



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Практические вопросы проектирования и устройства систем противодымной защиты. Часть 1

Докладчик: Колчев Борис, заместитель начальника отдела –
начальник сектора НИЦ НТП ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ ПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НОВОЕ В СИСТЕМЕ НОРМИРОВАНИЯ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



ТР ЕАЭС 043/2017 «Технический регламент Евразийского экономического союза
«О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения»

81. Технические средства, **функционирующие в составе систем противодымной вентиляции**, в зависимости от назначения должны выполнять одну или несколько задач, в том числе предотвращать при пожаре задымление помещений, лестничных клеток, лифтовых шахт, тамбур-шлюзов, зон безопасности с целью обеспечения безопасности людей и создания необходимых условий для выполнения пожарными подразделениями работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании и (или) сооружении.

82. Конструкции воздуховодов, **функционирующих в составе систем противодымной вентиляции**, должны быть огнестойкими и выполняться из негорючих материалов.

Узлы пересечения ограждающих строительных конструкций с воздуховодами, функционирующими в составе систем противодымной вентиляции, должны иметь предел огнестойкости не ниже пределов, требуемых для таких воздуховодов. При этом элементы опор (подвесок) конструкций указанных воздуховодов должны иметь пределы огнестойкости по установленным для воздуховодов числовым значениям только по признаку потери несущей способности.

Для уплотнения разъемных соединений (в том числе фланцевых) конструкций огнестойких воздуховодов, **функционирующих в составе систем противодымной вентиляции**, допускается применение только негорючих материалов.



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ ПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

83. Клапаны противопожарные нормально открытые и клапаны противопожарные нормально закрытые, **функционирующие в составе систем противодымной вентиляции**, должны оснащаться автоматически и дистанционно управляемыми приводами.

.....

86. Противодымные экраны (шторы, занавесы), **функционирующие в составе систем противодымной вентиляции**, должны быть оборудованы автоматическими и дистанционно управляемыми приводами (без термоэлементов) и выполнены из материалов на негорючей основе с рабочей длиной выпуска полотна, обеспечивающей ограничение распространения образующегося при пожаре дымового слоя.

87. **Фактические значения параметров технических средств, функционирующих в составе систем противодымной вентиляции** (в том числе пределов огнестойкости и сопротивления дымогазопроницанию), **должны устанавливаться по результатам испытаний** (измерений), проведенных в соответствии со стандартами, включенными в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований настоящего технического регламента и осуществления оценки (подтверждения) соответствия средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения.



СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» (с изменениями №1 и №2)

----- Раздел 3 -----

3.19 нижняя часть помещения (коридора): Часть помещения (коридора), защищаемого приточно-вытяжной противодымной вентиляцией, расположенная ниже дымового слоя при пожаре.

3.20 помещение с высокой плотностью пребывания людей: Помещение площадью 50 м² и более с постоянным или временным пребыванием людей числом более одного человека на 1 м² площади помещения, не занятой оборудованием и предметами интерьера.

----- Раздел 6 -----



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

6.10 Для предотвращения распространения продуктов горения при пожаре в помещения различных этажей по воздуховодам систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования должны быть предусмотрены следующие устройства:

а) противопожарные нормально открытые клапаны – на поэтажных сборных воздуховодах, **а также на воздухоприемных устройствах и устройствах подачи воздуха** в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, общественных, административно-бытовых (кроме санузлов, умывальных, душевых, бань, а также кухонь жилых зданий) и производственных помещений категорий В4 и Г;

б) воздушные затворы – на поэтажных сборных воздуховодах, **а также на воздухоприемных устройствах и устройствах подачи воздуха** в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору для жилых, общественных, административно-бытовых (в том числе для санузлов, умывальных, душевых, бань, а также кухонь жилых зданий) и производственных помещений категории Г.

Геометрические и конструктивные характеристики воздушных затворов должны обеспечивать при пожаре предотвращение распространения продуктов горения из коллекторов **через поэтажные сборные воздуховоды, а также через воздухоприемные устройства и устройства подачи воздуха** в помещения различных этажей; длину вертикального участка воздуховода воздушного затвора следует принимать расчетную, но не менее 2 м, **толщину листовой стали следует принимать не менее 0,8 мм. При размещении воздушных затворов совместно с коллектором внутри шахты по подпункту «б» пункта 6.18, их предел огнестойкости не нормируется, в остальных случаях предел огнестойкости должен составлять не менее EI 30.**



6.11

.....

