

# *Лекция 1*

## **ТЕМА 1. ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **1.1. Назначение и направления противодымной защиты**

#### **1.1.1. Актуальность темы**

Дым и токсичные продукты сгорания, выделяющиеся при пожаре, представляют собой одну из главных причин гибели людей на пожарах.

Распространяясь по коридорам, лестничным клеткам, коммуникациям, через проемы, дым затрудняет и делает невозможной эвакуацию людей. Кроме того, дым осложняет обстановку на пожаре, затрудняет работу пожарных, обнаружение очага пожара, выбор решающего направления, подачу огнетушащих веществ.

Продукты горения, нагретые до высоких температур, способствуют развитию пожара, могут вызывать повторные очаги пожара на значительном расстоянии от первоначального.

Увеличение высоты и площадей зданий, создание разветвленных коммуникационных сетей способствуют росту опасности задымления зданий. В связи с этим вопросы противодымной защиты зданий в настоящее время приобретают все большую актуальность.

Можно приводить много примеров пожаров с массовой гибелью людей от нагретых продуктов горения или вследствие их воздействия:

- пожар в здании аэровокзала в аэропорту города Орлих в 1973 году
- пожар в гостинице «Россия» города Сеул в Южной Корее в 1971 году (163 человека погибли и 60 получили ранения);
- пожар в гостинице "Россия" в городе Москве в 1976 г.;
- пожар в гостинице "Ленинград" в городе Ленинграде в 1991 году.

Очень часто происходят пожары хоть и менее известные, но типичные, где гибель людей явилась Следствием, сильного задымления здания. Это говорит о том, что актуальность темы сомнения не вызывает. Поэтому важно рассмотреть мероприятия, позволяющие снизить до минимума опасность задымления, и прежде всего изучить механизм образования дыма и состав продуктов горения. Знание свойств и плотности дыма, выделяющегося даже при совсем небольшом источнике пожара, позволяет проектировщику оценить степень необходимого риска и скорость движения дыма внутри проектируемого здания.

Механизм образования дыма и состав продуктов горения изучались Вами на дисциплине "Химия горения", Методы разработки мероприятий, позволяющих снизить опасность задымления, вы будете изучать на нашей дисциплине в этой теме.

Первые теоретические разработки в области противодымной защиты зданий в СССР появились в шестидесятых годах.

Их авторами являлись Ройтман М.Т. Светашов М.Т.

В настоящее время работают над этой проблемой как первопроходцы (зачинатели) так и их многочисленные ученики. На всю страну и за рубежом известны фамилии кандидата технических наук Светашова М.Т., кандидата технических наук Башкирцева М.П. Имеют значения в этой области труды доктора технических наук Кошмарова Ю.А., Грушевского Б.В.

Укрупнено обозначив существующие на сегодня проблемы в области противодымной защиты зданий, можно выделить две:

- противодымную защиту зданий повышенной этажности и высотных зданий;
- противодымную защиту зданий больших площадей, из этих проблем вытекают следующие задачи;
- создание материалов, сохраняющих герметизирующие свойства при воздействии высоконагретых продуктов горения;
- создание высокоэффективных конструкций уплотнения притворов;
- разработка методов дымоудаления (когда нельзя удалить дым на улицу).

### 1.1.2. Опасность продуктов сгорания

Как уже отмечалось, большую опасность на пожаре представляют продукты сгорания. Продуктами сгорания называют газообразные, жидкие и твердые вещества, образующиеся в результате горения веществ в воздухе. Состав их зависит от состава горящего вещества и условий его горения. На пожарах чаще всего горят органические вещества (древесина, ткани, бензин, керосин, резина и др.), в состав которых входит углерод, водород, кислород, сера и азот. В зависимости от условий их горения могут образовываться продукты полного и неполного сгорания. К продуктам полного сгорания относятся углекислый газ, сернистый газ, пары воды, азот (при сгорании азотосодержащих веществ). Все они не способны гореть и не поддерживают горения большинства горючих веществ.

К продуктам неполного сгорания относятся окись углерода, сажа и продукты термоокислительного разложения. Реже на пожарах горят неорганические вещества, такие как фосфор, натрий, калий, кальций, алюминий, титан, магний и др.

Продукты сгорания многих органических и неорганических веществ содержат взвешенные твердые частицы (сажа, окислы, соли и др.). Такая дисперсная система называется дымом.

Дым представляет собой пример аэрозоля – дисперсной системы, состоящей из мельчайших твердых частиц, взвешенных в дисперсионной газообразной среде (продуктах сгорания или смеси их с воздухом, или в чистом воздухе).

