

**Лекция 1. Пожарная профилактика при проектировании генеральных планов промышленных предприятий.**

- 1.1. Пожарная безопасность в строительстве.
- 1.2. Генеральные планы промышленных предприятий. Зонирование промышленных объектов.
- 1.3. Размещение зданий пожарных команд (депо).
- 1.4. Размещение дорожной сети.

**Лекция 2. Пожарная профилактика при проектировании генеральных планов населенных мест.**

- 2.1. Планировка городских населенных мест.
- 2.2. Размещение дорожно-уличной сети в городских условиях.
- 2.3. Особенности планировки сельских населенных мест.
- 2.4. Размещение промышленных и сельскохозяйственных предприятий в сельских районах.

**Лекция 3. Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями.**

- 3.1. Назначение противопожарных разрывов.
- 3.2. Нормирование противопожарных разрывов.
- 3.3. Расчет противопожарных разрывов.

**Лекция 4. Планировочные решения зданий и сооружений.**

- 4.1. Объемно-планировочные решения промышленных и гражданских зданий и сооружений.
- 4.2. Пожарные отсеки производственных зданий.
- 4.3. Пожарные отсеки жилых и общественных зданий.

**Лекция 5. Противопожарные преграды.**

- 5.1. Назначение и виды противопожарных преград.
- 5.2. Противопожарные стены, особенности их проектирования.
- 5.3. Противопожарные перекрытия.

**Лекция 6. Противопожарные преграды.**

- 6.1. Противопожарные зоны.
- 6.2. Экраны, водяные завесы.
- 6.3. Местные противопожарные преграды.
- 6.4. Защита проемов в противопожарных преградах.

**Лекция 7. Противодымная защита зданий.**

- 7.1. Обеспечение незадымляемости зданий высотой до 9 этажей.
- 7.2. Обеспечение незадымляемости зданий повышенной этажности.
- 7.3. Особенности расчета подпора воздуха в незадымляемых лестничных клетках.

**Лекция 8. Дымоудаление.**

- 8.1. Естественное дымоудаление.
- 8.2. Принудительное дымоудаление.
- 8.3. Конструкции дымоудаляющих устройств. Тамбур-шлюзы.

**Лекция 9. Защита от взрыва.**

- 9.1. Процесс взрыва.
- 9.2. Избыточное давление взрыва.
- 9.3. Допустимое давление на конструкции.

**Лекция 10. Легкосбрасываемые конструкции.**

- 10.1. Легкосбрасываемые конструкции, их виды.
- 10.2. Расчет легкосбрасываемых конструкций.

**Лекция 11. Эвакуация людей из зданий.**

- 11.1. Вынужденная эвакуация людей.
- 11.2. Эвакуационные выходы.
- 11.3. Эвакуационные пути.

**Лекция 12. Эвакуация людей из зданий.**

- 12.1. Расчет эвакуации людей.
- 12.2. Необходимое время эвакуации.

**Лекция 13. Пожарная безопасность сельскохозяйственных зданий.**

- 13.1. Объемно-планировочные решения животноводческих комплексов.
- 13.2. Расчет эвакуации животных.
- 13.3. Эвакуационные пути и выходы в сельскохозяйственных зданиях.
- 13.4. Обеспечение безопасности животных при пожаре.

**Лекция 14. Пожарная безопасность систем инженерного оборудования зданий.**

- 14.1. Системы внутреннего теплоснабжения.
- 14.2. Обеспечение пожарной безопасности печного отопления.
- 14.3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 14.4. Противодымная защита при пожаре.

**Лекция 1.**  
**Пожарная профилактика при проектировании генеральных планов**  
**промышленных предприятий.**

**1.1. Пожарная безопасность в строительстве.**

Противопожарная защита зданий и сооружений включает в себя технические решения по обеспечению безопасности людей при пожаре, а также конструктивные и объемно-планировочные решения, обеспечивающие изоляцию возможных источников задымления и успешное тушение пожаров.

Противопожарные мероприятия в случае пожара должны обеспечивать возможность эвакуации людей наружу до наступления угрозы их жизни и здоровью, возможность спасения людей и материальных ценностей, возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также нераспространение пожара на рядом расположенные здания.

**1.2. Генеральные планы промышленных предприятий. Зонирование**  
**промышленных объектов.**

Основным принципом проектирования генеральных планов промышленных предприятий является зонирование объектов. При размещении производственных объектов в плане учитывают:

- вредность производства (выделение дыма и вредных газов, пыли, шум, пожарная и взрывная опасность, загрязнение воды и почвы и пр.);
- рельеф местности (для рационального отвода сточных вод и предотвращения разлива горючих жидкостей);
- возможность обеспечения участка дорогами, прокладки коммуникаций;
- направление господствующих ветров.

Здания, сооружения, открытые установки с производственными процессами, выделяющими в атмосферу газ, дым и пыль, а также взрывоопасные и пожароопасные объекты следует располагать с подветренной стороны по отношению к другим производственным зданиям и сооружениям.

При составлении генеральных планов предприятий актуально блокирование (объединение) цехов, складов и т.п. в одном здании или на одной площадке. Также целесообразно объединять различные предприятия в одной промышленной зоне (рисунки 1.1, 1.2). При этом опасность возникновения пожара увеличивается, однако использование негорючих строительных материалов, разделение зданий на противопожарные отсеки и секции, оснащение их автоматическими системами пожаротушения облегчают тушение пожара в начальной стадии.

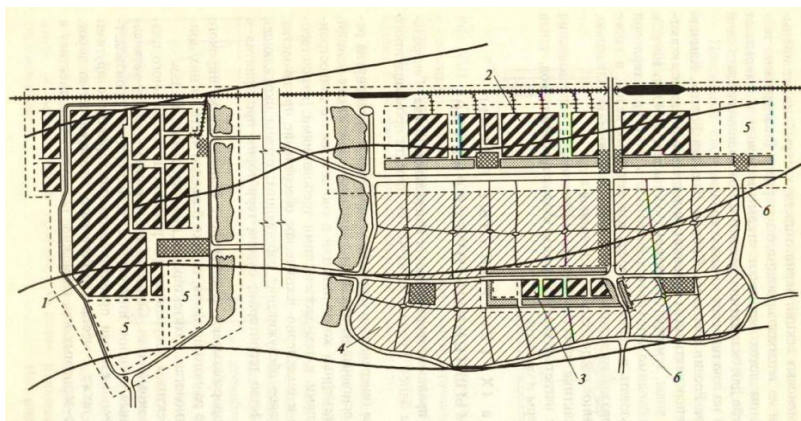


Рисунок 1.1. Ситуационный план размещения промышленных предприятий: 1 - промышленные предприятия, выделяющие большое количество производственных вредностей; 2 - то же, выделяющие небольшое количество производственных вредностей, но имеющие большой грузооборот; 3 - то же, выделяющие незначительное количество вредностей или безвредные, с малым грузооборотом, не требующие устройства железнодорожных подъездных путей; 4 - селитебная территория; 5- зона расширения промышленных предприятий; 6- горизонтали.

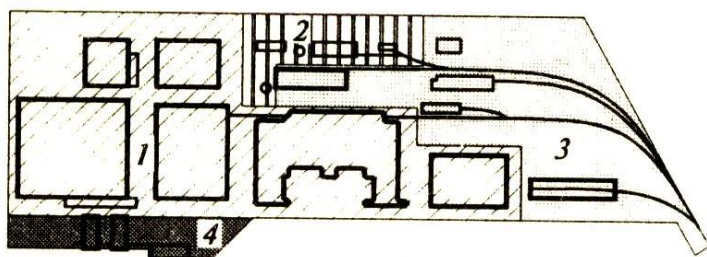


Рисунок 1.2. Зонирование территории завода тяжелых станков. 1 - производственная зона; 2 – подсобная зона; 3 – складская зона; 4 – предзаводская зона.

Производственные объекты с площадками размером более 5 гектаров должны иметь не менее двух въездов, При размере стороны площадки более 1000 метров и расположении ее вдоль улицы или автомобильной дороги на этой стороне предусматривается не менее двух въездов на площадку. Расстояние между въездами не должно превышать 1500 метров.

Ширина ворот автомобильных въездов на площадку предприятия должна обеспечивать беспрепятственный проезд пожарных автомобилей.

К зданиям и сооружениям по всей их длине обеспечивается подъезд пожарных автомобилей с одной стороны при ширине здания или сооружения не более 18 метров и с двух сторон при ширине более 18 метров, а также при устройстве замкнутых и полужамкнутых дворов.

К зданиям с площадью застройки более 10 000 квадратных метров или шириной более 100 метров подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

Производственные объекты должны обеспечиваться наружным противопожарным водоснабжением (противопожарным водопроводом, природными или искусственными водоемами).

Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать пожаротушение любого здания или сооружения. Пожарные гидранты располагают вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 метра от края проезжей части,

но не менее 5 метров от стен здания.

Подъезды к противопожарным водоемам должны быть оборудованы площадками для разворота пожарных автомобилей размером не менее 12х12 метров.

Расстояния между зданиями и сооружениями на территории предприятия должны исключать возможность перехода пожара от одного объекта к другому.

Резервуарные парки с нефтепродуктами, сжиженными горючими газами располагаются на более низких отметках по отношению к зданиям и сооружениям и окружаются продуваемой оградой из негорючих материалов. При размещении резервуаров на более высоких отметках принимают меры по предотвращению растекания жидкости к зданиям и сооружениям.

По периметру площадок хранения нефтепродуктов или отдельно стоящих резервуаров устраивается замкнутое земляное обвалование или стена из негорючих материалов.

Наружные сети с горючими жидкостями и газами не должны проходить под зданиями и сооружениями.

Внутриплощадочные трубопроводы с горючими жидкостями и газами не должны проходить по опорам из горючих материалов, по стенам и кровлям зданий III-V степеней огнестойкости, по покрытиям и стенам зданий категорий А и Б по взрывопожарной опасности. Газопроводы горючих газов трассируются в обход складов твердых и жидких горючих материалов.

Надземные трубопроводы для горючих жидкостей на отдельных опорах размещаются не ближе 3 метров от стен зданий с проемами и 0,5 метра от стен зданий без проемов.

### **1.3. Размещение зданий пожарных команд (депо)**

Здания пожарных команд (депо) располагаются на участках, изолированных от производственной территории, с выездом на дороги общего пользования. Радиус обслуживания предприятий пожарным депо зависит от категории преобладающего производства. Для категорий А, Б, В, Е – 2 км, для Г, Д – 4 км.

Перед пожарным депо устраивают площадку с твердым покрытием, с длиной, равной фронту ворот, и шириной не менее 10 м. Площадка соединяется проездами с автомобильными дорогами.

Площадь участка пожарного депо зависит от числа автомобилей:

2 авт. – 2500 м<sup>2</sup>; 3 – 3000 м<sup>2</sup>; 4 – 4000 м<sup>2</sup>; 5 – 4500 м<sup>2</sup>; 6 – 5000 м<sup>2</sup>.

Во дворе пожарного депо устраивают учебный городок с учебной башней и др. сооружениями.

При большом радиусе обслуживания на территории предприятий предусматриваются пожарные посты. Радиус обслуживания пожарными постами для производств категорий А, Б, В, Е – 2 км, Г и Д – 4 км. Радиус обслуживания уменьшается на 40%, если 50% площади предприятия занимают здания III- V степени огнестойкости. Площадь пожарного поста при 1 автомобиле – 2000 м<sup>2</sup>, при 2 – 2500 м<sup>2</sup>.

Помещения пожарных постов разрешается блокировать с производственными и вспомогательными зданиями при устройстве выездов из них в разные стороны.

#### 1.4. Размещение дорожной сети

На предприятиях используется внешнезаводской, внутризаводской, междоцеховой и внутрицеховой транспорт.

Транспортные пути на территории предприятий могут быть рельсовыми и безрельсовыми.

Железнодорожные входы разрешается устраивать во все производственные помещения. Въезд тепловозов и электровозов в помещения с производствами категорий А, Б, Е не допускается.

Въезды безрельсового транспорта на территорию предприятий должны быть связаны с магистральными дорогами, а также должны обеспечивать проезд на объект в случае загромождения одного из въездов. Поэтому территория предприятия должна примыкать одной из своих границ к дороге общего пользования, либо устраивается проезд. Предприятия площадью более 2 га должны иметь не менее 2 въездов на разных сторонах площадки.

Для удобства тушения пожара на небольших предприятиях, не имеющих сквозного проезда, оставляют незастроенной часть двора площадью не менее 400 м<sup>2</sup> с диаметром вписанного круга 20 м. Двор соединяют с дорогами общего пользования проездом.

При размещении дорожной сети учитывают требования:

- транспортно-технологические (пропускная способность, целесообразность, экономичность)
- противопожарные (удобство подъезда к любому зданию в случае пожара).

На территории предприятия различают дороги: магистральные, второстепенные, вспомогательные.

Ширина проезжей части внутриплощадочных автомобильных дорог назначается не менее: для однополосных дорог – 4,5 м; для двухполосных – 6,0 м. При соответствующем обосновании минимальная ширина автомобильного проезда может быть принята 3,5 м.

При отсутствии дорог подъезд пожарных автомобилей может осуществляться по спланированной поверхности шириной 3,5 метра.

Расстояние от края проезжей части или спланированной поверхности до стен зданий высотой не более 12 метров должно быть не более 25 метров, при высоте зданий 12...28 метров - не более 8 метров, а при высоте более 28 метров - не более 10 метров.

Дорожная сеть может быть кольцевой, тупиковой и смешанной. При тупиковой системе для разворотов предусматривают петлевые объезды или площадки не менее 12х12 м. Въезды в здания соединяют с дорогами под прямым углом.

Подъезд пожарных автомобилей организуется:

- к крупным зданиям (площадь застройки более 10 га) - со всех сторон;
- к небольшим зданиям шириной более 18 м – с двух сторон;
- к зданиям шириной до 18 м – с одной стороны.

Дороги размещают обычно в разрывах между зданиями. Расстояние от края проезжей части до зданий, сооружений, ж/д путей нормируется.

Ширина ворот для автомобильных въездов на площадку предприятия принимается на 1,5 м больше наибольшей ширины автомобиля, но не менее 4,5 м.

При возможности разлива горючих жидкостей планировочная отметка дорог назначается на 0,3 м выше отметок производственных площадок. Если это невозможно, то устраиваются кюветы.

## **Лекция 2.**

### **Пожарная профилактика при проектировании генеральных планов населенных мест**

#### **2.1. Планировка городских населенных мест**

При планировке и застройке территорий поселений и городских округов должны выполняться требования пожарной безопасности.

Селитебная территория населенных мест размещается с наветренной стороны относительно промышленных районов и предприятий.

Опасные производственные объекты, связанные с использованием пожаровзрывоопасных веществ, как правило, должны размещаться за границами поселений. При размещении взрывопожароопасных объектов в границах поселений и городских округов следует учитывать возможность воздействия опасных факторов пожара на соседние объекты, климатические и географические особенности, рельеф местности, направление течения рек и преобладающее направление ветра.

Склады сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей располагают с подветренной стороны от населенных пунктов и жилых районов, на участках с более низкими отметками относительно территорий соседних населенных пунктов и железнодорожных путей, а также ниже по течению реки на расстоянии не менее 300 метров от населенных пунктов.

Расстояние от границ производственных объектов до зданий классов функциональной опасности Ф1-Ф4, детских дошкольных учреждений, общеобразовательных учреждений, медицинских организаций и учреждений отдыха должно быть не менее 50 метров.

Если на территориях населенных пунктов размещены автозаправочные станции, то противопожарные расстояния от границ площадок, зданий и сооружений АЗС до границ участков детских дошкольных учреждений, общеобразовательных учреждений, больниц должны составлять не менее 50 м. Нормируются также расстояния от АЗС до окон или дверей жилых и общественных зданий.

На территориях населенных пунктов должны быть источники наружного противопожарного водоснабжения: наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами, водные объекты, используемые для целей пожаротушения, или противопожарные резервуары.

В поселениях с количеством жителей до 5000 человек при расходе воды на наружное пожаротушение 10 л/с допускается применять в качестве источников наружного противопожарного водоснабжения природные или искусственные водоемы.

В населенных пунктах с числом жителей до 50 человек наружное противопожарное водоснабжение можно не предусматривать.

#### **2.2. Размещение дорожно-уличной сети в городских условиях**

В населенных пунктах должна быть обеспечена возможность проезда пожарных машин к жилым и общественным зданиям:

- с двух продольных сторон - к зданиям многоквартирных жилых домов высотой 28 м и более, к другим зданиям для постоянного и временного проживания людей, зданиям зрелищных и культурно-просветительных учреждений, организаций по обслуживанию населения, общеобразовательных учреждений, лечебных учреждений стационарного

типа, научных и проектных организаций, органов управления учреждений высотой 18 и более метров;

- со всех сторон - к односекционным зданиям многоквартирных жилых домов, общеобразовательных учреждений, детских дошкольных образовательных учреждений, лечебных учреждений стационарного типа, научных и проектных организаций, органов управления учреждений.

Ширина проездов должна составлять не менее 6 м.

Расстояния от границ застройки городских поселений до лесных массивов должны составлять не менее 50 м, а от границ застройки городских и сельских поселений с одно- и двухэтажной индивидуальной застройкой - не менее 15 м.

Жилые районы с численностью населения 30-50 тыс. человек разделяются озелененными разрывами шириной не менее 100 м.

Территория, застроенная зданиями из горючих материалов, должна разделяться полосами зеленых насаждений, озелененными улицами или негорючими зданиями.

### **2.3. Особенности планировки сельских населенных мест**

При планировке сельских населенных мест пожарная безопасность обеспечивается:

- устройством противопожарных разрывов;
- учетом направления господствующих ветров и рельефа;
- устройством дорожной сети;
- устройством системы водоснабжения.

На территории сельских населенных мест выделяют 2 основные зоны: жилую и производственную.

В жилой зоне находятся жилые и общественные здания и сооружения, улицы, парки, сады и др. места общего пользования.

Для малых сельских мест применяют двустороннюю застройку вдоль улиц. В крупных населенных местах улицы объединяют в кварталы с 2, 3 и 4-сторонней застройкой. Одностороннюю застройку применяют при расположении жилых домов вдоль транзитной магистрали, около парков, водоемов, оврагов.