Возможность установки противопожарного нормально открытого клапана в проеме ограждающей строительной конструкции с нормируемым пределом огнестойкости, **без его подключения к воздуховоду системы вентиляции со стороны возможного теплового воздействия**, выполненному из негорючих материалов с ненормируемым пределом огнестойкости, а также с нормируемым пределом огнестойкости, должна определяться по результатам процедуры подтверждения соответствия, согласно схемам испытаний по ГОСТ Р 53301-2013.

6.13 Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости (в том числе теплозащитные и огнезащитные покрытия в составе их конструкций) должны быть из негорючих материалов. При этом толщину листовой стали для воздуховодов следует принимать расчетную, но не менее 0,8 мм. Для уплотнения разъемных соединений таких конструкций (в том числе фланцевых) следует использовать негорючие материалы. Конструкции воздуховодов с нормируемыми пределами огнестойкости при температуре перемещаемого газа более 100 °С **кроме воздуховодов, проложенных в общих шахтах и соединенных ответвлениями с этажными, в том числе сборными воздуховодами** следует предусматривать с компенсаторами линейных тепловых расширений. Элементы креплений (подвески) конструкций воздуховодов должны иметь пределы огнестойкости не менее нормируемых для воздуховодов (по установленным числовым значениям, но только по признаку потери несущей способности) **в пределах обслуживаемого пожарного отсека и не менее нормируемых для строительных конструкций, к которым крепятся воздуховоды, за пределами обслуживаемого пожарного отсека.**



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ ПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

6.18 Транзитные воздуховоды и коллекторы систем любого назначения (**кроме систем противодымной вентиляции**) в пределах одного пожарного отсека допускается проектировать:

а) из материалов группы горючести Г1 при условии прокладки каждого воздуховода в отдельной шахте, кожухе или гильзе из негорючих материалов с пределом огнестойкости EI 30;

б) из негорючих материалов и с ненормируемым пределом огнестойкости при условии прокладки каждого воздуховода или коллектора в отдельной шахте с ограждающими конструкциями, имеющими предел огнестойкости не менее EI 45, и установки противопожарных нормально открытых клапанов на каждом пересечении воздуховодами ограждающих конструкций такой шахты **или воздушных затворов согласно подпункта «б» пункта 6.10;**

в) из негорючих материалов и **с ненормируемым пределом огнестойкости** при условии прокладки транзитных воздуховодов и коллекторов (кроме воздуховодов и коллекторов для производственных помещений категорий А и Б, а также для складов категорий А, Б, В1, В2) в общих шахтах с ограждающими конструкциями, имеющими предел огнестойкости не менее EI 45, и установки противопожарных нормально открытых клапанов на каждом воздуховоде, пересекающем ограждающие конструкции общей шахты;

г) из негорючих материалов **с ненормируемым пределом огнестойкости**, предусматривая при прокладке транзитных воздуховодов (кроме помещений и складов категорий А, Б, складов категорий В1, В2, а также жилых помещений) установку противопожарных нормально открытых клапанов при пересечении воздуховодами каждой противопожарной преграды и ограждающей строительной конструкции с нормируемыми пределами огнестойкости.

Пределы огнестойкости воздуховодов и коллекторов (кроме транзитных) **систем вентиляции любого назначения**, прокладываемых в помещениях для вентиляционного оборудования, а также воздуховодов и коллекторов, прокладываемых снаружи здания (**кроме систем вытяжной противодымной вентиляции**), не нормируются.



6.22 Противопожарные нормально открытые клапаны, устанавливаемые в проемах ограждающих строительных конструкций с нормируемыми пределами огнестойкости и (или) в воздуховодах, пересекающих эти конструкции, следует предусматривать с пределами огнестойкости:

- EI **60** — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды REI 150 и более;
- EI **45** — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды REI 60;
- EI 30 — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды или ограждающей строительной конструкции REI 45 (EI 45);
- EI 15 — при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды или ограждающей строительной конструкции REI 15 (EI 15).

----- Раздел 7 -----

7.2

.....

Тупиковые части коридоров в зданиях различного назначения не допускается разделять перегородками с дверями на участки длиной менее 15 м.



7.3 Требования пункта 7.2 не распространяются:

а) на помещения площадью до 200 м², оборудованные установками автоматического водяного или пенного пожаротушения (кроме помещений категорий А и Б, помещений, сообщающихся с незадымляемыми лестничными клетками типа Н2 или Н3, и закрытых автостоянок с парковкой при участии водителей);

.....