Можно выделить следующие свойства дыма: плотность дыма, токсичность дыма, температура дыма.

Плотность дыма – важная характеристика дыма. так как из-за нее снижается видимость, что препятствует эвакуации людей при пожаре, затрудняет тушение пожара. Снижение видимости зависит от состава и концентрации дыма, размера частиц и их распределения, природы освещения, физического и психического состояния наблюдателя.

По внешнему виду дым отличается цветом – от светлого до черного при содержании в нем не полностью сгоревших продуктов разложения и конденсации горючего материала. При сжигании 0,5 кг дров в небольшой комнате объемом 35 м<sup>3</sup> выделяется достаточно дыма, чтобы снизить видимость примерно до 1 метра, т.е. при этом не будет видна ладонь вытянутой руки.

Таков результат горения маленькой вязанки дров. Эквивалентный результат получается при сгорании 0,07 кг вспученного полистирола, 0,1 кг пенорезины, 0,5 кг пенополиуретана, 0,3 литра керосина. Сжигание любого из этих материалов в указанных количествах в той же самой комнате снижает видимость до 1 метра.

Дым может быть более или менее плотным, но он всегда имеет высокую температуру и содержит достаточно токсичных продуктов, чтобы при любой плотности стать опасным для жизни людей, если нет защиты от дыма. Основные токсичные компоненты дыма: углекислый и угарный газ, оксиды азота, цианистый водород и диоксид серы. Материалы, выделяющиеся при горении эти компоненты, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Материал	Токсичный газ или пар
Все вещества, содержащие углерод	Угарный газ (окись углерода) (смертельная доза – концентрация в воздухе 0,4%) углекислый газ (опасно для жизни – 3 % концентрации в воздухе, 8 % – смертельная доза)
Целлулоид, полиуретаны	Оксиды азота
Древесина, пластмассы, содержащие углерод, целлулоидные материалы, вискоза	Цианистый водород
Резина	Диоксид серы

Содержание CO, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в дыме при пожарах в помещении приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Помещения	Состав дисперсионной среды дыма в объемных процентах
-----------	--

	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Подвалы, трюмы судов, шахты, туннели	0.15-1,5	0,8-8,5	10,6-19,0
Квартиры, чердаки, помещения мебельных цехов	0,1 - 0.6	0,3-4,0	16,0-20,2

Анализ значений, приведенных в таблице 1.2 свидетельствует о том, что при пожаре в помещениях концентрация окиси углерода и углекислого газа в дыме может превышать смертельную дозу для человека. Следует отметить, что результаты крупномасштабных испытаний, проведенные в Портмуте позволяют сделать вывод о том, что в невентилируемом помещении содержание в воздухе кислорода не опускается ниже 18 %, несмотря на все попытки герметизации здания. Это говорит о том, что только недостаток кислорода в невентилируемом здании не приведет к затуханию пожара.

На пожарах в зданиях при недостаточном притоке воздуха к очагу горения или при тлении твердых горючих веществ концентрация продуктов неполного сгорания и термоокислительного разложения в дыме значительно увеличивается, а продуктов полного сгорания уменьшается. Это ведет к образованию дыма, способного гореть при условии притока к нему свежего воздуха и даже создавать взрывоопасную газовую смесь.

В практике тушения пожаров были случаи, когда после открывания закрытых помещений, где происходил пожар, наблюдался взрыв. Взрывоопасная смесь возникла в результате поступления в помещение воздуха и смешения его с дымом, содержащим большое количество продуктов неполного сгорания и термоокислительного разложения (пожар в гостинице "Ленинград")

При этом следует иметь в виду, что температура при пожаре в невентилируемом здании поднимается более чем в 3 раза быстрее, чем в здании, оборудованном вентиляционной системой.

Так, например, при крупномасштабных испытаниях в Портсмуте температура в горячем невентилируемом здании становилась такой высокой, что металлические конструкции (фермы) гнулись и перекинулись, чего не происходит в вентилируемом здании.

Таким образом, задымление помещений, которое сопровождается снижением видимости, заполнением объемов токсичными газами и высокой температурой, затрудняет или делает невозможной эвакуацию людей, животных и материальных ценностей и затрудняет работу пожарных подразделений, увеличивая время тушения пожара и ущерб от него.

Интенсивность развития пожара, изменение температуры, поступление продуктов сгорания в помещении зависит от условий газообмена на пожаре. А газообмен на пожаре в помещении, можно регулировать открытием или закрытием отверстий (например, дымоудаляющих устройств) в ограждающих строительных конструкциях. Отсюда и необходимость такой конструктивной схемы дымоудаляющего устройства, которое позволяет регулировать газообмен на пожаре, создавая наиболее благоприятные условия для эвакуации людей и тушения пожара.