В качестве противопожарных разрывов в поселках устраивают поперечные улицы, пересекающие продольные улицы через каждые 300 м. Если в поселке только одна продольная улица, то через каждые 300 м устраивают разрывы шириной 25-30 м. В пределах кварталов желательно чередование горючих и негорючих зданий.

При планировке должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей ко всем зданиям не менее, чем с 2 сторон по дорогам или по свободной полосе шириной не менее 6 м.

Дороги прокладывают не ближе 5 м и не далее 25 м от здания для удобства пожаротушения.

Обеспечивается подъезды пожарных автомобилей к противопож.водоемам не более, чем через 400 м. Водоем должен обеспечивать тушение пожара в течение 3 часов.

### **2.4. Размещение промышленных и сельскохозяйственных предприятий в сельских районах**

Для сельскохозяйственных предприятий нормами регламентируются:

- санитарно-защитные зоны от отдельных комплексов до жилых и общественных зданий;

- санитарные разрывы между производственными комплексами в пределах производственной зоны;

- зооветеринарные разрывы между животноводческими, птицеводческими,

звероводческими фермами и другими объектами;

- противопожарные разрывы между производственными, животноводческими и птицеводческими зданиями и сооружениями и открытыми складами материалов;
- противопожарные разрывы между отдельными зданиями и сооружениями производственного комплекса.

Для транспортных связей предприятия предпочтителен безрельсовый транспорт. Устраивать ж/д пути в пределах жилой зоны не допускается.

Площадки с/х предприятий размером более 5 га должны иметь не менее 2 въездов, расстояние по периметру между ними не более 1500 м.

Здания не должны образовывать замкнутых и полузамкнутых дворов. Если устройство замкнутого двора необходимо по технологии, то его ширина д.б. не менее наибольшей высоты здания и не менее 18 м. С двух противоположных сторон устраиваются открытые проезды шириной >4 м и высотой > 4,5 м. Размещать в таких дворах здания, сооружения, пристройки не допускается.

Расстояния между зданиями и сооружениями принимаются в зависимости от огнестойкости (9-18 м, для складов – до 48 м). Расстояние до границ лесных массивов: хвойного – 50 м, лиственного – 20 м. Расстояние от складов открытого хранения до леса не менее 100 м.

К зданиям и сооружениям обеспечивается свободный подъезд пожарных автомобилей: при ширине здания до 18 м – с одной стороны, более 18 м – с двух сторон. Расстояние от края проезжей части подъезда до здания д.б. не более 25 м.

К пожарным водоемам, брызгальным бассейнам и т.п. предусматриваются подъезды с площадками для разворота пожарных автомобилей 12х12 м.

### **Лекция 3.**

#### **Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями.**

##### **3.1. Назначение противопожарных разрывов**

Противопожарные разрывы предназначены для предотвращения распространения пожара на соседние здания и для возможности маневрирования пожарных подразделений.

Противопожарные разрывы между зданиями проектируются на стадии разработки генерального плана строительного объекта.

При проектировании генеральных планов необходимо обеспечить рациональную плотность застройки и требуемую величину противопожарных разрывов. Величина разрыва должна обеспечить такую интенсивность излучения от рассматриваемого здания или сооружения на смежный с ним объект, при которой исключается возможность загорания последнего в течение 10-15 минут.

##### **3.2. Нормирование противопожарных разрывов**

Противопожарные разрывы нормируются Федеральным законом 123-ФЗ, СП 42.13330.2011; СП 18.13330.2011 и др.

Допускается уменьшать противопожарные расстояния от зданий, сооружений и технологических установок до граничащих с ними объектов защиты (за исключением жилых, общественных зданий, детских и спортивных площадок) при применении противопожарных преград.

Минимальная допустимая величина разрывов между *производственными зданиями* устанавливается в зависимости от степени огнестойкости зданий и категории

производства.

При разработке генеральных планов промышленных предприятий нормируются противопожарные разрывы для каждой зоны и между зонами, а также расстояния между зданиями, сооружениями, железными и автомобильными дорогами, между различными предприятиями и между предприятиями и селитебной зоной. Эти расстояния устанавливаются для обеспечения как санитарной, так и пожарной безопасности.

Если местные условия или особенности производственного процесса не позволяют обеспечить требуемый разрыв между объектами, то можно:

- уменьшить площади застройки двух смежных зданий до площади противопожарного отсека;
- устроить наружные противопожарные стены в смежных зданиях;
- снизить пожароопасность производственных процессов;
- уменьшить вместимость складов;
- изменить способы хранения материалов, например, предусмотреть подземное хранение горючих жидкостей или газов, и пр.

Расстояние между производственными зданиями и сооружениями не нормируется:

а) если сумма площадей полов двух и более зданий или сооружений III, IV, V степеней огнестойкости не превышает площадь полов, допускаемую между противопожарными стенами, считая по наиболее пожароопасному производству и низшей степени огнестойкости зданий и сооружений;

б) если стена более высокого или широкого здания или сооружения, выходящая в сторону другого здания, является противопожарной;

в) если здания и сооружения III степени огнестойкости независимо от пожарной опасности размещаемых в них производств имеют противостоящие глухие стены или стены с проемами, заполненными стеклоблоками или армированным стеклом с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Нормативные противопожарные разрывы для зданий и сооружений I, II, III степеней огнестойкости с производствами категорий А, Б, В могут быть уменьшены с 9 до 6 м при соблюдении одного из следующих условий:

1) здания и сооружения оборудуются стационарными автоматическими системами пожаротушения;

2) удельная загрузка горючими веществами в зданиях с производствами категории В не превышает 10 кг на 1 м<sup>2</sup> площади этажа.

Расстояние от зданий и сооружений предприятий (независимо от степени их огнестойкости) до границ лесного массива хвойных пород и мест разработки или открытого залегания торфа должно составлять 100 м, смешанных пород - 50 м.

При подземном хранении легковоспламеняющихся или горючих жидкостей емкости складов могут быть увеличены в 2 раза, а расстояния сокращены на 50%.

В противопожарных разрывах целесообразно размещать автомобильные дороги и проезды, участки озеленения и т.п. Эти элементы обустройства территории позволяют обеспечить также доступ пожарных автомобилей к зданиям и сооружениям.

### 3.3. Расчет противопожарных разрывов

Величина противопожарного разрыва при расчете назначается так, чтобы количество лучистой энергии, направляемой факелом пламени на единицу площади смежного объекта,  $q_p$  не превышало критической интенсивности облучения  $q_{мин}$ .

$$q_p \leq q_{мин}$$

Критическая (минимальная) интенсивность облучения  $q_{мин}$  – это количество энергии, при превышении которого воспламенение горючих материалов становится возможным в течение времени, необходимого для введения средств пожаротушения.  $q_{мин}$  измеряется в

ккал/(м<sup>2</sup>·ч).

Количество энергии, передаваемой излучением факела пламени прямоугольной формы на элементарную прямоугольную площадку определяется по формуле:

$$q_p = C_{np} [(0,01 T_\phi)^4 - (0,01 T_i)^4] \cdot \frac{\varphi_1 \varphi_2 F_\phi}{\pi r^2} ,$$

где  $C_{пр}$  – приведенный коэффициент излучения, Вт/(м<sup>2</sup>·К) или ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С);  $T_{ф}$  – температура факела излучения;  $T_1$  – температура, максимально допустимая для смежного объекта;  $\varphi_1, \varphi_2$  – коэффициенты, учитывающие длину и высоту факела пламени;  $r$  – минимальное расстояние между объектом, излучающим тепло, и облучаемым объектом, м;  $F_{ф}$  – площадь пламени, м<sup>2</sup>.

Таким образом минимально допустимое расстояние между объектами  $r$  составляет:  $0,01 T_{ф}$

$$r = \frac{0,01 T_i}{\sqrt[4]{\varphi_1 \varphi_2 F_{ф}}}.$$

$$C_{пр} \dot{q} - \sqrt{\dot{q}}$$

Для инженерных расчетов пользуются формулой:

$$r = K \cdot \sqrt{F_{\phi}},$$

где К – постоянный коэффициент, зависящий от температуры пламени и от минимальной интенсивности облучения.

Минимальная интенсивность облучения зависит от вида материала, состояния его поверхности, от длительности действия излучения и от условий теплообмена.

Длительность действия излучения зависит от времени введения сил и средств пожаротушения : при наличии автоматических средств тушения – 3 мин., стационарных систем – 5 мин., привозных средств – 15 мин.

Значения коэффициента К определяются по таблице:

Температура пламени, К	Значения К при минимальной интенсивности облучения, ккал/(см <sup>2</sup> мин)					
	10	15	20	30	40	50
1000	0,91	0,74	0,64	0,55	0,455	0,37
1100	1,12	0,91	0,79	0,66	0,56	0,455
1200	1,34	1,09	0,96	0,785	0,675	0,55
1300	1,57	1,28	1,12	0,925	0,785	0,64
1400	1,85	1,52	1,32	1,05	0,935	0,77
1500	2,12	1,72	1,5	1,23	1,07	0,87

Окончательно величина противопожарного разрыва назначается не менее нормативной.

## Лекция 4.

### Планировочные решения зданий и сооружений.

#### 4.1. Объемно-планировочные решения промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Объемно-планировочное решение здания зависит от функционального назначения; конструктивных и архитектурных требований; экономических и противопожарных требований.

Для производственных зданий различают 2 вида планировок:

Раздельная – различные производственные процессы размещаются в различных зданиях. При этом увеличиваются площади застройки, протяженность коммуникаций, капитальные и эксплуатационные затраты.

Сплошная – однотипные (или различные) технологические процессы блокируются в одном здании. При этом уменьшается площадь застройки и протяженность инженерных и технологических коммуникаций и транспортных путей.

Современные тенденции планировки промышленных зданий: сплошная планировка; увеличение размеров зданий и сооружений; павильонная застройка; размещение технологического оборудования на этажерках и открытых площадках, размещение коммуникаций на технических этажах малой высоты, применение трансформируемых конструкций, позволяющих изменять планировку зданий.

Для гражданских (жилых и общественных) зданий различают планировки:

- 1) Коридорная – помещения располагаются по одной или обоим сторонам коридора, связанного с лестничными клетками (школы, больницы, санатории и пр.);
- 2) Анфиладная – помещения соединяются дверными проемами, коридоры отсутствуют (музеи, магазины);
- 3) Зальная – вокруг основного помещения (зала) расположены мелкие вспомогат. Помещения (театры, кинотеатры, крытые стадионы, рынки);
- 4) Секционная – здание состоит из изолированных одинаковых по планировке секций (жилые дома).

Современные тенденции в гражданском строительстве:

- а) увеличение этажности зданий;
- б) встраивание в жилые здания помещений другого функционального назначения (магазины, ателье, детсады и пр.);
- в) строительство блокированных зданий (торговые центры, школы).

Для противопожарной защиты планировка зданий сооружений должна ограничивать распространение пожара, создавать условия для его тушения, обеспечивать эвакуацию людей.

Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения зданий и сооружений должны обеспечивать в случае пожара:

- 1) эвакуацию людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- 2) возможность проведения мероприятий по спасению людей;
- 3) возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение зданий и сооружений;
- 4) возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара;
- 5) нераспространение пожара на соседние здания и сооружения.

С целью ограничения площади распространения пожара на стадии проектирования устанавливают размеры зданий и пожарных отсеков в зависимости от требуемой степени их огнестойкости, классов конструктивной и функциональной пожарной опасности, величины пожарной нагрузки и с учетом эффективности применяемых средств противопожарной защиты.

#### **4.2. Пожарные отсеки производственных зданий**

Пожарным отсеком называется часть здания, выделенная противопожарными преградами для ограничения распространения пожара и обеспечения возможности его тушения.

Площадь отсека назначается так, чтобы пожар был потушен до обрушения несущих конструкций здания.

Площадь пожарного отсека производственного здания, имеющего значительные габариты и размеры помещений, нормируется СП 56.13330.2011 в зависимости от категории производства.

Согласно Федеральному закону 123-ФЗ все производства по уровню взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на категории: А (повышенная взрыво-пожароопасность), Б (взрыво-пожароопасность), В (пожароопасность), Г (умеренная пожароопасность), Д (пониженная пожароопасность), (Приложение, таблица 1).

Здания и пожарные отсеки зданий подразделяются:

- по степеням огнестойкости – на здания и отсеки I, II, III, IV, V степени огнестойкости;

- по классам конструктивной пожарной опасности – на классы С0; С1; С2; С3. - по классам функциональной пожарной опасности – на классы Ф1; Ф2; Ф3; Ф4; Ф5. Предел огнестойкости строительных конструкций нормируется в зависимости от степени огнестойкости здания в целом.

Класс пожарной опасности строительных конструкций должен соответствовать классу конструктивной пожарной опасности здания в целом, сооружения или пожарного отсека.

Для выделения пожарных отсеков в здании применяются противопожарные преграды: стены, перегородки и перекрытия.

Площадь пожарного отсека, т.е. площадь этажа между противопожарными стенами, назначается в зависимости от степени огнестойкости.

В одноэтажных зданиях IV степени огнестойкости допускается размещать помещения категорий А и Б общей площадью не более 300 м<sup>2</sup>, при этом они должны выделяться противопожарными перегородками и перекрытиями. Наружные стены этих помещений выполняются из негорючих или трудногорючих материалов.

В производственном здании технологические процессы с различной взрывопожарной и пожарной опасностью размещаются в отдельных помещениях. Помещения категорий А, Б и В следует размещать у наружных стен здания, отделять одно от другого, а также от помещений категорий Г, Д и коридоров, предназначенных для эвакуации людей, противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями.

В многоэтажных зданиях помещения категорий А и Б размещаются на верхних этажах и у наружных стен. Не допускается размещение помещений этих категорий под помещениями, предназначенными для одновременного пребывания 50 и более человек. Размещение помещений категорий А и Б в подвальных и цокольных этажах не допускается.

Проемы в противопожарных перегородках, отделяющих помещения категорий А и Б от помещений других категорий, коридоров и лестничных клеток, оборудуются тамбур-шлюзами с постоянным подпором воздуха.

Подвалы, в которых размещены помещения категории В, должны разделяться противопожарными перегородками на отсеки площадью не более 3000 м<sup>2</sup>, при этом ширина каждой части (считая от наружной стены) не должна превышать 30 м. Предел огнестойкости перекрытий над подвалами назначается не менее 0,75 ч.

Подвалы с помещениями категории В, которые по технологическим требованиям не могут быть размещены у наружных стен, следует разделять противопожарными перегородками на части площадью не более 1500 м<sup>2</sup> каждая с устройством дымоудаления.

При необходимости можно увеличить площадь пожарного отсека путем использования автоматических установок пожаротушения, увеличения пределов огнестойкости несущих конструкций, снижения пожарной нагрузки.

#### **4.3. Пожарные отсеки жилых и общественных зданий**

Площадь этажа здания или пожарного отсека общественных зданий различных классов функциональной пожарной опасности назначается в зависимости от степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания.

Максимально допустимая для обеспечения пожарной безопасности этажность и площадь этажа в общественных зданиях различного назначения назначается согласно СП 118.13330.2012.

В зданиях определенного класса функциональной пожарной опасности допускается

размещать встроенные помещения (пожарные отсеки) других классов функциональной пожарной опасности.

Этаж здания, выделенный противопожарными перекрытиями, также рассматривается как пожарный отсек.

При размещении в гражданских зданиях гостиниц, зрелищных и культурных учреждений, предприятий по обслуживанию населения, внешкольных детских учреждений, обслуживающих здание мастерских и автостоянок, книгохранилищ, архивов и складов не требуется выделение их в отдельный пожарный отсек, не превышаются допустимые размеры пожарных отсеков и не изменяется класс их функциональной пожарной опасности.

В пределах пожарного отсека помещения другого класса функциональной пожарной опасности выделяются негорючими ограждающими конструкциями. Встроенные помещения в жилых и общественных зданиях должны быть изолированы от основной части здания и иметь самостоятельные входы.

Предприятия розничной торговли с торговой площадью более 100 м<sup>2</sup>, встроенные в здания другого назначения, отделяются от других помещений противопожарными стенами и перекрытиями.

Магазины по продаже легковоспламеняющихся материалов и горючих жидкостей (масел, красок) должны размещаться в отдельно стоящих зданиях. В этих же зданиях могут размещаться и другие магазины и предприятия бытового обслуживания, если они отделены противопожарной стеной.

Кладовые горючих товаров размещают у наружных стен, отделяя их противопожарными перегородками от торгового зала площадью 250 м<sup>2</sup> и более.

Книгохранилища разделяются противопожарными преградами на отсеки площадью не более 600 м<sup>2</sup>. Каждый отсек книгохранилища должен иметь не менее двух эвакуационных выходов.

Подвальные помещения жилых и общественных зданий при наличии в них горючих материалов изолируются от надземных этажей негорючими перекрытиями с пределом огнестойкости 1 ч. в зданиях I и II степени огнестойкости и 0,75 ч. в зданиях III степени огнестойкости.

Подвальные помещения жилых зданий секционного типа делятся на отсеки посекционно. В зданиях несекционного типа площадь отсека не должна превышать 500 м<sup>2</sup>. Отсеки разделяются негорючими стенами с пределом огнестойкости 1 ч.

Из каждого отсека или секции подвала в зданиях любого назначения предусматриваются самостоятельные выходы наружу.

## **Лекция 5.**

### **Противопожарные преграды**

#### **1.1. Назначение и виды противопожарных преград**

Противопожарные преграды служат для ограничения распространения пожара и продуктов горения из помещения или пожарного отсека с очагом пожара в другие помещения и для уменьшения причиняемого пожаром ущерба.

Части зданий, сооружений, пожарные отсеки и помещения различных классов функциональной пожарной опасности должны разделяться между собой противопожарными преградами. Выбор типа противопожарных преград зависит от классов функциональной пожарной опасности помещений, величины пожарной нагрузки, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания или пожарного отсека.

К противопожарным преградам относятся противопожарные стены, перегородки и перекрытия. Эти элементы характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью.