д) на коридоры (за исключением указанных в подпунктах «а», «б» пункта 7.2) без естественного проветривания при пожаре, если во всех помещениях, имеющих выходы в этот коридор, отсутствуют постоянные рабочие места и на выходах из этих помещений в указанный коридор установлены противопожарные двери в дымогазонепроницаемом исполнении с минимальным удельным сопротивлением дымогазопроницанию не менее $1,96 \cdot 10^5$ м³/кг; фактическое сопротивление дымогазопроницанию противопожарных дверей должно определяться в соответствии с ГОСТ Р 53303;

е) на помещения общественного назначения, встроенные или встроенно-пристроенные на нижнем надземном этаже жилых зданий, конструктивно изолированные от жилой части и имеющие эвакуационные выходы непосредственно наружу при наибольшем удалении этих выходов от любой части помещения не более 25 м и площади каждого помещения не более 800 м².



7.6

.....

Для защиты коридоров помещений общественного назначения по подпункту «е» пункта 7.3 и коридоров жилых помещений вышележащих этажей могут быть предусмотрены общие системы вытяжной противодымной вентиляции, если все указанные помещения расположены в одном пожарном отсеке.

7.8

.....

Длину коридора следует определять как сумму длин условно выделенных и последовательно расположенных участков прямоугольной формы или близкой к ней формы в плане.



7.9

.....

При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м² их необходимо конструктивно или при соответствующем расчетном обосновании, условно разделять на дымовые зоны, каждая площадью не более 3000 м², с учетом возможности возникновения пожара в одной из зон. Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, **должна быть определена расчетом** и составлять не более 1000 м².

При конструктивном разделении помещения противодымными экранами на дымовые зоны включение системы вытяжной противодымной вентиляции допускается предусматривать только в дымовой зоне с очагом пожара, а при условном разделении на дымовые зоны включение систем вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать одновременно во всех дымовых зонах помещения.

7.12 Вентиляторы для удаления продуктов горения следует размещать в отдельных помещениях с ограждающими строительными конструкциями, имеющими пределы огнестойкости не менее требуемых для конструкций пересекающих их воздуховодов (но не менее требуемых по пункту 6.9 для систем, защищающих различные пожарные отсеки с установкой вентиляторов в общем помещении) или непосредственно в защищаемых помещениях, а также в вентиляционных каналах при специальном исполнении вентиляторов. **Параметры воздушной среды в указанных отдельных помещениях с учетом тепловыделений при действии установленных в них вентиляторов должны соответствовать регламентированным условиям эксплуатации предприятий–изготовителей и поддерживаться при необходимости посредством дополнительного вентилирования таких помещений с расчетной кратностью воздухообмена.**



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ ПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

7.14 Подачу наружного воздуха при пожаре системами приточной противодымной вентиляции следует предусматривать:

.....

г) в тамбур-шлюзы **на этаже с очагом пожара** при незадымляемых лестничных клетках типа НЗ;

.....

и) в тамбур-шлюзы **на этаже с очагом пожара** при незадымляемых лестничных клетках типа Н2 в multifunctional зданиях и комплексах высотой более 28 м, в жилых зданиях высотой более 75 м, в общественных зданиях высотой более 50 м;

к) в нижние части помещений (**в том числе коридоров**), защищаемых системами вытяжной противодымной вентиляции, — для возмещения объемов удаляемых из них продуктов горения;

.....

р) в помещения безопасных зон **на этаже с очагом пожара**.

.....

В тамбур-шлюзы (лифтовые холлы) при выходах из лифтов в подвальный и подземные этажи зданий различного назначения не допускается подача воздуха через противопожарные нормально закрытые клапаны из объема лифтовых шахт, если основной посадочный этаж этих лифтов расположен на уровне нижнего надземного этажа здания, а шахты таких лифтов защищены системами приточной противодымной вентиляции с подачей наружного воздуха в них не ниже уровня основного посадочного этажа. При размещении безопасных зон в лифтовых холлах не допускается подача воздуха в эти холлы через противопожарные нормально закрытые клапаны из примыкающих лифтовых шахт.



7.17

.....

ж) минимальное расстояние между дымоприемным устройством системы вытяжной противодымной вентиляции и приточным устройством системы приточной противодымной вентиляции, указанной в подпункте «к» пункта 7.14, должно быть не менее 1,5 метра по вертикали.