Обозначив опасность продуктов сгорания, перейдем к рассмотрению назначения и направлений ПДЗ зданий.

### 1.1.3. Назначение и направления противодымной защиты зданий

ПДЗ зданий предназначена для исключения или уменьшения той опасности от продуктов горения, о которой мы говорили в предыдущем параграфе.

Сформулируем понятие ПДЗ зданий.

Под ПДЗ здания понимают комплекс организационных мероприятий и технических решений, обеспечивающих:

- а) ограничение распространения дыма по зданию

- б) удаление продуктов сгорания в желательном направлении (как правило - наружу);
- в) регулирование газообмена на пожаре с целью успешного его тушения,

Отсюда направлениями ПДЗ зданий являются:

- а) Ограничение распространения дыма по зданию:

- изоляция возможных источников задымления;
- создание незадымляемых путей эвакуации;

- б) разработка систем дымоудаления, позволяющих регулировать газообмен при пожаре;

Целью ПДЗ зданий является создание условий для безопасной эвакуации людей и работы пожарных, а также уменьшения ущерба от пожаров.

Назначение ПДЗ реализуется, как сказано выше, техническими решениями и организационными мероприятиями (рис. 1.1).

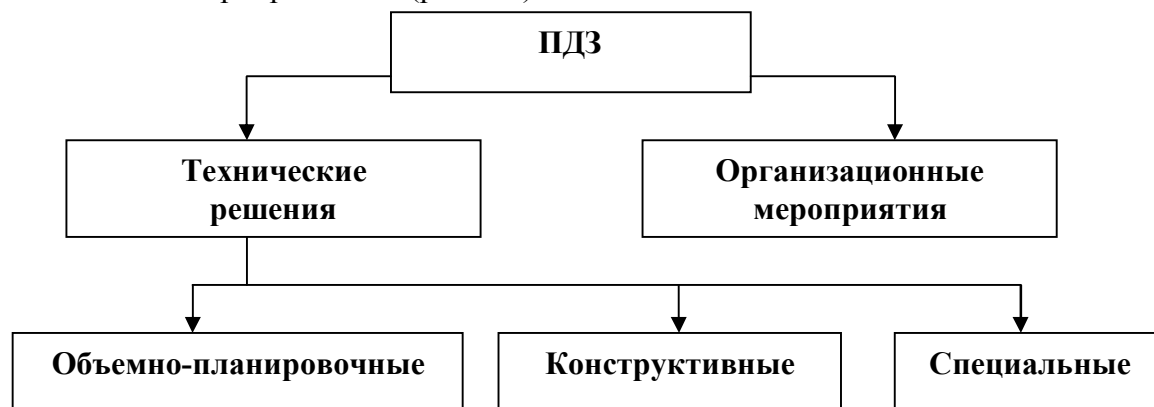


Рис. 1.1. Назначение противодымной защиты

Организационные мероприятия включают разработку нормативных актов (СНиП, инструкции, приказы и т.п.), регламентирующих деятельность людей в области создания и поддержания надежного функционирования систем ПДЗ.

Технические решения можно подразделить на объемно-планировочные, конструктивные и специальные.

К объемно-планировочным решениям относятся: деление объемов здания на пожарные отсеки и секции, изоляцию пожаро и взрывоопасных помещений от других помещений и размещение их в плане и по этажам здания, надежную изоляцию путей эвакуации от смежных помещений.

Конструктивные решения - решения по устройству отдельных строительных элементов (перегородок, дымоудаляющих устройств). Эти решения предусматривают применение дымопроницаемых ограждающих конструкций с достаточным пределом огнестойкости и соответствующей защитой в них дверных и технологических проемов, отверстий для прокладки коммуникаций, применение специальных конструкций и конструктивных элементов для дымоудаления (дымовые и вентиляционные шахты, окна с приямками и т.п.)

Специальные технические решения включают в себя; создание систем дымоудаления с механическим или естественным побуждением разработка систем для создания избыточного давления воздуха в защищаемых объемах (Л. клетках» лифтовых шахтах, тамбур-шлюзах).

Выбор технических решений ПДЗ определяется функциональным назначением здания, объемно-планировочными и конструктивными особенностями зданий, а также экономической целесообразностью.

Рассмотрим основные принципиальные технические решения ПДЗ помещений, коридоров, этажей, лестниц, являющихся этапами путей эвакуации при пожаре.