Огнестойкость противопожарной преграды определяется огнестойкостью ее ограждающей части; конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды; конструкций, на которые она опирается, и узлов крепления между ними.

Пределы огнестойкости конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды, конструкций, на которые она опирается, и узлов крепления по потере прочности (R) должны быть не менее требуемого предела огнестойкости ограждающей части преграды.

Противопожарные стены подразделяются на несущие, самонесущие и ненесущие (навесные). Обычно проектируются несущие и самонесущие противопожарные стены.

Противопожарные стены возводятся на всю высоту здания и предотвращают распространение пожара в смежный пожарный отсек, в том числе при одностороннем обрушении конструкций здания со стороны очага пожара. Противопожарные стены разделяют конструкции здания независимо от их возгораемости. Места сопряжения противопожарных стен, перекрытий и перегородок с другими ограждающими конструкциями должны иметь предел огнестойкости не менее предела огнестойкости сопрягаемых преград.

Сопряжение противопожарных стен с другими стенами здания должно исключать возможность распространения пожара в обход этих преград.

Противопожарные стены и перекрытия 1-го типа не должны пересекаться каналами, шахтами и трубопроводами для транспортирования горючих газов, пылевоздушных смесей, жидкостей. В местах пересечения противопожарных преград другими каналами и трубопроводами предусматриваются автоматические устройства, предотвращающие распространение продуктов горения по каналам и трубопроводам.

Противопожарные стены должны выполняться из негорючих материалов, обладать достаточными огнестойкостью, устойчивостью, дымо- и газонепроницаемостью.

При проектировании противопожарных стен в зданиях с металлическим каркасом предел огнестойкости металлических колонн каркаса должен быть не менее 2,5 ч. Для этого металлические колонны покрываются слоем бетона на мелкозернистом заполнителе толщиной не менее 60 мм.

Для повышения огнестойкости ригелей при трехстороннем обогреве можно увеличивать защитный слой бетона, выполнить теплоизоляцию или изменить схему обогрева ригеля путем заполнения каркаса здания кладкой из каменных материалов.

Огнестойкость узлов соединения элементов должна быть не ниже огнестойкости

конструкций. Для обеспечения такого предела огнестойкости металлические элементы узлов покрывают мелкозернистым бетоном слоем 65 мм или применяют специальные решения узлов.

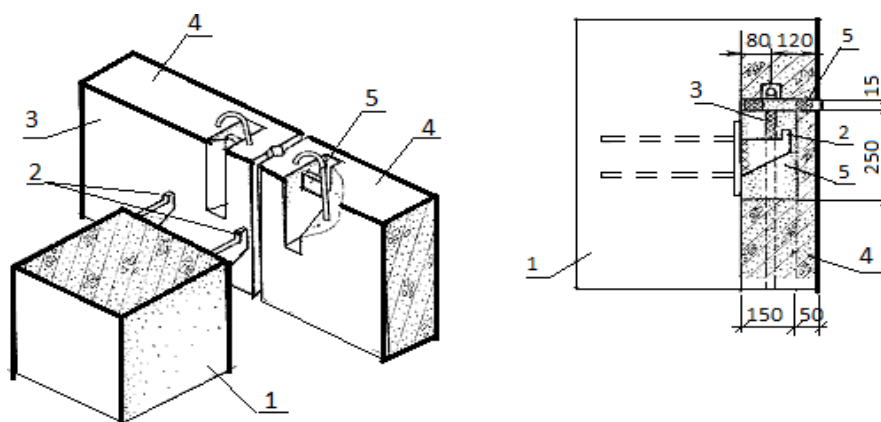


Рисунок 5.1. Узел соединения панели с колонной: 1 – колонна; 2 – опорные консоли колонны; 3 – несущий элемент панели; 4 – панель; 5 – «карманы», заполненные мелкозернистым бетоном.

Например, для повышения огнестойкости может устраиваться закрытый стык, состоящий из закладных деталей панели, колонны и приваренных к ним соединительных элементов, один из которых входит в отверстие другого (рисунок 5.1.). Стык между панелями и колонной заполняется стекловолокном и цементным раствором. Предел огнестойкости такого стыка составляет более 2,5 ч.

## 1.2. Противопожарные стены, особенности их проектирования

Противопожарная стена должна сохранять устойчивость при одностороннем обрушении перекрытий, покрытий, стен и других конструкций при пожаре.

Устойчивость стен обеспечивается опиранием их на ленточный фундамент или фундаментные балки. В зданиях с металлическим или железобетонным каркасом допускается устанавливать стены на конструкции каркаса при его пределе огнестойкости не менее 2,5 ч.

Перекрытия должны опираться на противопожарную стену через консоли ригелей. Возможно применение специальных надколонных плит с выступами, отламывающимися при обрушении перекрытия. Опирание балок на кирпичные противопожарные стены решается с помощью хомутов, консолей или пилястр. Заделка балок в стену не допускается.

При одностороннем обрушении перекрытий и покрытий увеличивается эксцентриситет действия нагрузки. При этом стена или колонны каркаса могут потерять устойчивость (рисунок 5.2).

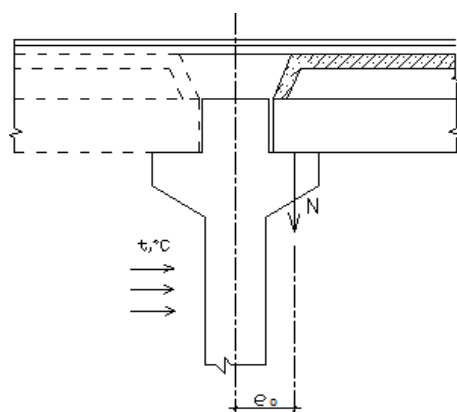


Рисунок 5.2. Схема работы колонны при одностороннем обрушении перекрытия.

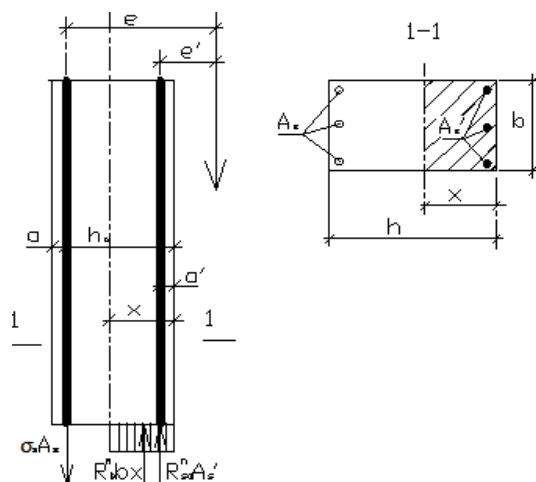


Рисунок 5.3. Расчетная схема внецентренно-сжатой железобетонной колонны.

Предел огнестойкости железобетонной колонны каркаса (рисунок 5.3.) определяют как время нагрева арматуры до критической температуры  $t_{cr}$ .

Критическая температура для арматурной стали зависит от коэффициента снижения прочности  $m_{t,a}$ :

$$t_{cr} = f(m_{t,a}).$$

Критическое значение коэффициента снижения прочности определяют по формуле:

$$m_{t,a} = \sigma_s / R_s^n;$$

где  $R_s^n$  – нормативное сопротивление растянутой арматуры;  $\sigma$  – напряжения в растянутой арматуре, определяемые из уравнения:

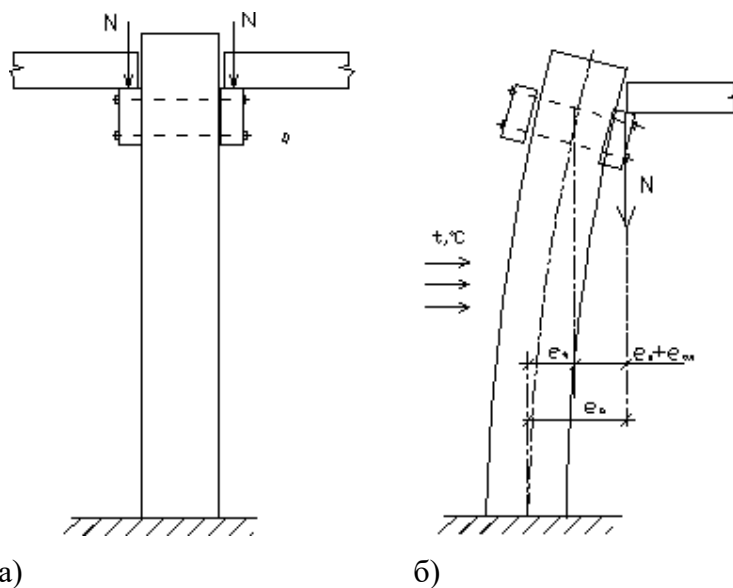
$$N + \sigma_s A_s - R_{sc}^n A_s' - R_{cr}^n b x = N(e' - b') + 0,5 R_{sc}^n A_s' b' + R_{np}^n b x^2 - \sigma A_s h_0$$

здесь  $A_s$ ,  $A_s'$  – площадь сечения растянутой и сжатой арматуры;  $R_{sc}^n$  – нормативное сопротивление сжатой арматуры;  $b$  – ширина колонны;  $x$  – высота сжатой зоны бетона;  $h_0$  – рабочая высота элемента.

Проверку устойчивости противопожарной кирпичной стены (рисунок 5.4.) выполняют по формуле:

$$\sigma = \frac{N e_0}{W_x} + \frac{N}{A} + \frac{G_{кл} e'}{W_x} + \frac{G_{кл}}{A} \leq R_{кл. раст}^n,$$

здесь  $\sigma$  – напряжение в кладке при внецентренном сжатии;  $R_{кл. раст}^n$  – расчетное сопротивление кладки растяжению;  $N$  – расчетная нагрузка на стену от сохранившейся части перекрытия;  $G_{кл}$  – вес кирпичной кладки стены;  $W_x$  – момент сопротивления сечения кладки,  $A$  – площадь поперечного сечения кладки;  $e_0$  – эксцентриситет приложения расчетной нагрузки  $N$ .



а) б)

Рисунок 5.4. Схема загрузки кирпичной противопожарной стены.

а – до обрушения покрытия; б – при одностороннем обрушении покрытия.

Полный эксцентриситет  $e_0$  складывается из начального, случайного эксцентриситета и эксцентриситета от действия высокой температуры:

$$e_0 = e_n + e_{сл} + e_t,$$

где  $e_n$  - начальный эксцентриситет – расстояние от оси стены до линии действия нагрузки;  $e_{сл}$  - случайный эксцентриситет; в расчетах принимают для несущих каменных стен  $e_{сл} = 2$  см, для самонесущих -  $e_{сл} = 1$  см;  $e_t$  - эксцентриситет от действия высокой температуры; при закреплении стены только в нижней части  $e_t$  вычисляется по формуле:

$$e_t = \frac{l^2}{1 \rho_t} = \frac{(\alpha_1 t_1 - \alpha_2 t_2) l^2}{2 \delta},$$

где  $\rho_t$  – радиус температурной кривизны,  $\text{м}^{-1}$ ;  $l$  – расчетная длина элемента, м;  $\alpha_1$ ;  $\alpha_2$  – коэффициенты линейного расширения кладки при температурах на обогреваемой и неотапливаемой поверхностях,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $t_1$ ;  $t_2$  – температуры на обогреваемой и неотапливаемой поверхностях,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\delta$  – толщина кладки, м.

Нормативное сопротивление растяжению при изгибе кирпичной кладки на цементном растворе в расчетах принимают: при неразрывном сечении 0,25 МПа; при неразрывном сечении 0,5 МПа.

Правила пересечения противопожарной стеной строительных конструкций:

1. Противопожарная стена должна возводиться на всю высоту здания, разделяя покрытия, перекрытия и другие конструкции, независимо от степени их огнестойкости.
2. В зданиях III, IV и V степеней огнестойкости противопожарные стены должны перерезать стены, крыши, карнизы, свесы, эстакады.
3. Противопожарная стена должна перерезать все выступающие над крышей конструкции. Минимальное возвышение стены над горючим покрытием или негорючим с горючим утеплителем составляет 60 см; над негорючим и трудногорючим покрытием с трудногорючим утеплителем – 30 см. Если покрытие (включая утеплитель и кровлю) выполнено из несгораемых материалов, то стена может не возвышаться над кровлей.
4. Если наружные стены здания выполнены из горючих и трудногорючих материалов, то противопожарные стены должны выступать за плоскость наружных стен, за карнизы и свесы кровли на 30 см.
5. Если стены выполнены из металлических профилированных листов, асбестоцементных панелей со сгораемым или трудносгораемым утеплителем или с ленточным остеклением, то противопожарные стены должны разделять их, не выступая за наружную плоскость стен.
6. При сопряжении противопожарных стен с ограждающими конструкциями в местах изменения конфигурации здания предусматривают меры, обеспечивающие нераспространение пожара, минуя эти преграды. Расстояние между ближайшими гранями проемов в пересекающихся стенах должно быть не менее 4 м. Участки стен, карнизов с свесов кровли, примыкающих к противопожарной стене под углом, должны быть негорючими на участке длиной не менее 3 м.
7. В зданиях со световыми фонарями из горючих конструкций противопожарные стены должны выступать за габариты фонарей не менее чем на 60 см, из негорючих конструкций – на 30 см.
8. Если расстояние от продольной противопожарной стены до конька крыши не превышает 4 м, то гребень противопожарной стены должен возвышаться над коньком крыши или фонаря на 60 см – при горючих конструкциях, и на 30 см – при негорючих конструкциях. Если указанное расстояние превышает 4 м, то гребень стены должен возвышаться соответственно на 60 или 30 см над уровнем крыши, удаленным от стены на 4 м.

### 1.3. Противопожарные перекрытия

ограничивают распространение пожара по зданию в вертикальном направлении. Противопожарные перекрытия выполняются из несгораемых материалов, не имеют проемов и отверстий, примыкают к глухим (без остекления) участкам стен.

Противопожарные перекрытия устраиваются:

- 1) Над подвальным и цокольным этажами – с пределом огнестойкости 1 час (1 степень огнестойкости) и 0,75 часа (2-4 степень огнестойкости);
- 2) Над первым этажом многоэтажного здания, если площадь первого этажа между противопожарными стенами принята по норме для одноэтажного здания – с пределом

огнестойкости не менее 2,5 ч. Над тамбур-шлюзами и эвакуационными коридорами – при  $P \geq 2,5$  ч.

Перекрытия над помещениями с производствами А, Б, должны иметь огнестойкость, равную огнестойкости ограждающих стен, и рассчитываются на давление от взрыва.

Надежными противопожарными перекрытиями могут служить технические этажи.

## **Лекция 6.**

### **Противопожарные преграды.**

#### **6.1. Противопожарные зоны**

Если устройство противопожарных стен нарушает технологические процессы, в производственных зданиях I, II, III степеней огнестойкости вместо противопожарных стен могут устраиваться *противопожарные зоны*. Они могут быть крышевыми и объемными (разделительными).

*Крышевые* противопожарные зоны представляют собой полосу негорючего покрытия с негорючим утеплителем шириной не менее 6 м, разделяющую здание в поперечном или продольном направлении. Предел огнестойкости стен и колонн, являющихся опорой для конструкций покрытия с крышевой зоной, должны иметь предел огнестойкости не менее 2,5 часа; предел огнестойкости несущих конструкций покрытия - не менее 1 часа.

Крышевая зона отделяется от остальной части покрытия гребнями и стенками толщиной не менее 5 см. Возвышение гребней над горючей кровлей (или негорючей с горючим утеплителем) должно составлять не менее 0,6 м, над негорючей или трудногорючей – 0,3 м. Пространство между нижними и верхними поясами ферм покрытия разделяется вертикальными стенками.

Площадь пола под крышевой противопожарной зоной должна быть по возможности свободной; здесь не должны размещаться пожароопасные производства и проходить трубопроводы, транспортирующие горючие вещества.

Для доступа на крышевую зону предусматриваются наружные пожарные лестницы у наружных стен здания.

*Объемные* разделительные зоны (вставки) представляют собой внутренние пролеты здания, огражденные негорючими стенами и покрытиями. Эти зоны разделяют здание по всей ширине и высоте на противопожарные отсеки. Они служат противопожарной преградой и местом расположения пожарных подразделений при тушении пожара. Кроме того, через разделительную зону может осуществляться эвакуация людей при пожаре.

Объемная противопожарная зона отделяется от пожарных отсеков противопожарными стенами 2-го типа с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа и противопожарными перекрытиями 3 типа с пределом огнестойкости 0,75 часа; предел огнестойкости колонн составляет не менее 2,5 часа, наружных стен и элементов

покрытия – 0,75 часа.

Ширина зоны должна быть не менее 12 м. В помещениях, расположенных в пределах противопожарной зоны, нельзя применять или хранить горючие газы, жидкости и материалы. Здесь могут размещаться лестничные клетки, шахты лифтов, вентиляционные камеры, подсобные производственные помещения категории Д и коридоры (рисунок 6.1.).

Вход в разделительную зону должен осуществляться через тамбур-шлюз с подпором воздуха для предотвращения задымления зоны при пожаре.