----- Раздел 8 -----

8.5 Для естественного проветривания коридоров при пожаре следует предусматривать открываемые оконные или иные проемы в наружных ограждениях с расположением верхней кромки не ниже 2,5 м **и нижней кромки не выше 1,5 м** от уровня пола и шириной не менее 1,6 м на каждые 30 м длины коридора. **Запорные устройства или механизмы приводов должны быть доступны для свободного и неограниченного ручного открывания заполнений таких проемов при расположении соответствующих конструктивных элементов (рычагов, ручек и др.) не выше 2 м от уровня пола.**

Для естественного проветривания помещений при пожаре необходимы аналогичные открываемые проемы в наружных ограждениях шириной не менее 0,24 м на 1 м длины наружного ограждения помещения при максимальном расстоянии от его внутренних ограждений не более 20 м, а для помещений с наружными ограждениями на противоположных фасадах зданий — при максимальном расстоянии не более 40 м между этими ограждениями. **При этом длина наружного ограждения должна быть не меньше 1/3 суммы длин внутренних ограждений помещения.**



СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности»

Раздел 7

7.1.6 В высотной части здания приемные устройства наружного воздуха и выброса в атмосферу вытяжного допускается размещать на фасаде зданий с учетом требований разделов 6, 7 СП 7.13130.2013. **Допускается предусматривать общие приемные устройства наружного воздуха** для систем приточной общеобменной (кроме систем, обслуживающих помещения категории В1) и для систем приточной ПДВ смежных пожарных отсеков при условии установки противопожарных нормально открытых клапанов на воздуховодах приточных систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ими ограждений помещения для вентиляционного оборудования.

Для указанных клапанов должен быть предусмотрен автоматический контроль целостности линий электроснабжения и управления, состояния конечного положения заслонок (створок), с выдачей сигнала об аварии на пульт диспетчерской службы. Автоматический перевод в закрытое положение заслонок (створок) таких клапанов должен осуществляться обесточиванием электроприемников систем общеобменной вентиляции, в составе которых предусмотрена установка таких клапанов.



7.1.6

.....

Во всех случаях приемные устройства наружного воздуха систем приточной ПДВ, расположенные на фасаде, должны быть предусмотрены на расстоянии не менее 15 м по вертикали (от края до края) и не менее 5 м (от края до края) по горизонтали от оконных проемов с неогнестойким остеклением.

На таких устройствах должна быть предусмотрена установка дымовых извещателей или других типов извещателей, реагирующих на дым, по управляющим сигналам которых предусматривается отключение системы приточной ПДВ, включая закрытие противопожарных нормально закрытых клапанов в составе этой системы.

7.1.9 Допускается транзитная прокладка воздуховодов систем общеобменной вентиляции, а также систем приточной ПДВ через тамбур-шлюзы, лифтовые холлы и лестничные клетки при условии обеспечения предела огнестойкости (по потере целостности и теплоизолирующей способности) транзитных воздуховодов не менее установленных для ограждающих строительных конструкций, выгораживающих пересекаемые помещения и объемы, а также обеспечения нормативных параметров путей эвакуации по ширине и высоте в соответствии с требованиями СП 1.13130.



7.1.10

.....

Возможность применения огнезащитных покрытий в составе спирально-замковых, а также бесфланцевых (ниппельных) воздухопроводов должна быть подтверждена документом оценки соответствия по методу, установленному ГОСТ Р 53299. Применение самоклеящихся огнезащитных покрытий, фиксирующих огнезащитное покрытие самоклеящихся фольгированных лент, межфланцевых уплотнений и герметиков группы горючести Г1 в составе воздухопроводов с нормируемым пределом огнестойкости **не допускается.**



7.1.15

.....

Допускается в высотном здании с различными планировочными решениями на этажах (с общим коридором или со свободной планировкой) **устройство общих систем вытяжной ПДВ, предназначенных для защиты коридоров (холлов) и помещений общественного (за исключением помещений с массовым пребыванием людей) и административного назначения, при одновременном выполнении следующих условий:**

- не допускается подключение на одном этаже сообщающихся коридоров (холлов) и помещений;
- площадь помещения, подключаемого к общей системе вытяжной ПДВ, в пределах этажа не должна превышать установленную 5.2;
- система обеспечивает удаление продуктов горения с большим из полученных расчетных значений массовым расходом;
- пределы огнестойкости элементов инженерного оборудования системы соответствуют установленным для систем, обеспечивающих удаление продуктов горения из помещений;
- в составе системы применены противопожарные нормально закрытые клапаны, для которых предусмотрен автоматический контроль целостности линий электроснабжения и управления, состояния конечного положения заслонок (створок), с выдачей сигнала об аварии на пульт диспетчерской службы. В составе указанных клапанов допускается применение только реверсивных сервоприводов, обеспечивающих возврат заслонок (створок) в первоначальное положение в дистанционном режиме.



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ ПП и ПЧСП
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

7.1.16 При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью 3000 м² и более их необходимо **конструктивно разделять** на дымовые зоны площадью не более 3000 м² каждая с учетом возможности возникновения пожара в одной из таких зон. Максимальная длина дымовой зоны вдоль любой из осей **не должна превышать 60 м**. Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна быть определена расчетом и составлять не более 500 м².