#### 1.1.4. Основные технические решения ПДЗ зданий

##### 1.1.4.1. ПДЗ помещений

1. Выделение пожароопасных участков в отдельные помещения.

2. Применение ограждающих СК (стен, перегородок, перекрытий) с нормируемыми пределами огнестойкости (Птр) и пределами распространения огня обеспечивающими пылегазонепроницаемость в течение требуемого времени.
  3. Устройство самостоятельных (обособленных) выходов (кладовка, подвалы и т.д.).
  4. Ограничение площади помещений.
  5. Защита технологических и дверных проемов во внутренних ограждающих СК.
  6. Защита дверных проемов, соединяющие смежные помещения, тамбур-шлюзами с необходимым подпором воздуха или с газонепроницаемыми дверными полотнищами, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнением в притворах.
  7. Размещение пожароопасных помещений у наружных стен.
  8. Использование открывающихся окон, аэрационные и сверхаэроционных фонарей для целей ПДЗ.
  9. Оборудование помещений системами дымоудаления с естественной или механической вытяжкой.
  10. Соблюдение требуемой площади дымоудаляющих устройств (ДУ) (дымовых люков, шахт, окон и т.д.)
  11. Соблюдение радиуса обслуживания ДУ.
  12. Равномерное распределение ДУ в ограждающих СК.
  13. Размещение воздухозаборных отверстий приточной системы вентиляции вне зоны растекания удаляемых из здания при пожаре продуктов горения.
  14. Герметизация мест пересечения коммуникациями (трубы водопровода, отопления, канализации, вентиляции и т.п.) ограждающих СК.
  15. Ограничение распространения продуктов горения по вентиляционным воздуховодам (конструкции присоединения между собой, оборудование перекрывающими шиберами, задвижками и т.д.).
- 1.1.4.2. ПДЗ коридоров, холлов, этажей
1. Применение ограждающих СК с нормируемыми пределом огнестойкости (Птр) к пределом распространения огня (lтр), обеспечивающими пылегазонепроницаемость в течение требуемого времени.
  2. Деление коридоров на секции обоснованной условиями ПБ длины перегородками с дверями, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах, при этом тронется нормировать (обосновывать) их (перегородок, дверей) Птр, lтр и пылегазонепроницаемость.
  3. Защита дверных проемов, ведущих в коридор, тамбур-шлюзами с постоянным подпором воздуха в них, либо пылегазонепроницаемыми самозакрывающимися дверями с уплотнениями в притворах.
  4. Использование открывающихся окон, световых карманов для целей ПДЗ (нормируются расстояние между ними и до торца коридора).
  5. Применение систем механического дымоудаления из секций коридоров.
  6. Запрещение облицовки коридоров сгораемыми СМ.
  7. Деление подвального и цокольного этажей на секции нормированной (обоснованной) площади пылегазонепроницаемвди перегородками с дверями, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах.
  8. Использование оконных проемов для целей ПДЗ подвалов.
  9. Защита от задымления лифтовых шахт (нормирование обоснование) Птр и lтр ограждающих СК, создание подпора воздуха в лифтовых шахтах, устройство входов через тамбур-шлюз).
  10. Исключение распространения дыма по мусоропроводам (изготовление составляющих их элементов из несгораемых материалов, герметизация мест соединения ствола и грузозачных устройств, возвышение оголовка выше правил и оборудование его дефлектором, изоляция мусоросборной камеры от смежных помещений пылегазонепроницаемыми СК без проемов и с нормируемым Птр и lтр.
  11. Герметизация дымовых каналов и воздуховодов систем ДУ (удаляют ПГ) нормирование их Птр и lтр.

12. Герметизация мест прохода коммуникаций (труб водопровода, канализации, электрокабелей, мусоропроводов и т.д.) через строительные конструкции.

13. Размещение оборудования ДУ в самостоятельных венткамерах.

#### 1.1.4.3. ПДЗ лестниц

ПДЗ лестниц придается особое значение, т.к. при пожаре лестницы используются для эвакуации людей, подъема пожарных, подачи ПТВ и огнетушащих средств, спасания людей, выноса материальных ценностей.

Технические решения ПДЗ лестниц обеспечивают изоляцию их от:

- подвалов;
- помещений на этажах здания;
- чердаков.