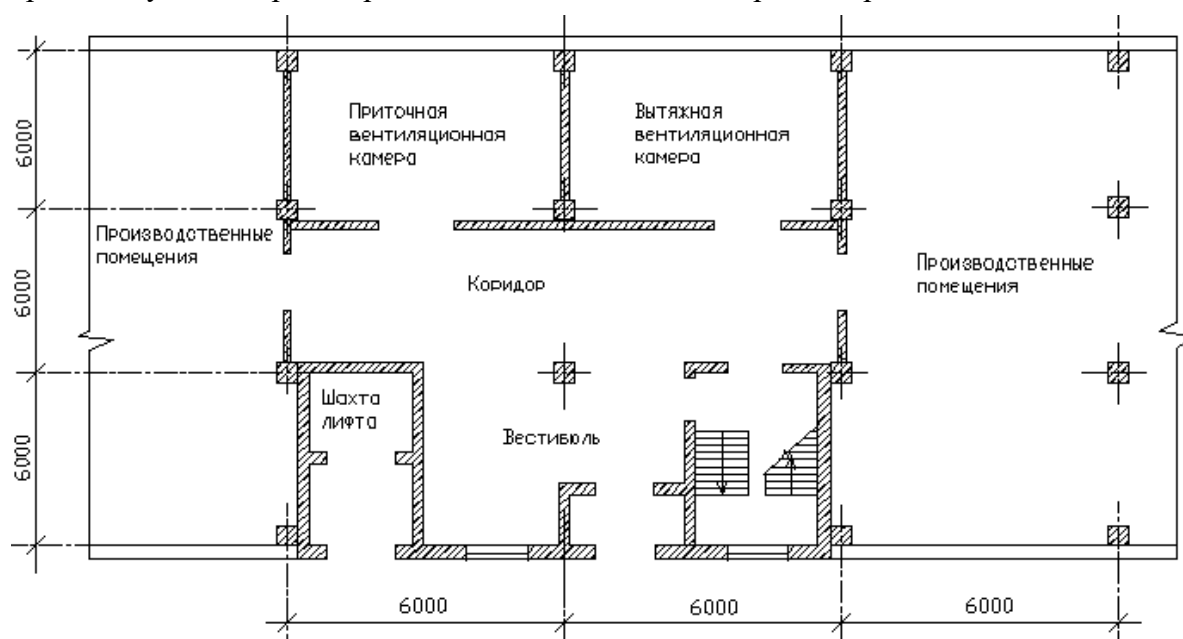


Рисунок 6.1. Схема разделительной противопожарной зоны.

К разделительным зонам относятся также эвакуационные коридоры в зданиях большой площади. Одна из стен таких коридоров должна быть противопожарной.

Переходы между корпусами в блокированных общественных и производственных зданиях также могут служить разделительной зоной. При этом переходы выполняются из негорючих конструкций той же степени огнестойкости, что и конструкции основных зданий. В переходах не допускается размещений горючих материалов.

## 6.2. Экраны, водяные завесы

Экраны предназначены для отражения или поглощения лучистой энергии. Устанавливаются между источником излучения (стены печей, топочные отверстия, осветительные приборы) и горючим веществом.

Экраны могут быть:

- 1) без теплового сопротивления (стальной лист) или с тепловым сопротивлением (противопожарные стены, перегородки, асбестовый лист, зеленые насаждения и т.п.);
- 2) отражающие лучистую энергию или теплоотводящие (охлаждаемые водой поверхности, водяные завесы);
- 3) стационарные или передвижные (в небольших сооружениях, напр. склады газа).

Для повышения эффективности экрана увеличивают его тепловое сопротивление.

Водяные завесы относятся к поглотительным экранам. Используются для охлаждения жестких экранов, дверей, для замены противопожарных стен.

Различают завесы: прозрачные (пленочные), полупрозрачные и непрозрачные (аэродисперсные).

Прозрачные завесы создаются спринклерными и дренчерными установками, поглощают 20% и пропускают 80% лучистой энергии, применяются только совместно с жесткими экранами.

Полупрозрачные завесы – цепные (сетчатые) завесы из проволоки, охлаждаемые водой. Применяются для защиты небольших проемов.

Непрозрачные завесы получают при большой дисперсности водяной струи. Толщина завесы около 0,8 м. Расход воды  $Q$  на 1 м<sup>2</sup> боковой поверхности завесы равен:

$$Q = 0,67 \cdot 10^4 \cdot \phi \cdot (r \cdot R / H) \cdot \sqrt{2gh},$$

где  $\phi$  – коэффициент расхода воды,  $r$  – радиус капли, см;  $R$  – толщина завесы, м;  $H$  – высота завесы, м;  $h$  – напор у насадка, м.

Трубы завесы устанавливают с уклоном (от заиливания). Длину назначают с запасом по 0,3...0,5 м в каждую сторону проема. Завесы оборудуются ручным дистанционным приводом.

### 6.3. Местные противопожарные преграды

Местные противопожарные преграды ограничивают линейное распространение пожара.

Для ограничения распространения пожара по поверхностям конструкций устраивают противопожарные пояса шириной 4 м – отдельные участки сгораемых (трудносгораемых) конструкций выполняют из несгораемых материалов.

На горизонтальных поверхностях (напр., кровля) пояса заменяют ребнями высотой 0,6 м для сгораемых и 0,3 м для несгораемых поверхностей.

На сгораемых кровлях устраивают противопожарные зоны шириной не менее 6 м (слой гравия толщиной 20 мм).

На вертикальных поверхностях (стены) устраивают несгораемые выступы шириной 0,3 м. Над складами у сгораемых стен устанавливают несгораемые козырьки шириной не менее 1 м.

Для ограничения распространения пожара по пустотам конструкций применяют диафрагмы и несгораемые засыпки. Диафрагмы делят пустоты в деревянных покрытиях на отсеки не более 54 м<sup>2</sup>, пустоты между несгораемыми стенами, потолками и сгораемой облицовкой – по 3 м<sup>2</sup>.

Пустоты между стенами, потолками и облицовкой могут заполняться несгораемыми акустическими материалами. Пустоты ребер металлического настила в местах примыкания к стенам заполняются на длину 250 мм.

В многослойных конструкциях со сгораемым утеплителем устраивают противопожарные пояса шириной 50-60 см в уровне перекрытий.

Для ограничения разлива жидкостей вокруг резервуаров устраивают обвалование высотой не менее 1 м, возвышение над расчетным уровнем жидкости не менее 0,2, с шириной поверху не менее 0,5 м, или каменную (бетонную) стену высотой 1 м. Обвалование рассчитывается на гидростатическое давление.

Под емкостями с жидкостями и сжиженным газом, а также плавящимися горючими веществами перекрытия д.б. глухими и иметь бортики высотой 14-15 см. Площадь секций не более 500-600 м<sup>2</sup>. Можно устраивать поддоны с отводом жидкости.

Если каналы для трубопроводов с горючими жидкостями проходят под стенами здания, устраивают засыпки песком на длину не менее 1 м в обе стороны от оси стены. Через 80 м устраивают песчаные перемычки длиной не менее 2 м.

В каналах под противопожарными стенами, разделяющими помещения с производствами категории А, Б, В и Е, устраивают несгораемые глухие диафрагмы с  $P_f \geq 0,75$  часа.

При пересечении вентиляционной системы с противопожарной стеной ставят автоматические огнезадерживающие клапаны.

#### 6.4. Защита проемов в противопожарных преградах

Для защиты проемов в противопожарных стенах служат противопожарные двери, ворота, клапаны, люки, завесы. В зависимости от огнестойкости заполнения проемов противопожарные преграды подразделяются на типы.

Типы противопожарных преград по огнестойкости заполнения проемов

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

Окна в противопожарных преградах должны быть неоткрывающимися, а двери, ворота, люки и клапаны должны иметь устройства для самозакрывания и уплотнения в притворах. Противопожарные двери, ворота и люки, которые могут эксплуатироваться в открытом положении, оборудуются устройствами для автоматического закрывания при пожаре. Обычные устройства для самозакрывания дверей устанавливаются со стороны непожароопасного помещения.

Общая площадь проемов в противопожарных преградах не должна превышать 25% площади преград. Заполнение проемов в противопожарных преградах должно выполняться, из негорючих материалов.

Если проемы в противопожарных стенах между помещениями категорий В, Г, Д не могут закрываться противопожарными дверями или воротами, то устраивают открытые тамбуры длиной не менее 4 м. Ограждающие конструкции тамбура должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч. Тамбуры оборудуются установками автоматического пожаротушения на участке длиной 4 м с объемным расходом воды 1 л/с на 1 м<sup>2</sup> пола тамбура.

Противопожарные двери должны быть несгораемыми или трудносгораемыми с пределом огнестойкости в соответствии с таблицей 8. Несгораемые противопожарные двери могут быть металлическими без теплоизоляции или с теплоизоляцией из асбеста, перлита, минеральной ваты.

Трудногораемые противопожарные двери выполняются деревянными с металлической обшивкой по асбестовому картону, толщиной не менее 45 мм, а также деревянными из брусков, пропитанных антипиренами, толщиной не менее 60 мм, или деревянными с заполнением минеральной ватой.

## **Лекция 7**

### **Противодымная защита зданий**

#### **7.1. Обеспечение незадымляемости зданий высотой до 9 этажей**

Противодымная защита – это комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей дыма и токсичных продуктов, образующихся при пожаре.

Цель противодымной защиты – обеспечение безопасной эвакуации людей. Особенно важна защита в детских учреждениях, больницах, зданиях повышенной этажности и в производственных зданиях с горючими жидкостями и газами.

Незадымляемость зданий обеспечивается созданием либо воздушной зоны, либо подпора воздуха.

Для обеспечения незадымляемости зданий высотой до 9 этажей:

1) Лестницы размещаются в лестничных клетках и изолируются от подвалов, этажей и чердаков. Рекомендуются samozакрывающиеся двери в лестничную клетку.

Запрещается размещать в лестничной клетке рабочие, складские и др. помещения, промышленные газопроводы, трубопроводы с горючими жидкостями и пр.

Не допускается отделка лестниц и стен лестничных клеток горючими материалами.

Лестницы размещаются у наружных стен с устройством открывающихся оконных проемов.

2) Если в подвале складировются горючие вещества или идут пожароопасные процессы (напр., размещается котельная), то входы в подвал следует устраивать самостоятельными или обособленными, с лестницей и пандусом.

3) Предел огнестойкости стен лестничных клеток устанавливают в зависимости от степени огнестойкости здания в целом (I, II степень – 2,5 ч., III степень – 2 ч.). Ограждения лестниц д.б. негорючими.

4) Лестничные клетки в многоэтажных зданиях высотой более 10 м (до карниза) доводятся до чердаков. Число входов на чердак не менее 2 (из крайних лестничных клеток по маршам или стремянкам). Вход на чердак через люки разрешен только в зданиях до 5 этажей включительно.

Чердачное перекрытие над лестницами, а также двери и люки на чердак выполняются негорючими.

В зданиях без чердака предусматривается выход на крышу из лестничной клетки или через балкон по наружной лестнице.

5) В производственных зданиях с процессами А, Б, В вход в лестничную клетку устраивается через тамбур-шлюз с подпором воздуха.

6) В жилых домах высотой более 5 этажей можно устраивать один выход в лестничную клетку из секции при площади до 300 кв.м. При этом с 6 по 9 этаж

устраиваются переходы в смежные секции через балконы или выход на наружные лестницы. Наружные лестницы доходят до пола 5 этажа, а в общежитиях – до 2 этажа.

7) Если в зданиях коридорного типа устраиваются два эвакуационных выхода, то коридор длиной более 60 м разделяется перегородками с samozакрывающимися дверями не более чем через 30 м.

8) Система вентиляции:

- в гражданских зданиях до 5 этажей объединение вытяжных и приточных воздуховодов допускается только на чердаке или в подвале;
- в гражданских зданиях выше 5 этажей отдельные воздуховоды подсоединяются к магистральному с перепуском не менее, чем через 1 этаж;
- в производственных зданиях проектируются отдельные приточные и вытяжные вент.системы, применяются негорючие воздуховоды.

Мусоропроводы размещаются в помещениях с негорючими и газонепроницаемыми ограждениями, выполняются из негорючих материалов; приемные клапаны и стыки герметизируются.

## **7.2. Обеспечение незадымляемости зданий повышенной этажности**

Незадымляемые лестницы проектируют в зданиях высотой 10 этажей и более.

Незадымляемость лестниц достигается:

- 1) устройством входа в лестничную клетку через воздушную зону (балконы или галереи);
- 2) созданием в лестничной клетке подпора воздуха.

Лестницы с выходом через воздушную зону более безопасны. При устройстве двух и более лестниц половина из них может устраиваться с подпором воздуха, половина – с выходом через воздушную зону.

Система с подпором воздуха может работать постоянно или включаться по показаниям датчиков. При неправильной эксплуатации датчики могут сработать после заполнения лестничной клетки дымом, в этом случае система будет нагнетать дым в помещения. Возможно также возникновение теплового барьера у открытой двери из горячей квартиры в лестничную клетку.

В зданиях высотой 10-16 этажей допускается устраивать закрытые лестничные клетки без естественного освещения с подпором воздуха, при этом в секции должно быть не более 4 квартир; посередине высоты здания в клетке устраивается негорючая перегородка.

## **7.3. Особенности расчета подпора воздуха в незадымляемых лестничных клетках.**

Незадымляемость лестничных клеток будет обеспечена, если давление в лестничной клетке, создаваемое вентилятором, будет больше давления, создаваемого продуктами горения при пожаре. Подача вентилятора должна быть достаточна для восполнения утечек воздуха через оконные и дверные проемы.

Расчет подпора воздуха ведут при следующих условиях:

- пожар возникает зимой в квартире, расположенной на 1 этаже на наветренной стороне здания;
- внешние давления на уровне всех дверей, выходящих в лестничную клетку, равны внешним давлениям на здание с наветренной стороны (кроме горящего этажа);

- наружные входные двери лестничной клетки расположены на заветренной стороне здания и открыты для эвакуации;
- все оконные проемы, внутренние двери в лестничной клетке и двери лифтов закрыты. Ширина щелей равна 4 мм.

Вентилятор должен обеспечивать давление  $p_{\text{вент}}$ :

$$p_{\text{вент}} = (p_{\text{лк}} - p_{\text{наруж}}) + \Delta p_{\text{сети}} + \Delta p_{\text{лк}}$$

где  $p_{\text{лк}}$  – давление в лестничной клетке на уровне 1 этажа; принимается на 2 кгс/см<sup>2</sup> больше давления на уровне входных дверей на любом этаже.

$$p_{\text{лк}} = k v_{\text{в}}^2 \rho_{\text{н}} / 2g - h_{\text{п}} (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 2$$

$p_{\text{наруж}}$  – наружные давления с заветренной стороны на уровне всех этажей, кроме первого;

$$p_{\text{нар}} = -h_{\text{п}} (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) - k v_{\text{в}}^2 \rho_{\text{н}} / 2g$$

$\Delta p_{\text{сети}}$  – потери давления в сети всасывающих воздуховодов;

$\Delta p_{\text{лк}}$  – потери давления в лестничной клетке при движении воздуха;

$$\Delta p_{\text{лк}} = N_{\text{эт}} \xi v_{\text{возд}}^2 \rho_{\text{в}} / 2g.$$

Здесь  $h_{\text{п}}$  – геометрическая высота середины проема относительно уровня земли у входа в лестничную клетку, м;  $\rho_{\text{н}}$ ,  $\rho_{\text{в}}$  – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – аэродинамический коэффициент;  $v$  – скорость ветра на уровне этажа м/с;  $N_{\text{эт}}$  – число этажей;  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления маршей и площадки в пределах одного этажа;  $v_{\text{возд}}$  – скорость движения воздуха в горизонтальном сечении лестничной клетки, м/с;

$$v_{\text{возд}} = G / (3600 F_{\text{лк}} \rho_{\text{в}}),$$

где  $G$  – масса воздуха, подаваемого в лестничную клетку, кг/ч;  $F_{\text{лк}}$  – горизонтальное сечение лестничной клетки, м<sup>2</sup>.

Подача вентилятора  $\Sigma G$  должна компенсировать утечки воздуха через один открытый проем с улицы  $G_{\text{дв}}$ , а также утечки через щели в дверных  $\Sigma G_{\text{щ.дв}}$  и оконных  $\Sigma G_{\text{щ.ок}}$  проемах:

$$\Sigma G = G_{\text{дв}} + \Sigma G_{\text{щ.дв}} + \Sigma G_{\text{щ.ок}}.$$

Подачу вентилятора вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = 1,1 \Sigma G / \rho_{\text{н}}.$$

## Лекция 8 Дымоудаление

### 8.1. Естественное дымоудаление

Для естественного удаления продуктов горения из помещений при пожаре служат оконные проемы и фонари зданий, а также специальные дымоудаляющие устройства – шахты и люки.

Система дымоудаления из помещений может обеспечивать незадымленную зону заданной высоты от пола в нижней части помещения или предотвращать выход продуктов горения за пределы горящего помещения.

Площадь дымоудаляющих проемов для помещений промышленных бесфонарных зданий с производствами категорий А, Б и В, для безоконных помещений общественных зданий, а также для подвальных и цокольных помещений жилых зданий необходимо определять расчетом.

При площади очага пожара, незначительно превышающей 10-15 м<sup>2</sup>, система дымоудаления с естественным побуждением тяги позволяет обеспечить незадымленную зону в нижней части помещения.

Схема работы системы дымоудаления с естественным побуждением тяги показана на рисунке 8.1. За счет разности плотностей нагретых продуктов горения и холодного воздуха в помещении над очагом пожара возникает восходящий поток газов (конвективная колонка). Поднимающиеся в конвективной колонке газы достигают потолка и образуют подпотолочный слой продуктов горения. Если площадь очага пожара  $F_r$  ограничена, то через определенное время количество продуктов горения, поступающих в подпотолочный слой  $G_k$ , стабилизируется. Для того, чтобы высота незадымленной зоны  $Z$  оставалась постоянной, массовые расходы продуктов горения, поступающих в подпотолочный слой ( $G_k$ ), и удаляемых из помещения ( $G_y$ ), должны быть равны. Необходимо определить такую площадь проема дымоудаления  $F_y$ , при которой соблюдается условие  $G_y = G_k$  при заданной высоте незадымленной зоны  $Z$ .

