые касаются рассматриваемой ситуации. Следует поискать в литературе примеры расчетов и схемы систем, относящиеся к рассматриваемому вопросу, разобрать их и выяснить возможность использования данного материала.

Последнее замечание касается избыточности решений по противопожарной защите: если существуют сомнения в необходимости принятия тех или иных решений, лучше принять вариант, обеспечивающий более высокий уровень противопожарной защиты – лучше перестраховаться, чем недооценить будущую опасность. Несмотря на некоторое увеличение стоимости, дополнительные мероприятия чаще всего не могут ухудшить работу систем вентиляции в обычном режиме. Наличие противопожарного клапана не влияет на работу системы вентиляции в обычном режиме, так как в это время он полностью открыт и его сопротивление невелико. Более высокая степень огнестойкости воздуховода тоже не может нанести вреда – в сомнительных ситуациях лучше увеличить толщину тепловой изоляции, предусмотреть зашивку воздуховода фальшстеной из негорючего материала. Устройство перегородок в вентиляционных помещениях с целью отделения оборудования систем с другой категорией взрывопожарной опасности также целесообразно в спорных ситуациях и не может ухудшить работу систем. Противодымная вентиляция в обычном режиме выключена и тоже никак не влияет на работу обычных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батчел Е., Парнэлл А. Опасность дыма и дымозащита. : перевод на русский язык. – М.: Стройиздат, 1983.
2. Новые схемы и решения противодымной защиты лестнично-лифтовых узлов многоэтажных зданий : Пособие 14.91 к СНиП 2.04.05-91*. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
3. Огнестойкие воздуховоды : Пособие 6.91 к СНиП 2.04.05-91. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
4. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности : НПБ 105-95. – Взамен ОНТП 24-86; введ. 1996-01-01. – Сборник руководящих документов Государственной противопожарной службы, Часть 3 / ГУ ГПС МВД России. – М: ГУП ЦПП, 1996.
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : Жилые здания со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.: ил.
6. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СНиП 2.04.05-91* / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 72 с.
7. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Heating, ventilation and conditioning : СНиП 41-01-2003 / Госстрой России. – Взамен СНиП 2.04.05-91; введ. 2004-01-01. – СПб. : Издательство ДЕАН, 2004. – 144 с.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования. Heating, ventilation and conditioning. Fire requirements : СП 7.13130.2009. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
9. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Fire safety of buildings and works : СНиП 21-01-97*. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2004. – 48 с.
10. Пособие по проектированию принципиальных схем систем вентиляции и противодымной вентиляции в жилых, общественных зданиях и стоянках автомобилей: Примеры схем и решений. Огнестойкие воздуховоды, противопожарные клапаны и дымовые клапаны / Шифр ГО-06-17640 (В помощь проектировщику). – М.: Технический отдел ОАО Моспроект, 2007. – 190 с.
11. Правила устройства электроустановок, 6-е издание, Москва, Энергоатомиздат, 1985 г.

12. Предотвращение распространения пожара. Пособие к СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» : МДС 21-1.98 . – М. : ГУП ЦПП, 1998.
13. Противодымная защита при пожаре и вентиляция подземных стоянок легковых автомобилей : Пособие 15.91 к СНиП 2.04.05-91. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
14. Противодымная защита при пожаре : Пособие 4.91 к СНиП 2.04.05-91. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
15. Противопожарные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования : Пособие 13.91 к СНиП 2.04.05-91. Размещение вентиляционного оборудования : Пособие 5.91 к СНиП 2.04.05-91. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
16. Рекомендации по противодымной защите при пожаре (к СНиП 2.04.05-91*) : МДС 41-1.99. – М. : ГУП ЦПП, 2000.
17. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 590 с., ил.
18. Сидорук В. И. Инспектору госпожнадзора о системах вентиляции. – М.: Стройиздат, 1989. – 96 с.: ил.
19. Схемы прокладки воздуховодов в здании : Пособие 7.91 к СНиП 2.04.05-91. – Доступ из поисково-информационной системы «Стройконсультант»
20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный Закон №123. – Собрание законодательства Российской Федерации, №30, 28.07.2008, (ч.1) ст. 3579.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Лекция 1. Основные сведения о пожаре и противопожарном нормировании	4
1.1. Противопожарное нормирование систем вентиляции	4
1.2. Причины возникновения пожара	7
1.3. Пути распространения пожара по системам вентиляции	14
Лекция 2. Пожарно-техническая классификация помещений, зданий, их элементов и систем	17
2.1. Понятие пожарно-технической классификации	17
2.2. Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	18
2.3. Критерии оценки пожарной опасности строительных материалов	24
2.4. Критерии оценки пожарной опасности строительных конструкций	27
2.5. Критерии оценки пожарной опасности противопожарных преград	28
2.6. Критерии оценки лестниц и лестничных клеток	30
2.7. Критерии оценки пожарной опасности зданий, пожарных отсеков и помещений	31
2.8. Функциональная пожарная опасность зданий	33
Лекция 3. Мероприятия по предотвращению возникновения пожара	42
3.1. Предотвращение пожара на стадии разработки проектов систем ОВК	42
3.2. Предотвращение пожара на стадии монтажа систем ОВК	49
3.3. Предотвращение пожара на стадии эксплуатации систем ОВК	52
Лекция 4. Мероприятия по предотвращению распространения пожара	57
4.1. Архитектурно-планировочные решения, препятствующие распространению пожара	57
4.2. Мероприятия по предотвращению распространения пожара в системах ОВК	60
4.3. Противопожарные клапаны систем вентиляции	62

Лекция 5. Мероприятия по обеспечению возможности тушения пожара	69
5.1. Мероприятия по обеспечению доступа пожарных подразделений	69
5.2. Мероприятия по обеспечению условий тушения пожара	70
Лекция 6. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей	72
6.1. Назначение и сущность противодымной защиты	72
6.2. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей	74
6.3. Системы противодымной вытяжной вентиляции	77
6.4. Системы противодымной приточной вентиляции	87
Лекция 7. Противопожарные требования к оборудованию систем вентиляции	89
7.1. Общие требования к оборудованию систем вентиляции	89
7.2. Размещение оборудования систем вентиляции	90
Лекция 8. Противопожарные требования к воздуховодам систем вентиляции	93
8.1. Обеспечение требуемой огнестойкости воздуховодов	93
8.3. Прокладка воздуховодов систем вентиляции	96
Заключение	107
Библиографический список	108

Учебное издание

Ивашкевич Александр Александрович

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Тексты лекций

Главный редактор *Л. А. Суевалова*
Редактор *Н. Г. Петряева*
Дизайнер обложки

Подписано в печать 30.04.11. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,51. Тираж 100 экз. Заказ

Издательство Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136