##### 5.1.4.3.1. Изоляция лестниц от подвалов в пожароопасных помещениях

Осуществляется путем устройства:

- обособленных (рис. 1.2. а) или самостоятельных (рис. 1.2. б) выходов из подвала

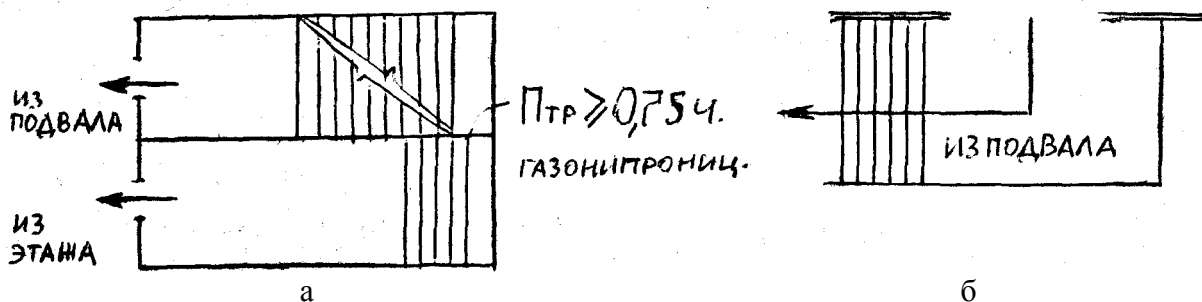


Рис. 1.2. **Название**

- входа из подвала в лестничные клетки через тамбур-шлюз;
- постоянным подпором воздуха.

##### 5.1.4.3.2. Изоляция лестниц от помещений на этажах здания

1. Ограждение лестниц стенами с нормируемыми ПТР и  $l_{тр}$  пылегазонепроницаемыми в течение требуемого (наперед обоснованного и нормированного) времени.

2. Исключение каких бы то ни было проемов (кроме дверных) во внутренних стенах лестничных клеток.

3. Поэтажные входы в лестничную клетку через дверные проемы, запрещенные плотными газонепроницаемыми полотнищами, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах, либо через тамбур-шлюзы с постоянным подпором воздуха (незадымляемая лестничная клетка 3 типа СНиП 2.01.02 - 85 п. 4.16).

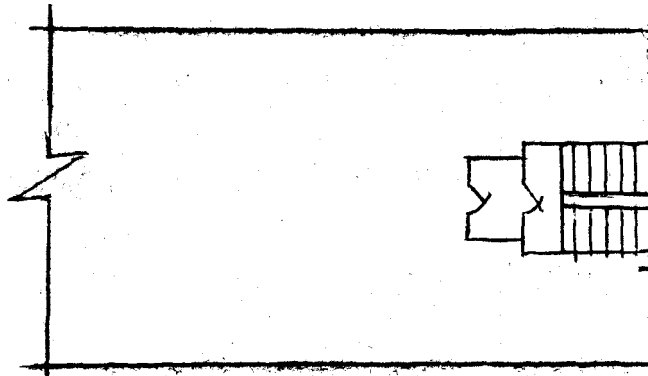


Рис. 5.3. **Название**

4. Создание избыточного давления воздуха (подпора) в лестничной клетке (незадымляемая лестничная клетка 2 типа).

5. Поэтажные входы в лестничную клетку через воздушную зону (лоджия, балконы и т.п. (незадымляемая лестничная клетка 1-го типа)

6. Устройство оконных проемов в наружных стенах либо дымовых люков в верхней части лестничной клетки для удаления дыма при пожаре.

7. Запрещение облицовки лестничной клетки сгораемыми М.

8. Запрещение устройства в лестничной клетке помещений, которые могут быть источником пожара или его развития (кладовые и т.п.)

#### 1.1.4.3.3. Изоляция лестниц от чердаков

Осуществляется с помощью нормирования  $P_{тр}$  и  $I_{тр}$  строительных конструкций, разделяющих лестничную клетку и чердак.

При решении задач ПДЗ зданий могут быть использованы как отдельные из перечисленных технических решений, так и их совокупности, а также комбинации.

В этой лекции мы говорили об основных технических решениях ПДЗ зданий, о том, как на сегодня задача решается в принципе (на понятийном уровне). Для того, чтобы эти принципы реализовать на практике, необходимо обосновать (нормировать) суммарную площадь дымоудаляющих проемов, суммарную площадь окон, их размеры, избыточное давление воздуха и т.д.

В последних лекциях этой темы мы и будем говорить о расчетных методах решения задач ПДЗ, устройстве и технических характеристиках элементах и систем ПДЗ.

А в последующих темах (№ 6, 7, 8) будем изучать требования нормативных документов в ПДЗ зданий различного назначения. При этом в зданиях различного назначения будут встречаться разные технические решения ПДЗ, нормативные величины одних и тех же технических решений не всегда будут одинаковы, но принципы этих решений, рассмотренные сегодня, будут неизменны.