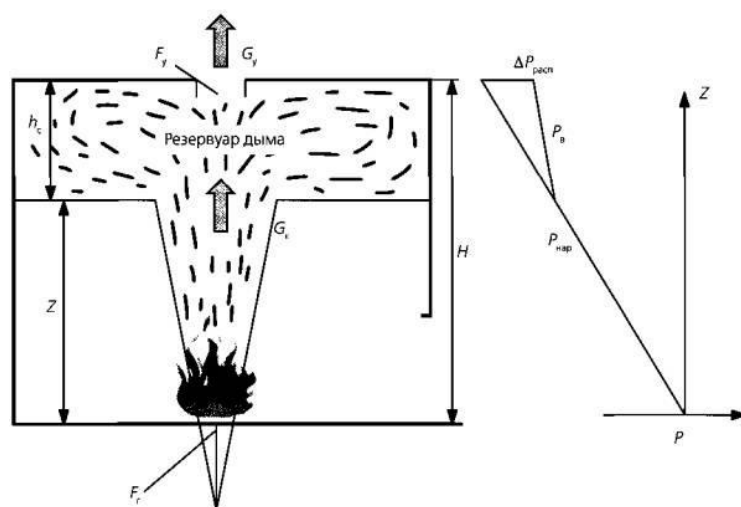


Рисунок 8.1. Схема расчета параметров системы дымоудаления, обеспечивающей незадымленную зону в нижней части помещения:

$F_r$  - площадь очага пожара,  $m^2$ ;  $Z$  - высота незадымленной зоны, м;  $H$  - высота помещения от пола до места выброса продуктов горения, м;  $h_c$  - толщина слоя продуктов горения, м;  $F_y$  - площадь проема дымоудаления,  $m^2$ ;  $G_k$  - массовый расход продуктов горения, поступающих с конвективной колонкой в подпотолочный слой, кг/с;  $G_y$  - массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;  $P_{нар}$  - полное давление снаружи помещения, Па;  $P_v$  - давление внутри помещения от уровня пола до нижней границы слоя продуктов горения, Па;  $\Delta P_{расп}$  - располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления), Па

Требуемая площадь проема дымоудаления  $F_y$ ,  $m^2$  определяется по формуле:

$$F_y = \frac{G_y}{\mu \dot{V} \sqrt{2 \rho_{ng} \Delta P_{расп}}},$$

где  $G_y$  - массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;  $\mu$  - коэффициент расхода проема дымоудаления ( для проемов прямоугольного или квадратного сечения  $\mu = 0,64$ , для щелей и проемов круглого сечения  $\mu = 0,8$ );  $\Delta P_{расп}$  - располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления), Па.

Если проемы дымоудаления устраиваются в покрытии помещения и их площадь в 2,5 - 3 раза меньше площади приточных проемов, то разность давлений на уровне пола внутри и снаружи помещения мала, и ею пренебрегают. В этом случае располагаемый перепад давления  $\Delta P_{расп}$  определяют по формуле:

$$\Delta P_{расп} = g (\rho_n - \rho_{ng}) (H - Z).$$

где  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\rho_n$  - плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{пг}}$  - плотность продуктов горения,  $\text{кг/м}^3$ ;  $Z$  - высота незадымленной зоны, м;  $H$  - высота помещения от пола до места выброса продуктов горения, м.

Плотности наружного воздуха  $\rho_n$  и продуктов горения  $\rho_{\text{пг}}$ ,  $\text{кг/м}^3$ , вычисляют в соответствии с их температурой по формулам:

$$\rho_n = \frac{353}{T_n} = \frac{353}{t_n + 273} \quad ;$$
$$\rho_{n.z} = \frac{353}{T_{n.z}} = \frac{353}{t_{n.z} + 273} \quad ,$$

где  $T_n$ ,  $t_n$  - температура наружного воздуха в К и °С; при расчете систем с естественным побуждением тяги принимается по таблице 2 СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология» для теплого периода года;  $T_{пг}$ ,  $t_{пг}$  - температура продуктов горения в К и °С; вычисляется из уравнения теплового баланса по формуле:

$$T = \frac{Q_k}{c_p G_y + \alpha [AB + 2(A+B)(H-Z)]} + T_n$$

здесь  $c_p$  - удельная изобарная теплоемкость воздуха и продуктов горения, кДж/(кг·К); принимается равной 1,09;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи от продуктов горения к ограждающим конструкциям, кВт/(м²·К); принимается равным 0,012; А - длина помещения, м; В - ширина помещения, м;  $T_n$  - температура внутреннего воздуха, К.

Формула (56) приведена для прямоугольного в плане помещения. Для помещения сложной формы она имеет вид:

$$T = \frac{Q_k}{c_p G_y + \alpha [F_{пом} + L_{ок}(H-Z)]} + T_n$$

где  $F_{пом}$  - площадь пола помещения, м²;  $L_{ок}$  - периметр ограждающих конструкций помещения, м.

Массовый расход продуктов горения, поступающих с конвективной колонкой в подпотолочный слой,  $G_k$ , кг/с, определяется по формуле:

$$G_k = 0,032 Q_k^{3/5} Z,$$

где  $Q_k$  - конвективная составляющая мощности очага пожара (часть тепловыделения пожара, идущая на нагрев продуктов горения), кВт; определяется по формуле:

$$Q_k = (1 - \varphi) \eta Q_p \psi_{уд} F_r,$$

где  $\varphi$  - доля теплоты, отдаваемой очагом пожара ограждающим конструкциям; при отсутствии данных рекомендуется принимать равным 0,4;  $\eta$  - коэффициент полноты сгорания; принимается равным 0,85 - 0,95;  $Q_p$  - теплота сгорания, кДж/кг,  $\psi_{уд}$  - удельная скорость выгорания, кг/(м²·с);  $F_r$  - площадь очага пожара, м².

Если тепловая мощность очага пожара известна, конвективную составляющую мощности очага пожара  $Q_k$  можно определять по формуле:

$$Q_k = (1 - \varphi) Q_n,$$

где  $Q_n$  - тепловая мощность очага пожара, например, при горении одного легкового автомобиля  $Q_n = 4-5$  МВт.

Объемный часовой расход удаляемых продуктов горения  $L$ , м³/ч, определяют по формуле:

$$L = 3600 G_y / \rho_{пг}.$$

Окончательно площадь дымоудаляющих устройств при естественном дымоудалении назначается с учетом нормативных требований и составляет не менее 0,2% от площади пола в помещении. При увеличении пожарной нагрузки более 25 кг/м² целесообразно увеличивать площадь дымоудаляющих устройств до 0,5% от площади пола и более.

Для зальных помещений общественных зданий культурно-зрелищного назначения площадь люков дымоудаления назначается не менее 2,5% от площади пола.

Для более эффективного удаления дыма из помещений здание высотой более 2 этажей проектируются принудительные системы дымоудаления.

В жилых и общественных зданиях высотой 28 м (10 этажей) и более для дымоудаления обязательно предусматриваются вытяжные системы с механическим побуждением.

## 8.2. Принудительное дымоудаление

Системы принудительного дымоудаления применяются для удаления дыма из

коридоров, являющихся эвакуационными путями, из подвальных производственных помещений, не примыкающих к наружным стенам, из помещений многоэтажных зданий, библиотек, книгохранилищ, архивов, складов бумаги.

Для принудительного дымоудаления служат дымовые каналы или дымовые шахты. На уровне каждого этажа шахты имеют отверстия с автоматически открывающимися клапанами. В верхней части шахты устанавливается вентилятор дымоудаления. При возникновении пожара включается вентилятор и открывается клапан дымовой шахты на том этаже, где зафиксировано повышение температуры. Включение системы дымоудаления происходит автоматически при срабатывании датчика температуры на этаже, где находится очаг возгорания, а в общественных зданиях высотой более 10 этажей - также дистанционно от кнопок, установленных на каждом этаже.

При расчете принудительного дымоудаления определяют подачу и напор вытяжных вентиляторов, количество и размеры сечения дымовых шахт.

При отсутствии в отсеках окон или люков следует предусматривать шахты дымоудаления с ручным или автоматическим открыванием. Система дымоудаления из таких помещений должна обеспечивать незадымление смежных помещений при открытых дверях из помещений без естественного освещения.

Объемный расход дыма  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч, который необходимо удалить из помещения без проемов для естественного освещения, составляет:

$$Q = G / \rho_{\text{пом}} .$$

здесь  $G$  – массовый расход дыма, удаляемого из помещения без естественного освещения, кг/с, определяется по формуле:

$$G = 0,8 B \cdot H \sqrt{\rho_c \cdot g \cdot H (\rho_{\text{см}} - \rho_{\text{пом}})} ,$$

где  $B$  и  $H$  - ширина и высота дверного проема, м;  $\rho_{\text{пом}}$  и  $\rho_{\text{см}}$  - плотности воздуха в помещении, где возник пожар, и в смежном с ним, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Плотность газов в помещении, где возник пожар, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{пом}} = 353 / T_{\text{max}},$$

здесь  $T_{\text{max}}$  - максимальная по времени среднеобъемная температура в помещении, где возник пожар, К, определяется зависимости от величины удельной пожарной нагрузки  $g$ :

$$g = G / S,$$

где  $G$  – масса горючего вещества в пересчете на древесину, кг;  $S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

Плотность воздуха в смежном помещении  $\rho_c$  определяется по формуле:

$$\rho_{\text{см}} = 353 / T_{\text{см}},$$

здесь  $T_{\text{см}}$  – расчетная температура в смежном помещении, К, определяется по проектным данным.

Расчет требуемого давления вентилятора  $P$  производится для конкретного исполнения канала дымоудаления и обвязки вентилятора. Выбор вентилятора осуществляется по каталогам в соответствии с полученными расчетом значениями  $P$  и  $Q$ .

### 8.3. Конструкции дымоудаляющих устройств.

Специальные технические решения по противодымной защите зданий предусматривают создание систем дымоудаления с механическим или естественным побуждением, а также систем, обеспечивающих избыточное давление воздуха в лестничных клетках, шахтах лифтов, тамбур - шлюзах и др.

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий устраиваются для обеспечения безопасной эвакуации людей из здания при пожаре, возникшем в одном из помещений. Системы должны быть автономными для каждого пожарного отсека.

Системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре предусматриваются:

а) из коридоров и холлов жилых, общественных, административно-бытовых и многофункциональных зданий высотой более 28 м;

б) из коридоров подвальных и цокольных этажей без естественного освещения жилых, общественных, административно-бытовых, производственных и многофункциональных зданий при выходах в эти коридоры из помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей;

в) из коридоров длиной более 15 м без естественного освещения для производственных и складских зданий категорий А, Б, В1-В2 с числом этажей два и более, а также для производственных зданий категории В3, общественных и многофункциональных зданий с числом этажей шесть и более;

г) из общих коридоров и холлов зданий различного назначения с незадымляемыми лестничными клетками;

д) из коридоров без естественного освещения жилых зданий, в которых расстояние от двери наиболее удаленной квартиры до выхода непосредственно в лестничную клетку или до выхода в тамбур, ведущий в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки, более 12м;

е) из лестничных клеток типа Л2 с открываемыми автоматически при пожаре фонарями зданий стационаров лечебных учреждений;

з) из каждого производственного или складского помещения с постоянными рабочими местами без естественного освещения или с естественным освещением через окна и фонари, не имеющие механизированных приводов для открывания фрамуг в окнах, если помещения отнесены к категориям А, Б, В1-В3, а также В4, Г или Д в зданиях IV степени огнестойкости;

и) из каждого помещения без естественного освещения, предназначенного для массового пребывания людей, предназначенного для хранения или использования горючих веществ при площади более 50 м<sup>2</sup>, торговых залов, гардеробных площадью 200 м<sup>2</sup> и более.

При удалении продуктов горения из коридоров дымоприемные устройства размещают на шахтах под потолком коридора, но ниже верхнего уровня дверного проема. Длина коридора, обслуживаемого одним дымоприемным устройством, должна быть не более 45 м.

При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м<sup>2</sup> их необходимо разделять на дымовые зоны площадью не более 3000 м<sup>2</sup> каждая, а также учитывать возможность возникновения пожара в одной из зон. Площадь помещения, обслуживаемую одним дымоприемным устройством, принимают не более 1000 м<sup>2</sup>.

Для удаления продуктов горения из помещений одноэтажных зданий проектируют вытяжные системы с естественным побуждением через шахты с дымовыми клапанами (рисунок 8.2.), дымовые люки или открываемые фонари.

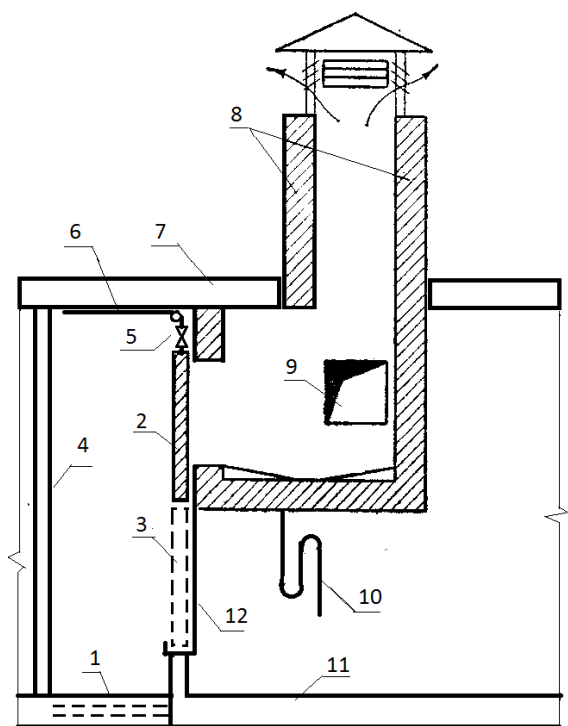


Рисунок 8.2. Система дымовой вентиляционной шахты конструкции института «Промстройпроект»: 1 – отверстие в чердачном перекрытии с решеткой; 2 – клапан; 3 – положение клапана при открытом дымовом люке; 4 – ограждение, разделяющее чердак; 5 – легкоплавкий замок; 6 – трос; 7 – покрытие; 8 – корпус шахты; 9 – проем для техосмотра шахты; 10 – трубка для отвода конденсата; 11 – чердачное перекрытие; 12 – направляющие для клапана.

В многоэтажных зданиях предусматриваются вытяжные системы с механическим побуждением.

Для систем вытяжной противодымной вентиляции предусматривают:

а) вентиляторы с пределами огнестойкости 0,5 ч / 200°C, 0,5 ч / 300°C, 1,0 ч / 300°C, 2,0 ч / 400°C, 1,0 ч / 600°C, 1,5 ч / 600°C;

б) воздуховоды и каналы из негорючих материалов с пределами огнестойкости не менее EI 150 для транзитных воздуховодов и шахт за пределами обслуживаемого пожарного отсека, EI 45 для вертикальных воздуховодов и шахт в пределах обслуживаемого пожарного отсека при удалении продуктов горения непосредственно из обслуживаемых помещений и EI 30 в остальных случаях в пределах обслуживаемого пожарного отсека;

в) дымовые клапаны с автоматически и дистанционно управляемыми приводами с пределами огнестойкости не менее EI 45 для непосредственно обслуживаемых помещений, EI 30 для коридоров и холлов.

г) выброс продуктов горения над покрытиями зданий и сооружений на расстоянии не менее 5 м от воздухозаборных устройств систем приточной противодымной вентиляции. Выброс в атмосферу предусматривается на высоте не менее 2 м от кровли из горючих материалов. Допускается выброс продуктов горения на меньшей высоте при защите кровли негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия.

д) установку обратных клапанов у вентиляторов.

Вентиляторы для удаления продуктов горения размещают в отдельных

помещениях, выгороженных противопожарными перегородками 1-го типа. Вентиляция должна обеспечивать при пожаре температуру воздуха, не превышающую 60 °С в теплый период года.

Вентиляторы противодымных вытяжных систем могут размещаться на кровле и снаружи здания с ограждениями для защиты от доступа посторонних лиц. Допускается установка вентиляторов непосредственно в каналах при условии обеспечения соответствующих пределов огнестойкости вентиляторов и каналов.

При пожаре наружный воздух должен подаваться приточной противодымной вентиляцией в лифтовые шахты в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками, в незадымляемые лестничные клетки типа Н2, в тамбур-шлюзы при незадымляемых лестничных клетках типа НЗ, а также перед лифтами в подвальных и цокольных этажах; в тамбур-шлюзы при лестницах 2-го типа, ведущих в помещения первого этажа, из подвального этажа, в помещениях которого применяются или хранятся горючие вещества и материалы.

Расход наружного воздуха для приточной противодымной вентиляции следует рассчитывать на обеспечение избыточного давления не менее 20 Па и не более 150 Па.

Для систем приточной противодымной защиты предусматривают:

а) установку вентиляторов в помещениях, отдельных от вентиляторов другого назначения, выгороженных противопожарными перегородками 1-го типа;

б) воздуховоды и каналы из негорючих материалов с пределами огнестойкости не менее EI 150 при прокладке воздухозаборных шахт и приточных каналов за пределами обслуживаемого пожарного отсека и не менее EI 30 при прокладке шахт и каналов в пределах обслуживаемого отсека;

в) установку обратного клапана у вентилятора;

г) приемные отверстия для наружного воздуха, размещаемые на расстоянии не менее 5 м от выбросов продуктов горения систем противодымной вытяжной вентиляции;

д) противопожарные нормально закрытые клапаны.

Конструкции воздуховодов и каналов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции и транзитных каналов (воздуховодов, коллекторов, шахт) вентиляционных систем различного назначения должны быть огнестойкими и выполняться из негорючих материалов. Предел огнестойкости узлов пересечения ограждающих конструкций с огнестойкими каналами вентиляционных систем и конструкциями опор должен быть не ниже требуемых пределов. Для уплотнения разъемных соединений воздуховодов применяются только негорючие материалы.

## Лекция 9. Защита от взрыва.

### 9.1. Процесс взрыва.

Взрывом называется крайне быстрое изменение состояния вещества, сопровождающееся столь же быстрым превращением его потенциальной энергии в механическую работу.

Различают взрывы физического или химического характера. При физическом взрыве изменяется только физическое состояние вещества. При химическом взрыве происходит быстрое химическое превращение вещества. Энергия межмолекулярных связей при этом выделяется в виде теплоты с образованием газообразных продуктов.

Разрушительные последствия взрыва обусловлены стремлением образовавшихся газообразных продуктов к расширению.

Передача детонации при взрыве, согласно гидродинамической теории, обусловлена распространением ударной волны. Если амплитуда изменения давления на фронте этой волны превышает некоторую величину, то при распространении волны за ее фронтом возбуждается интенсивная химическая реакция, за счет энергии которой стационарный характер детонационного процесса поддерживается постоянным.

Ударная волна и прилегающая к ней зона реакции взрывчатого превращения называются волной детонации. Движение ударной волны складывается из движения скачка уплотнения и перемещения самой среды. Распространение детонационной волны обуславливается движением ударной волны, зоны химической реакции и конечных продуктов взрыва.

При детонации взрывной волны образуются продукты взрыва плотностью до 2 г/см<sup>3</sup> при давлении порядка 10<sup>3</sup> МПа, т.е., вещество переходит в совершенно новое состояние.

### 9.2.

### Избыточное давление взрыва

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{m Z \cdot 100}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г}} C_{\text{ст}} K_n},$$

где  $P_{\max}$  - максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозооушной смеси в замкнутом объеме; принимается  $P_{\max} = 900$  кПа;

$P_0$  - начальное давление, кПа; принимается  $P_0 = 101$  кПа;  $m$  - масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, вышедших в результате аварии в помещение, кг;

$Z$  - коэффициент участия горючих газов и паров в горении;  $V_{\text{св}}$  - свободный объем помещения:

$$V_{\text{св}} = 0,8 V_{\text{геом}};$$

$\rho_{\text{г}}$  - плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{\text{г}} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 t_p)},$$

где  $M$  - молярная масса, м<sup>3</sup>/кмоль;  $V_0$  - мольный объем;  $t_p$  - расчетная температура.

$C_{\text{ст}}$  - стехиометрическая концентрация газов, вычисляемая по формуле:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \beta},$$

где  $\beta = n + \frac{n_{\text{H}} - n_{\text{x}}}{n_{\text{o}}} - \frac{n_{\text{o}}}{n_{\text{H}}}$  - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции

$$c \quad 4 \quad 2$$

сгорания;  $n_c, n_H, n_O, n_X$  - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего газа.

$K_H$  - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения; допускается принимать  $K_H = 3$ .

Масса газа, поступившего в помещение при расчетной аварии, равна:

$$m = (V_a + V_T)\rho_T,$$

где  $V_a$  - объем газа, вышедшего из аппарата,  $m^3$ ;  $V_a = 0,01P_TV$ , здесь  $P_T$  - давление газа в аппарате, кПа;  $V$  - объем аппарата,  $m^3$ ;  $V_T$  - объем газа, вышедшего из трубопроводов,  $m^3$ .

Масса паров жидкости, поступивших в помещение при испарении, определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр.},$$

где  $m_p, m_{емк}, m_{св.окр.}$  - масса жидкости, испарившейся, соответственно, с поверхности разлива, с поверхностей открытых емкостей и со свежеокрашенных поверхностей, кг; эти слагаемые вычисляются по формуле:

$$m = WF_{исп} T,$$

здесь  $W$  - интенсивность испарения,  $кг/с \cdot м^2$ ; определяется по формуле:

$$W = 10^{-6} \eta \sqrt{M P_n},$$

$P_n$  - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости,

$P_H = 10^{\left(A - \frac{B}{t_p - C_A}\right)}$ , где A, B, C<sub>A</sub> – константы уравнения Антуана; F<sub>исп</sub> – площадь

испарения,  $m^2$ ;  $T$  – расчетное время испарения.

### 9.3. Допустимое давление на конструкции

Избыточное давление продуктов горения при взрыве оказывает разрушающее действие на несущие и ограждающие конструкции здания. Степени повреждения конструкций при различных величинах избыточного давления приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1.

**Степени повреждения конструкций при взрыве**

Избыточное давление на конструкции, кПа	Степень разрушения конструкций	Характер повреждений конструкций
До 5	Слабая	Разрушение остекления, легких перегородок, вскрытие легкобрасываемых конструкций, дверей, ворот.
5... 50	Средняя	Разрушение плит покрытия, перекрытий, кровли, кирпичных стен толщиной до 51 см, бетонных стен толщиной до 36 см.
50...500	Сильная	Разрушение зданий со стальным каркасом, кирпичных стен толщиной до 64 см, бетонных стен толщиной до 36 см.
Более 500	-«-	Полное разрушение кирпичных и железобетонных зданий.

Расчетная величина избыточного давления при взрыве для взрывопожароопасных помещений определяется согласно СП 12.13130.2009.

При расчете выбирается наиболее неблагоприятный вариант аварии, при котором в образовании горючих смесей участвует наибольшее количество наиболее опасных веществ.

Расчет ведется для случая аварии одного из аппаратов. Полагают, что все содержимое аппарата поступает в помещение, одновременно происходит утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов. Расчетное время отключения трубопроводов составляет 120 с при автоматическом отключении трубопроводов и 300 с при ручном отключении.

Для легковоспламеняющихся жидкостей учитывается испарение с поверхности разлившейся жидкости. Полагают, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70 % и менее растворителей, разливается на площади 0,5  $m^2$ , а остальных жидкостей - на 1  $m^2$  пола помещения. Происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей. Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием.

## Лекция 10

### Легкобрасываемые конструкции

#### 10.1. Легкобрасываемые конструкции, их виды

Для обеспечения надежности зданий необходимо, чтобы избыточное давление при

взрыве не превышало допустимого для конструкций. Для снижения давления при взрыве в зданиях с производствами категорий А, Б применяются легкобрасываемые конструкции (рисунок 10.1).

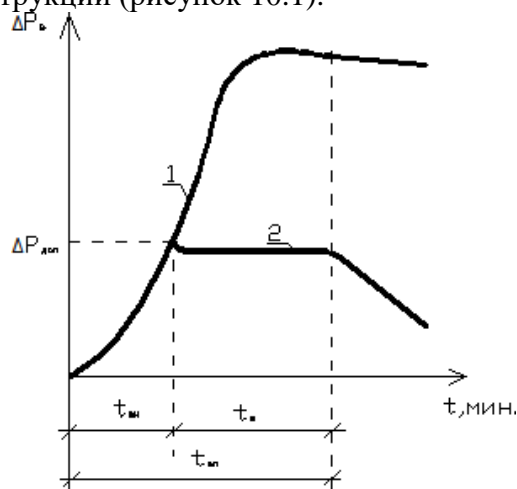


Рисунок 10.1. Схема изменения давления при взрыве: 1 – в замкнутом объеме; 2 – в здании с легкобрасываемыми конструкциями.

К легкобрасываемым конструкциям относятся стеновые и крышечные панели, окна с толщиной стекла 3, 4 и 5 мм при площади не менее 0,8; 1 и 1,5 м<sup>2</sup> соответственно, распашные двери и ворота и другие ограждающие конструкции. Разрушение или открывание таких конструкций при взрыве происходит при избыточном давлении, меньшем, чем допустимое давление для основных несущих конструкций здания.

По характеру работы легкобрасываемые конструкции делятся на 2 группы:

1) конструкции, имеющие малую массу и разрушающиеся почти мгновенно (например, остекленные проемы). После вскрытия таких конструкций продукты горения выходят из помещения через полностью открытые проемы. Избыточное давление в помещении не превышает допустимого давления для конструкций.

2) конструкции, имеющие значительную массу (например, стеновые панели и плиты покрытий). При этом вскрытие проемов занимает некоторое время. Избыточное давление продолжает нарастать и после вскрытия таких конструкций, и может превышать допустимое.

## 10.2. Расчет легкобрасываемых конструкций.

Предельно допустимая масса легкобрасываемых элементов покрытий составляет: для помещений объемом до 620 м<sup>3</sup>:

$$m = 0,0009 W_{\text{пом}}^2 \left( \frac{1 + 0,25 \sqrt{\frac{F_{\text{л.с.к.}}}{F_{\text{л.с.к.}}}} - 1 \right)^{1,2} V_n^{1,13}$$

для помещений объемом более 620 м<sup>3</sup>:

$$m = 0,0005 W_{\text{пом}}^{0,21} \left( \frac{1 + 0,25 \sqrt{\frac{F_{\text{л.с.к.}}}{F_{\text{л.с.к.}}}} - 1 \right)^{1,2} V_n^{1,13}$$

здесь  $k_u$  – коэффициент безопасности, учитывающий инерционность легкобрасываемых элементов, принимается по опытным данным 0,7;

$V_n$  – нормальная скорость горения смеси;

$F_{\text{л.с.к.}}$  – площадь легкобрасываемых конструкций.

Согласно действующим нормам, удельная масса легкобрасываемого покрытия с

учетом длительно действующей части снеговой нагрузки не должна превышать 120 кг/м<sup>2</sup>. Нормативная снеговая нагрузка для Саратовской области составляет 180 кг/м<sup>2</sup>; длительно действующей считается нормативная снеговая нагрузка, уменьшенная на 70 кг/м<sup>2</sup>.

Предельно допустимая масса стеновых панелей рассчитывается аналогично массе покрытий, но результат увеличивается в 1,4 раза.

Массу остекленных переплетов, а также навесных дверей и ворот не рассчитывают, т.к. они вскрываются или разрушаются при давлении, намного меньшем допустимого давления для несущих конструкций.

Требуемая площадь легкобрасываемых конструкций определяется при следующих предположениях:

- 1) взрывоопасная смесь равномерно распределена по помещению с концентрацией, близкой к стехиометрической;
- 2) горение начинается в центре объема помещения и распространяется равномерно по сфере;
- 3) до момента вскрытия легкобрасываемых конструкций повышение давления в помещении определяется как в замкнутом объеме;
- 4) изменение давления при вскрытии конструкций происходит по схеме (рисунок 10); при достижении давления  $\Delta p_{доп}$  конструкции разрушаются мгновенно.

Требуемая площадь легкобрасываемых конструкций определяется по формуле:

$$F_{л.тр} = \frac{\Delta W_{\epsilon}}{v_{ист} t_{\epsilon}}$$

где  $\Delta W_{\epsilon}$  – избыточный объем продуктов горения, м<sup>3</sup>;  $v_{ист}$  – скорость истечения газов через отверстия, м/с;  $t_{\epsilon}$  – расчетное время взрыва, с.

Удельная площадь легкобрасываемых конструкций, отнесенная к единице объема помещения, равна:

$$f_{л.тр} = \frac{\Delta W_{\epsilon}}{v_{ист} t_{\epsilon} W_{ном}},$$

или, учитывая, что:

$\Delta W_{\epsilon} / W_{ном} = \Delta w_{\epsilon}$  – избыточный объем продуктов взрыва на единицу объема помещения,

$$f_{л.тр} = \frac{\Delta w_{\epsilon}}{v_{ист} t_{\epsilon}}.$$

Таким образом, для определения требуемой площади легкобрасываемых конструкций надо знать избыточный объем продуктов взрыва, отнесенный к единице объема помещения ( $\Delta w_{\epsilon}$ ), температуру продуктов взрыва ( $T_{\epsilon}$ ), скорость истечения газов через отверстия ( $v_{ист}$ ) и расчетное время взрыва ( $t_{\epsilon}$ ).

Избыточный объем продуктов взрыва определяется по формуле:

$$\Delta w_{\epsilon} = (\epsilon - 1) \left( \frac{W_{см}}{W_{ном}} \right) - 0,8 \left( \frac{p_{доп}}{p_0} - 1 \right)$$

здесь  $\epsilon$  – степень расширения продуктов горения при взрыве, определяется по таблице:

Наименование веществ	Степень расширения продуктов горения $\epsilon$	Нормальная скорость горения смеси $v_n$ , м/с
Ацетилен	8	1,57
Бензол	8,1	0,478
Водород	7,3	2,97

Метан	7,5	0,338
Метиловый спирт, метилен	7,4	0,572
Этилен	8	0,74

Температура горения при взрыве принимается на 10% меньше теоретической температуры продуктов горения, т.е. считается, что 90% тепла при взрыве идет на нагрев продуктов горения:

$$T_{\text{в}} = 0,9 T_{\text{г}}$$

где  $T_{\text{г}}$  – теоретическая температура продуктов горения, К.

Скорость истечения газов при взрыве при полной загазованности помещения ( $W_{\text{см}} = 0,8W_{\text{ном}}$ ) определяется по формуле:

$$v_{\text{ист}} = 33,4 \sqrt{T_{\text{в}} \left[ 1 - \left( \frac{p_0}{p_{\text{доп}}} \right)^{0,286} \right]}$$

Расчетное время взрыва ( $t_{\text{в}}$ ) – это время истечения продуктов горения через отверстия, образовавшиеся при вскрытии легкобрасываемых конструкций, т.е. это разность между полным временем взрыва ( $\tau_{\text{в.п}}$ ) и временем нарастания избыточного давления до  $\Delta p_{\text{доп}}$  ( $\tau_{\text{в.н}}$ ):

$$\tau_{\text{в}} = \tau_{\text{в.п}} - \tau_{\text{в.н}}$$

Если  $\varepsilon W_{\text{см}} < W_{\text{ном}}$ , то:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{0,31 \left( \sqrt[3]{W_{\text{см}}} - \sqrt[3]{\Delta p_{\text{доп}} W_{\text{ном}} / p_0 (\varepsilon - 1)} \right)}{v_{\text{н}} \sqrt[3]{\varepsilon^2}}$$

Если  $\varepsilon W_{\text{см}} \geq W_{\text{ном}}$ , то:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{0,31 \sqrt[3]{W_{\text{см}}} \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{\varepsilon \Delta p_{\text{доп}}}{p_0 (\varepsilon - 1)}} \right)}{v \varepsilon}$$

Расчет требуемой площади легкобрасываемых конструкций ведут при  $T_n = 293 \text{ К}$  и  $p_0 = 105 \text{ Па}$ . Вначале определяют исходные данные:  $W_{см}$ ,  $W_{пом}$ ,  $\Delta p_{доп}$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $T_g$  и  $v_n$ . Затем рассчитывают необходимые параметры и требуемую площадь легкобрасываемых конструкций.

Фактическая площадь легкобрасываемых конструкций должна быть не менее требуемой по расчету, а также не менее  $0,05 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  объема помещения категории А и не менее  $0,03 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  для помещения категории Б.

## **Лекция 11**

### **Эвакуация людей из зданий**

#### **11.1. Вынужденная эвакуация людей**

Эвакуация представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу или в безопасную зону из помещений, в которых возможно воздействие опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Планировка здания должна обеспечить эвакуацию людей через эвакуационные пути и выходы с гарантией полной безопасности.

Количество и ширина эвакуационных выходов из помещения, с этажей и из здания определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода.

Если на этаже или в здании имеется два и более эвакуационных выходов, то безопасная эвакуация всех людей должна обеспечиваться пропускной способностью всех выходов за вычетом любого одного из них.

#### **11.2. Эвакуационные выходы**

Эвакуационными являются выходы, ведущие на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону, в т.ч. (рисунок 11):

а) из помещений первого этажа наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку, а также через коридор и вестибюль или через коридор и лестничную клетку;

б) из помещений любого этажа, кроме первого, непосредственно в лестничную клетку, либо в коридор или холл, имеющие выход непосредственно в лестничную клетку;

в) в соседнее помещение (кроме категорий А или Б) на том же этаже, обеспеченное эвакуационными выходами.

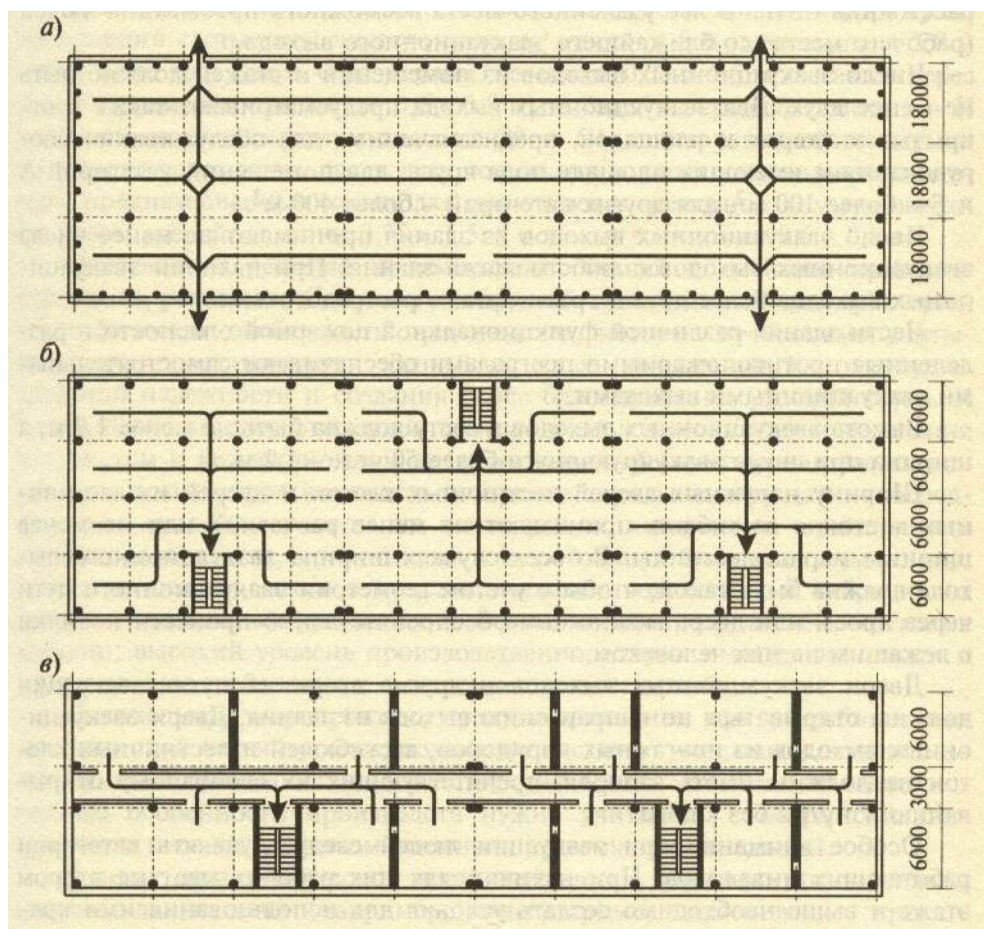


Рисунок 11. Эвакуационные выходы: а - из одноэтажного здания непосредственно наружу; б - из многоэтажного здания в лестничные клетки; в - из помещений многоэтажного здания в коридор, ведущий к лестничным клеткам.

Эвакуационные выходы из подвальных и цокольных этажей должны вести непосредственно наружу обособленно от общих лестничных клеток здания.

Допускается эвакуационные выходы из подвалов предусматривать через общие лестничные клетки с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части лестничной клетки глухой противопожарной перегородкой.

Эвакуационные выходы из фойе, гардеробных, курительных и санитарных узлов, размещенных в подвальных или цокольных этажах общественных зданий, могут вести в вестибюль первого этажа по отдельным лестницам.

Эвакуационные выходы наружу из здания, из подвального и цокольного этажей могут оборудоваться тамбуром.

Выходы не являются эвакуационными, если в их проемах установлены раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота, вращающиеся двери и турникеты. Распашные калитки в воротах могут считаться эвакуационными выходами.

Противопожарные отсеки и секции здания должны иметь самостоятельные эвакуационные выходы.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь следующие помещения:

- 1) детские дошкольные учреждения, дома престарелых, больницы при одновременном пребывании в них более 10 человек;
- 2) подвальные помещения при одновременном пребывании в них более 15 человек;

3) помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 человек;  
4) производственные помещения категорий А и Б с численностью работающих более 5 человек, помещения категории В при численности более 25 человек или площадью более 1000 м<sup>2</sup>;

5) открытые этажерки и площадки в производственных помещениях категорий А и Б при площади пола яруса более 100 м<sup>2</sup> и в помещениях других категорий - более 400 м<sup>2</sup>.

Каждый этаж жилых зданий при общей площади квартир более 500 м<sup>2</sup> и общественных зданий также должен иметь не менее двух эвакуационных выходов.

Подвальные и цокольные этажи площадью более 300 м<sup>2</sup> или предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек также оборудуются двумя эвакуационными выходами.

Число эвакуационных выходов из здания должно быть не менее числа эвакуационных выходов с любого этажа.

Эвакуационные выходы должны быть расположены рассредоточенно (за исключением выходов из коридоров в незадымляемые лестничные клетки). Минимальное расстояние  $L$  (м) между эвакуационными выходами из помещения составляет:

$$L \geq 1,5 \frac{\sqrt{P}}{n-1} ;$$

минимальное расстояние между эвакуационными выходами из коридора:

$$L \geq 0,33 \frac{l_{кор}}{n-1} ;$$

где  $P$  - периметр помещения, м;

$n$  - число эвакуационных выходов;

$l_{кор}$  - длина коридора, м.

Высота эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,9 м. Ширина выходов при числе эвакуирующихся более 50 человек, а также выходов из детских дошкольных учреждений, интернатов для престарелых и из больниц при числе эвакуирующихся более 15 человек назначается не менее 1,2 м. В остальных случаях ширина выхода должна быть не менее 0,8 м.

Ширина наружных дверей лестничных клеток и дверей из лестничных клеток в вестибюль должна быть не менее ширины марша лестницы.

Ширина эвакуационных путей и выходов должна позволять беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

Двери эвакуационных выходов здания должны открываться по направлению выхода из здания. Исключение составляют двери жилых квартир, санитарных узлов, кладовых площадью до 200 м<sup>2</sup> и помещений с одновременным пребыванием до 15 человек. Двери из поэтажных коридоров, холлов, фойе, вестибюлей и лестничных клеток должны свободно открываться изнутри без ключа.

### 11.3. Эвакуационные пути

Эвакуационными путями называются пути движения и перемещения людей, ведущие непосредственно наружу или в безопасную зону и обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре. К эвакуационным путям относятся проходы, коридоры, лестницы и пр.

Длина эвакуационных путей для зданий и помещений различного назначения

регламентируется СНиП 2.01.02-85\*[6]. Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода зависит от класса функциональной пожарной опасности и категории взрывопожароопасности помещения и здания, от численности эвакуируемых, от размеров помещений и эвакуационных путей, от класса конструктивной пожарной опасности и степени огнестойкости здания.

Эвакуационные пути не должны проходить:

- через коридоры с выходами из лифтовых шахт и через лифтовые холлы, если ограждающие конструкции лифтовых шахт не относятся к противопожарным преградам;

- через проходные лестничные клетки, в которых площадка лестничной клетки является частью коридора;

- по кровле зданий, за исключением эксплуатируемой или специально оборудованной кровли;

- по внутренним открытым лестницам, соединяющим более двух этажей или ведущим из подвалов и цокольных этажей.

Длину пути эвакуации по внутренней открытой лестнице принимают равной ее утроенной высоте.

На путях эвакуации всех зданий (кроме зданий IV степени огнестойкости и конструктивной пожарной опасности класса СЗ) для отделки стен и потолков допускается применять строительные материалы только слабогорючие, трудновоспламеняемые, с малой дымообразующей способностью и малоопасные по токсичности.

Не разрешается размещать на путях эвакуации оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м, газопроводы и трубопроводы с горючими жидкостями, а также встроенные шкафы, кроме шкафов для коммуникаций и пожарных кранов.

Коридоры длиной более 60 м следует разделять противопожарными перегородками на участки длиной до 60 м.

Горизонтальные участки эвакуационных путей должны иметь высоту не менее 2 м. Ширина их должна быть не менее 1,2 м для коридоров, по которым эвакуируется более 50 человек, и коридоров в зданиях класса Ф1.1 при численности более 15 человек. В остальных случаях ширина горизонтальных участков назначается не менее 1,0 м, а ширина проходов к одиночным рабочим местам – не менее 0,7 м.

В полу на путях эвакуации не должно быть перепадов высот менее 45 см или лестниц с числом ступеней менее трех, кроме порогов в дверных проемах. Лестницы высотой более 45 см должны иметь ограждения с перилами.

Не допускается устройство винтовых, криволинейных в плане лестниц, а также лестниц с забежными ступенями или ступенями с различной шириной проступи и различной высотой в пределах одного марша.

Ширина марша лестницы на пути эвакуации должна быть не менее ширины любого эвакуационного выхода и не менее:

- в зданиях класса Ф1.1 (в т.ч. детсадах, больницах, домах для престарелых) - 1,35 м;

- в зданиях с численностью людей на любом этаже, кроме первого, более 200 человек - 1,2 м;

- во всех остальных случаях – 0,9 м.

Уклон лестниц назначается не более 1:1; ширина проступи - не менее 25 см, а высота ступени - не более 22 см. Если лестница ведет к помещению с числом рабочих

мест не более 15 (кроме помещений категорий А и Б), то ширина проступи может быть уменьшена до 12 см.

Ширина лестничных площадок должна быть не менее ширины марша; длина промежуточных площадок в прямом марше лестницы - не менее 1 м.

Двери, выходящие на лестничную клетку, в открытом положении не должны уменьшать расчетную ширину лестничных площадок и маршей.

В лестничных клетках нельзя размещать трубопроводы с горючими газами и жидкостями, встроенные шкафы (кроме шкафов для коммуникаций и пожарных кранов), открытые электрические кабели и провода для освещения коридоров и лестничных клеток, а также оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте до 2,2 м от поверхности проступей и площадок лестниц.

В лестничных клетках нельзя размещать встроенные помещения любого назначения, кроме помещения охраны.

В обычной лестничной клетке может размещаться не более двух пассажирских лифтов, опускающихся не ниже первого этажа.

Лестничные клетки должны иметь выход наружу на прилегающую к зданию территорию непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями.

В наружных стенах лестничных клеток на каждом этаже предусматриваются световые проемы площадью не менее 1,2 м<sup>2</sup>.

Наружные открытые лестницы выполняют из негорючих материалов и размещают у глухих (без световых проемов) частей стен с пределом огнестойкости не ниже REI 30. Эти лестницы должны иметь площадки на уровне эвакуационных выходов, ограждения высотой 1,2 м и располагаться на расстоянии не менее 1 м от оконных проемов.

## Лекция 12

### Эвакуация людей из зданий

#### 12.1. Расчет эвакуации

Расчет путей эвакуации ведется по необходимому времени эвакуации на основе условия безопасности:

*Время эвакуации от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода и через этот выход должно быть не более необходимого времени на каждом этапе эвакуации:*

$$t_p \leq t_{нб},$$

где  $t_p$  – расчетное время эвакуации, зависит от количества и скорости движения людей, удельной пропускной способности дверей и лестниц, их числа и ширины, протяженности эвакуационных путей;  $t_{нб}$  – необходимое время эвакуации, мин.

В процессе эвакуации выделяют 3 характерных этапа:

1 этап – движение людей от наиболее удаленной точки помещения до эвакуационного выхода из помещения.

2 этап – движение от эвакуационного выхода из помещения до выходов из здания наружу.

3 этап – движение людей от выхода из здания и рассеивание их по территории.

Первый этап является наиболее опасным, так как люди подвергаются максимальному воздействию опасных факторов пожара: высокой температуры, пламени, дыма, токсичных продуктов горения.

Расчетное время эвакуации  $t_p$  определяют сначала для первого этапа (от наиболее

удаленного рабочего места в помещении до эвакуационного выхода из помещения), затем – для второго этапа (от наиболее удаленного эвакуационного выхода из помещения до выхода из здания наружу).

В упрощенных расчетах можно ограничиться группой помещений основного функционального назначения, в которых находится наибольшее число людей (например, аудитории учебного заведения, палаты лечебных стационаров и т.п.).

Для расчета пути эвакуации разбиваются на отдельные участки. В пределах каждого участка численность эвакуирующихся принимается постоянной.

Расчетная длина  $l_i$  горизонтального участка равна геометрической длине пути эвакуации; при движении по двухмаршевым лестницам длина участка принимается равной утроенной высоте этажа.

Расчетная ширина  $\delta_i$  участка принимается равной фактической ширине проходов и коридоров. Если дверные полотна открываются в сторону эвакуационного пути, то ширина прохода (коридора) уменьшается на ширину дверного полотна – при одностороннем расположении дверей, и на две ширины полотна – при двустороннем расположении дверей.

Основные параметры, характеризующие процесс эвакуации, это плотность потока эвакуирующихся, скорость и интенсивность движения.

*Плотность потока*  $D_i$  ( $\text{м}^2/\text{м}^2$ ) характеризует размещение людей на участке эвакуационного пути и степень свободы их перемещения в потоке. Плотность потока определяется только для первоначальных (тупиковых) участков пути эвакуации по формуле [17]:

$$D = \frac{N_i}{\delta_i l_i},$$

здесь  $N_i$  – количество людей на участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека,  $\text{м}^2$ ; для взрослого в зимней одежде  $f = 0,125 \text{ м}^2$ ; в домашней одежде  $f = 0,1 \text{ м}^2$ ; взрослого с сумкой или портфелем  $f = 0,16 \text{ м}^2$ ; взрослого с ребенком на руках и сумкой  $f = 0,26 \text{ м}^2$ ;

$\delta_i$  – расчетная ширина участка, м;

$l_i$  – расчетная длина участка, м.

*Интенсивность движения потока  $q_i$  (чел.м/мин.)* характеризует кинетику движения потока и численно равна количеству людей, проходящих через поперечное сечение пути единичной ширины в единицу времени:

$$q_i = \frac{N_i}{\delta_i t_i}, \text{ или } q_i = D_i v_i,$$

здесь  $v_i$  – расчетная скорость движения потока, м/мин.

Интенсивность движения в дверном проеме при ширине проема  $\delta_{\text{дв}} \geq 1,6 \text{ м}$  определяется по таблице 12 по максимальному значению плотности потока (0,9 и более). При ширине проема  $\delta_{\text{дв}} < 1,6 \text{ м}$  интенсивность вычисляется по формуле:

$$q_{\text{пр}} = 1,5 + 3,75\delta_{\text{дв}}.$$

*Расчетные скорости  $v_i$* , как и интенсивность движения потока  $q_i$ , зависят от плотности потока  $D_i$ .

При отсутствии данных о плотности потока скорости движения могут ориентировочно приниматься следующими:

- по горизонтальному участку  $v = 16 \text{ м/мин.}$ ,
- по лестницам вниз  $v = 10 \text{ м/мин.}$ ;
- по лестницам вверх  $v = 8 \text{ м/мин.}$ ;
- на горизонтальных участках за пределами помещения  $v = 24 \text{ м/мин.}$

*I этап эвакуации.*

Для I этапа эвакуации определяют плотность потока  $D_i (\text{м}^2/\text{м}^2)$  на первоначальном участке эвакуационного пути.

По вычисленной величине плотности потока  $D_i$  по таблице 12 определяют интенсивность  $q_i$  (чел.м/мин.) и скорость движения  $v_i$  (м/мин.) эвакуирующихся на расчетных участках.

Время эвакуации на первом этапе определяют двумя способами: по протяженности путей эвакуации и по пропускной способности проемов. Окончательно расчетное время эвакуации принимают по большему из полученных значений.

1) Время эвакуации по протяженности путей эвакуации:

$$t_{1,p} = l/v \geq t_{1,n},$$

где  $l$  – расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего к нему выхода из помещения, м;

$v$  – расчетная скорость движения при максимальной плотности эвакуирующихся, м/мин.

2) Время эвакуации по пропускной способности проемов:

$$t_{1,p} = N/(\sum \delta q_{\text{пр}}) \leq t_{1,n},$$

где  $N$  – число эвакуирующихся из помещения;

$\sum \delta$  – суммарная ширина эвакуационных выходов из помещения, м;

$q_{\text{пр}}$  – интенсивность движения в дверном проеме, чел./(м мин.).

Если расчетное время эвакуации на первом этапе оказывается больше необходимого, т.е.  $t_{1,p} > t_{1,n}$ , то следует рассчитать требуемые размеры эвакуационных путей и выходов из помещения:

- требуемая длина пути эвакуации из помещения:

$$l_{mp} = v \cdot t_{l,n};$$

- требуемая ширина эвакуационных выходов:

$$\Sigma \delta_{mp} = N / (q_{np} \cdot t_{l,n}).$$

*II этап эвакуации.*

На II этапе за расчетное число эвакуирующихся принимают максимальное число людей, находящихся на наиболее населенном этаже здания, кроме первого.

Аналогично I этапу определяют расчетное время эвакуации по протяженности пути эвакуации от наиболее удаленного эвакуационного выхода из помещения до эвакуационного выхода из здания наружу, а также по пропускной способности наружных дверей. После этого определяют общее время эвакуации на I и II этапах и сравнивают его с необходимым временем эвакуации.

- 1) Время эвакуации по протяженности путей эвакуации:

$$t_{2,p} = l_1/v_1 + l_2/v_2 + l_3/v_3 ,$$

где  $l_1$  – расстояние от выхода из наиболее удаленного помещения до лестницы, м;  $l_2$  – путь движения по лестнице, принимается равным утроенной высоте лестницы:  $l_2 = 3h_{л}$ , м;  $l_3$  – расстояние от лестницы до наружных выходов, м;  $v_1, v_2, v_3$  – скорости движения соответственно, по горизонтальным участкам и по лестнице, м/мин.

Общее время эвакуации из здания на I и II этапах по протяженности путей эвакуации составляет:

$$t_{2,p} = t_{1,p} + l_1/v_1 + l_2/v_2 + l_3/v_3 \geq t_n.$$

- 2) Время эвакуации на II этапе по пропускной способности наружных выходов:

$$t_{2,p} = N / (\Sigma \delta_{ов} q_{np})$$

Время полной эвакуации на I и II этапах по пропускной способности наружных выходов составляет:

$$t_p = t_{нач} + N / (\Sigma \delta_{ов} q_{np}) \geq t_n,$$

где  $t_{нач}$  – время до начала эвакуации через наружные выходы, мин. Определяется как время эвакуации человека, находящегося ближе всех от выхода из здания; для одноэтажного здания  $t_{нач} = l_0/v_0$ , где  $l_0$  – расстояние от ближайшего человека до выхода из здания, м.

Требуемая ширина лестниц определяется по формуле:

$$\delta_{mp} = \frac{N}{q \left[ t_{лест} - \left( t_{нач} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} \right) \right]} .$$

## 12.2. Необходимое время эвакуации

Необходимое время эвакуации  $t_{нб}$  определяется с учетом опасных факторов пожара, действующих в помещении.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из помещения была завершена до момента достижения опасными факторами пожара (ОФП) предельно допустимых значений.

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

Расчет необходимого времени эвакуации производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении. Сначала рассчитывают значения критической продолжительности пожара ( $t_{кр}$ ) по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне):

- 1) по повышенной температуре:

$$t_{кр}^m = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ \frac{70 - t_0}{(273 + t_0)^2} \right] \right\}^{1/n};$$

- 2) по потере видимости:

$$t_{кр}^{n6} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{V \ln (1,05 \alpha E)}{l_{np} B D_m z} \right]^{-1} \right\}^{1/n};$$

- 3) по пониженному содержанию кислорода:

$$t_{кр}^o = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) z} \right]^{-1} \right\}^{1/n};$$

- 4) по каждому из газообразных токсичных продуктов горения:

$$t_{кр}^{mz} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{VX}{BLz} \right]^{-1} \right\}^{1/n}.$$

Здесь  $A$  - размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара,  $кг/с^n$ ;

$n$  - показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени. Параметры  $A$  и  $n$  вычисляют в зависимости от сценария развития пожара.

$B$  - размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения;

$t_0$  - начальная температура воздуха в помещении,  $^{\circ}C$ ;

$V$  - свободный объем помещения,  $м^3$ ;

$\alpha$  - коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

$E$  - начальная освещенность,  $лк$ ;

$l_{np}$  - предельная дальность видимости в дыму,  $м$ .

$D_m$  - дымообразующая способность горящего материала,  $Нп \cdot м^2/кг$ ;

$L$  - удельный выход токсичных газов при сгорании  $1 кг$  материала,  $кг/кг$ ;

$X$  - предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении,  $кг/м^3$ .

$L_{O_2}$  — удельный расход кислорода,  $кг/кг$ .

Параметр  $Z$  вычисляют по формуле:

$$Z = \frac{h}{H} \exp \left( 1,4 \frac{h}{H} \right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м,}$$

где  $h$  - высота рабочей зоны,  $м$ ;  $H$  - высота помещения,  $м$ .

Высота рабочей зоны составляет:

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5\delta$$

где  $h_{пл}$  - высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения,  $м$ ;  $\delta$  - разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении,  $м$ . Так как при пожаре наибольшей опасности подвергаются люди, находящиеся на более высокой

отметке, то значение  $h$  определяют для наиболее высоко расположенных рабочих мест.

Если при расчете критической продолжительности пожара под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный опасный фактор пожара не представляет опасности.

После расчета критической продолжительности пожара для каждой из выбранных схем его развития находится количество выгоревшего материала  $m_j$ :

$$m_j = A_j t_{крj}^n.$$

Расчетные схемы, при которых количество выгоревшего материала  $m_j$  больше количества материала, находившегося в помещении, далее не рассматриваются. Из оставшихся расчетных схем выбирается наиболее опасная, для которой критическая продолжительность пожара минимальна:

$$t_{кр} = \min \{ t_{кр}^T; t_{кр}^{п.в.}; t_{кр}^{O_2}; t_{кр}^{т.г.} \}$$

Необходимое время эвакуации людей из данной рабочей зоны рассматриваемого помещения рассчитывается по формуле:

$$t_{нб} = k_6 \cdot t_{кр},$$

где  $k_6$  - коэффициент безопасности,  $k_6 = 0,8$ .

## Лекция 13

### Пожарная безопасность сельскохозяйственных зданий

#### 13.1. Объемно-планировочные решения животноводческих комплексов

Классификация животноводческих комплексов:

- 1) По виду содержащихся животных:
  - комплексы крупного рогатого скота;
  - свиноводческие;
  - овцеводческие;
  - птицеводческие и пр.
- 2) по назначению:
  - племенные;
  - товарные.
- 3) По застройке:
  - павильонная застройка;
  - моноблочная застройка.
- 4) по этажности:
  - одноэтажные;
  - многоэтажные.

Вид комплекса влияет на генеральный план и внутреннюю планировку. Например, при выгульной системе содержания животных устраиваются выгульные площадки; при содержании на глубокой подстилке устраивают склад соломы и пр.

Источники пожарной опасности в животноводческих комплексах:

- наличие горючих материалов;
- наличие источников возгорания.

Одноэтажные с/х здания допускается использование деревянных несущих конструкций.

При высоте здания 1...3 этажа допускаются сгораемые несущие конструкции покрытия.

Здания высотой более 3 этажей выполняются из негорючих конструкций и имеют I- II степень огнестойкости.

Встроенные склады для грубых кормов изолируют глухими стенами с пределом огнестойкости не менее 1 ч. с отдельным выходом наружу.

Во внутренних стенах взрывоопасных помещений устраивают тамбур-шлюзы с подпором воздуха 20 Па.

Для удаления дыма из помещений используются открывающиеся оконные

переплеты, вентиляционные шахты. При ширине здания более 30 м устраивают дымовые вытяжные шахты из негорючих материалов с клапанами, открываемыми автоматически и вручную. Площадь сечения дымовых шахт составляет не менее 0,2% площади секции.

### 13.2. Расчет эвакуации животных.

Особенности эвакуации животных определяются способом содержания: выгульный или безвыгульный.

При выгульном содержании у животных есть рефлекс покидать помещение при открытии дверей и чувство стадности. При эвакуации персоналу достаточно освобождать животных от привязи и открывать ворота и двери.

При безвыгульном содержании животные группируются в стадо и проявляют беспокойство. Для эвакуации требуется значительное количество персонала.

При опасности (пожаре) животные стремятся скорее покинуть опасную зону, возникает уплотнение потока в местах сужения проходов. Плотность потока достигает предельной.

Эвакуацию животных осуществляют люди, поэтому начало эвакуации животных не совпадает с началом пожара.

Условие безопасной эвакуации имеет вид:

$$\tau_0 + \tau_p \leq \tau_{\text{пред}}$$

$\tau_0$  - время от начала пожара до начала эвакуации животных. Зависит от времени обнаружения пожара и количества персонала.

$\tau_p$  - расчетное время эвакуации животных, зависит от количества животных и параметров путей эвакуации;

$\tau_{\text{пред}}$  - предельное время эвакуации. Определяется опасными для жизни животных факторами: температура 70 °C, интенсивность облучения 5700 Вт/м<sup>2</sup>, снижение концентрации кислорода до 14%, увеличение концентрации углекислого газа до 10% или окиси углерода до 0,5%, снижение видимости в помещении до 10 м.

Параметры движения при эвакуации животных такие же, как и при эвакуации людей:

- плотность потока  $D$ ,
- скорость движения  $v$ ;
- пропускная способность участка пути  $Q$ ;
- интенсивность движения  $q$ .

Скорость движения равна отношению интенсивности движения к плотности потока:

$$V = q/D$$

Ширина путей  $b$  обеспечивает одновременное прохождение двух животных (по ширине).

При наличии сужений скорость движения снижается. При предельной плотности потока скорость зависит от отношения ширины выхода  $\delta$  к ширине потока животных  $b$ :

$$V = \delta \cdot q / b \cdot D$$

Эвакуационные пути должны обеспечить эвакуацию животных за необходимое время.

Максимальная допустимая протяженность эвакуационных путей равна:

$$l_{\text{тр}} = v (\tau_{\text{н}} - \tau_0);$$

Требуемая суммарная ширина эвакуационных выходов равна:

$$\Sigma \delta_{\text{тр}} = \frac{N}{q (\tau_{\text{н}} - \tau_0)}$$

Необходимое время эвакуации животных  $\tau_n$  определяется так же, как и для людей.

Время до начала эвакуации  $\tau_0$  определяется по следующим данным:

- время открывания клеток и однопольных дверей – 5 с;
- время открывания двупольных дверей и ворот – 10 с;
- время освобождения группы животных при групповой привязи – 5 с;
- время освобождения одного животного при инд.привязи – 12 с;
- скорость движения человека при эвакуации животных – 60 м/мин.

### **13.3. Эвакуационные пути и выходы в сельскохозяйственных зданиях**

Эвакуационными для животных являются только выходы, используемые в нормальных условиях, т.е. которыми животные привыкли пользоваться.

Эвакуационными являются выходы, ведущие:

- из помещений первого этажа непосредственно наружу или через тамбур;
- из станков и клеток в проход, имеющий непосредственный выход наружу или через тамбур;
- из помещений любого этажа, кроме первого, в пандусную клетку непосредственно или через тамбур.

Количество эвакуационных выходов должно быть не менее двух. Выходы должны располагаться рассредоточено. Допускается устройство одного выхода при количестве животных не более 50 голов.

Ширина проходов и выходов должна обеспечивать одновременное движение не менее 2 животных по ширине. Минимальная ширина составляет для крупных животных 1,5 м; для мелких – 1 м. Максимальная ширина выходов должна быть не более 3 м. Ширина выходов назначается не менее ширины проходов.

Высота эвакуационных дверей и ворот назначается не менее 1,8 м для беспрепятственного движения людей.

### **13.4. Обеспечение безопасности животных при пожаре**

Для перемещения животных по этажам используют лифты и пандусы.

В здании животные размещаются группами не более 600 голов в отдельных секциях. Секции изолируются дымонепроницаемыми стенами из несгораемых или трудносгораемых материалов.

Помещения с животными отделяются от других помещений противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 1 ч. Проемы защищают противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее 0,6 ч. и механизмом самозакрывания.

Конструктивное и объемно-планировочное решение сельскохозяйственного здания должны обеспечивать планомерную и организованную эвакуацию животных из помещений. Не допускаются крутые повороты, встречные и пересекающиеся потоки и пр.

Организация обеспечения безопасности животных при пожаре включает:

- 1) Организацию пожарной охраны животноводческих комплексов;
- 2) Обучение персонала правилам пожарной безопасности;
- 3) Разработку планов эвакуации животных и регулярную отработку этих планов в дневное и ночное время;
- 4) Соблюдение правил эксплуатации технических устройств противопожарной защиты животных.

## **Лекция 14**

### **Пожарная безопасность систем инженерного оборудования зданий**

#### **14.1. Системы внутреннего теплоснабжения**

Теплоснабжение зданий может осуществляться от централизованного источника тепла, от автономного источника тепла (в том числе крышной котельной), или от индивидуальных теплогенераторов систем поквартирного теплоснабжения.

Для систем внутреннего теплоснабжения в качестве теплоносителя применяют, как правило, воду; другие теплоносители допускается применять, если они отвечают санитарно-гигиеническим требованиям и требованиям взрывопожаробезопасности.

Для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения квартир в жилых зданиях, в том числе имеющих встроенные помещения общественного назначения, применяются поквартирные системы теплоснабжения.

В качестве источников теплоты систем поквартирного теплоснабжения применяются индивидуальные теплогенераторы - автоматизированные котлы на различных видах топлива. Теплогенераторы должны иметь закрытую камеру сгорания и автоматику безопасности, обеспечивающую прекращение подачи топлива при нарушении эксплуатационного режима.

В квартирах теплогенераторы общей производительностью до 35 кВт можно устанавливать в кухнях, коридорах, в нежилых помещениях, а во встроенных помещениях общественного назначения - в помещениях без постоянного пребывания людей. Теплогенераторы общей производительностью от 35 до 100 кВт должны располагаться в отдельном помещении.

В производственных зданиях, в помещениях категорий А и Б следует проектировать, как правило, воздушное отопление.

Системы лучистого отопления с газовыми или электрическими инфракрасными излучателями допускается проектировать для отопления отдельных производственных помещений категорий В3, В4, Г и Д, для обогрева участков и отдельных рабочих мест в неотапливаемых помещениях, на открытых и полукрытых площадках, а также для помещений общественных зданий с непостоянным пребыванием людей (торговые залы магазинов, залы ожидания вокзалов, спортивные залы, рынки и др.). Применение газовых излучателей в подвальных помещениях, а также в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости не допускается.

Приборы лучистого отопления с температурой поверхности выше +150°C размещают в верхней зоне помещения.

Газовые излучатели разрешается применять при условии удаления продуктов сгорания, обеспечивая ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны ниже допустимых величин.

Отопительные приборы в помещениях категорий А, Б, В1, В2 размещаются не ближе 100 мм от поверхности стен. Не допускается размещать отопительные приборы в

нишах.

В помещениях для наполнения и хранения газовых баллонов, а также в помещениях складов категорий А, Б, В1, В2, В3 и кладовых горючих материалов, отопительные приборы ограждают экранами из негорючих материалов с зазором не менее 100 мм.

Трубопроводы систем отопления нельзя прокладывать на чердаках зданий (кроме теплых чердаков) и в проветриваемых подпольях в районах с расчетной температурой ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ . Не допускается прокладка транзитных трубопроводов через электротехнические помещения, шахты с электрокабелями, пешеходные галереи и тоннели.

Расстояние в свету от поверхности трубопроводов и отопительных приборов с температурой теплоносителя выше  $+105^{\circ}\text{C}$  до поверхности горючих конструкций должно быть не менее 100 мм. При меньшем расстоянии предусматривают тепловую изоляцию поверхности, выполненную из негорючих материалов.

Трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок прокладываются в гильзах из негорючих материалов. Отверстия в местах прокладки трубопроводов заделываются негорючими материалами.

#### **14.2. Обеспечение пожарной безопасности печного отопления**

Печное отопление допускается предусматривать в жилых и общественных зданиях высотой не более 2 этажей при ограничении численности людей. Для помещений категорий А, Б, В1 - В3 печное отопление применять не допускается.

В зданиях с печным отоплением нельзя устраивать вытяжную вентиляцию с искусственным побуждением, а также отводить дым в вентиляционные каналы и использовать дымовые каналы для вентиляции помещений.

Печи располагают у внутренних стен и перегородок, а дымовые каналы размещают в наружных стенах, выполненных из негорючих материалов. При отсутствии стен, в которых могут быть размещены дымовые каналы, для отвода дыма применяют приставные дымоходы или насадные дымовые трубы.

Для каждой печи предусматривается отдельная дымовая труба или канал. Допускается присоединять к одной дымовой трубе две печи, расположенные в одной квартире на одном этаже.

Сечение дымовых труб и каналов принимают не менее  $140 \times 140$  мм - при тепловой мощности печи до 3,5 кВт;  $140 \times 200$  мм - при тепловой мощности печи от 3,5 до 5,2 кВт;  $140 \times 270$  мм - при тепловой мощности печи от 5,2 до 7 кВт.

Высоту дымовых труб от колосниковой решетки до устья принимают не менее 5 м.

Высоту дымовых труб над плоской кровлей здания, над коньком или парапетом принимают не менее 500 мм, если труба расположена на расстоянии до 1,5 м от конька или парапета. При расположении трубы на расстоянии от 1,5 до 3 м от конька или парапета высота трубы должна быть не ниже конька кровли или парапета.

Дымовые трубы следует выводить выше кровли более высоких зданий, пристроенных к зданию с печным отоплением.

Высоту вытяжных вентиляционных каналов, расположенных рядом с дымовыми трубами, принимают равной высоте этих труб.

Дымовые трубы проектируют вертикальными без уступов из керамического кирпича со стенками толщиной не менее 120 мм или из жаростойкого бетона толщиной не менее 60 мм.

### 14.3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха

Вентиляция и кондиционирование воздуха позволяют обеспечивать оптимальные параметры микроклимата и чистоты воздуха в помещениях.

Системы вентиляции и кондиционирования проектируют отдельными для групп помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека. Допускается проектирование общих систем вентиляции и кондиционирования воздуха для жилых, общественных и производственных помещений категории Д.

Отдельными проектируют:

- системы вытяжной вентиляции для помещений категорий В1-В4, Г, Д, удаляющие воздух из 5-метровой зоны вокруг оборудования, содержащего горючие и взрывоопасные вещества;

- системы подачи наружного воздуха в тамбур-шлюзы помещений категорий А и Б, а также в машинные отделения лифтов зданий категорий А и Б.

Для вентиляционного оборудования, размещенного в помещениях категорий А и Б и для систем местных отсосов взрывоопасных смесей предусматривается противовзрывная защита.

Вентиляционное оборудование не должно размещаться в обслуживаемых помещениях складов категорий А, Б, В1-В4, а при обслуживании помещений категорий А и Б – в подвальных помещениях. Оборудование систем аварийной вентиляции также не размещают в обслуживаемых ими помещениях.

При обслуживании помещений категорий А и Б и жилых помещений оборудование приточных систем и вытяжных систем вентиляции должно размещаться в отдельных различных помещениях.

Помещения для вентиляционного оборудования располагают в пределах пожарного отсека, в котором находятся обслуживаемые помещения. В зданиях I и II степеней огнестойкости эти помещения могут размещаться за противопожарной преградой отсека. Через помещение для вентиляционного оборудования не должны проходить трубопроводы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами.

На воздуховодах систем вентиляции предусматривают противопожарные клапаны и воздушные затворы для предотвращения проникания в помещения дыма во время пожара.

Противопожарные клапаны устанавливаются в противопожарной преграде или непосредственно у преграды с любой стороны, обеспечивая на участке воздуховода от преграды до клапана предел огнестойкости преграды.

Транзитные воздуховоды нельзя прокладывать через лестничные клетки и через помещения убежищ. Воздуховоды, обслуживающие помещения категорий А и Б, не прокладываются в подвалах и в подпольных каналах.

Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий уплотняются негорючими материалами. При этом обеспечивают 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.

#### 14.4. Противодымная защита при пожаре

Система противодымной защиты здания или сооружения служит для защиты людей на путях эвакуации и в безопасных зонах от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации или тушения пожара.

Система противодымной защиты должна предусматривать один или несколько из следующих способов защиты:

- использование объемно-планировочных и конструктивных решений зданий для борьбы с задымлением при пожаре;
- использование приточной противодымной вентиляции для создания избыточного давления воздуха в защищаемых помещениях, тамбур-шлюзах и на лестничных клетках;
- использование устройств механической и естественной вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения и термического разложения.

*Объемно-планировочные решения* предусматривают разделение зданий на противопожарные отсеки и секции, изоляцию путей эвакуации от смежных помещений, изоляция помещений здания и путей эвакуации от возможных источников задымления, изоляция наиболее вероятных мест возникновения пожара.

*Конструктивные решения* предусматривают применение дымонепроницаемых ограждающих конструкций с достаточным пределом огнестойкости, с защитой дверных и технологических проёмов, отверстий для прокладки коммуникаций. Для удаления дыма предусматриваются специальные конструктивные элементы: дымовые и вентиляционные шахты, люки, проёмы.

Пожароопасные производства, склады, кладовые сгораемых материалов и негоряемых материалов в сгораемой упаковке размещаются в помещениях у наружных стен с оконными проемами и отделяются от смежных помещений и коридоров противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями. Проемы в перегородках защищаются в зависимости от категории помещения либо тамбурами-шлюзами с постоянным подпором воздуха, либо противопожарными дверями.

Коридоры зданий должны иметь естественное освещение. В производственных зданиях категорий А, Б и В высотой более 2 этажей в коридорах, не имеющих естественного освещения через световые проемы в наружных стенах, предусматривается дымоудаление.

Подвальные и цокольные этажи отделяются от вышележащих противопожарными перекрытиями, выходы из них предусматриваются непосредственно наружу. Подвальные и цокольные этажи разделяются на отсеки, площадь отсека в общественных зданиях не должна превышать 700 м<sup>2</sup>. В жилых секционных зданиях подвальные и цокольные этажи делятся по секциям, в несекционных зданиях площадь отсека не должна превышать 500 м<sup>2</sup>. Для выпуска дыма в каждом отсеке предусматриваются оконные проемы (“продухи”), они используются также для тушения пожара. Высота проема должна быть не менее 1,2 м, а ширина – 0,75 м.

Подвалы с помещениями категории В в производственных зданиях размещаются у наружных стен и разделяются на отсеки площадью не более 3000 м<sup>2</sup>, при этом ширина каждого отсека не должна превышать 30 м. Для удаления дыма из помещений предусматриваются окна с прямыми, общая площадь окон должна быть не менее 0,2% площади пола. Коридоры в таких подвалах должны иметь ширину не менее 2 м с выходами непосредственно наружу или через обособленные лестничные клетки.

Коридоры отделяются от помещений противопожарными перегородками. Если подвалы с помещениями категории В не могут быть размещены у наружных стен, следует разделять их противопожарными перегородками на отсеки площадью не более 1500 м<sup>2</sup> с устройством дымоудаления.

Для предотвращения задымления через проходки инженерного оборудования и электрооборудования зазоры между коммуникациями наглухо заделываются строительным раствором или мастикой из негорючих материалов.