7.1.17 Допускается размещение дымоприемных устройств систем вытяжной ПДВ **в объеме за подвесными или подшивными потолками** при условии наличия равномерно распределенных проемов общей площадью более 25 % площади геометрического сечения помещения или коридора на высоте расположения подвесных или подшивных потолков.

7.1.21 **Во избежание нарушения дымового слоя приточным воздухом**, подаваемым системами приточной ПДВ в помещения, защищаемые вытяжной ПДВ (включая встроенно-пристроенные закрытые стоянки автомобилей), **верхняя граница устройств подачи наружного воздуха должна быть расположена на расстоянии 1,0 м и более от основания дымового слоя**. При невозможности соблюдения данного условия скорость подаваемого воздуха должна быть **ограничена значением 1,0 м/с** в плоскости «живого» сечения приточного устройства, при этом не допускается размещение таких устройств в дымовом слое, в т. ч. частично.

7.1.23

.....

Время перевода в закрытое положение противопожарных нормально открытых клапанов в составе систем общеобменной вентиляции **не должно превышать 60 с** с момента обесточивания электроприемников указанных систем.



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Примеры расчетов и методика подхода к устройству систем противодымной вентиляции. Часть 2



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Определение требуемого количества дымоприемных устройств в составе систем вытяжной противодымной вентиляции помещений с очагом пожара

СП 7.13130.2013:

7.9 Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна составлять **не более 1000 м²**

Изм. №1 к СП 7.13130.2013:

7.9 Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, **должна быть определена расчетом и составлять не более 1000 м².**



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

$$V_{max} = 4.16\gamma d^{5/2} \left(\frac{T_s - T_o}{T_o} \right)^{1/2}$$

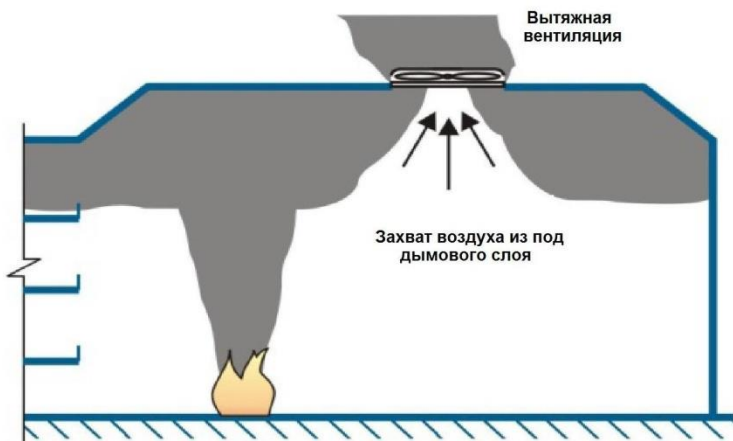
$$S_{min} = 0.9V_{max}^{1/2}$$

где V_{max} – максимальный расход продуктов горения, удаляемых через одно дымоприемное устройство при T_s , м³/с; γ – коэффициент, учитывающий местоположение вытяжного устройства (безразмерный), равный 1.0, при горизонтальном расположении устройства и размещении его на расстоянии (L) от его оси до стены или перегородки $2D_i$ и более; 0.5 – в остальных случаях, включая вертикальное размещение; D_i – эквивалентный гидравлический диаметр дымоприемного устройства, м, определяемый соотношением $4F/\Pi$ (F – площадь дымоприемного устройства, м²; Π – его периметр, м); d – расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного устройства, м; T_s – температура дымового слоя, К; T_o – температура окружающей среды, К; S_{min} – минимальное расстояние между дымоприемными устройствами (от края до края), м.

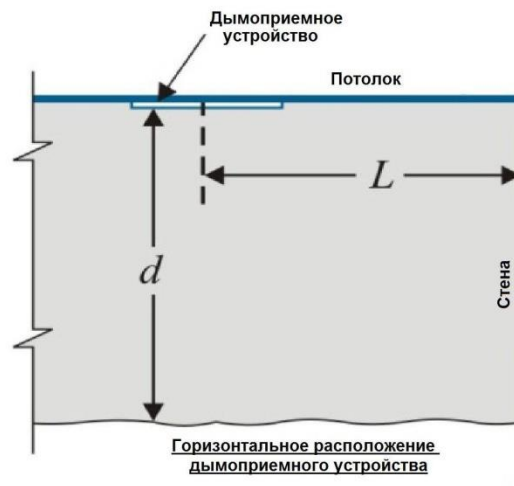
Во всех случаях, расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного устройства должно удовлетворять неравенству: $d \geq 2D_i$



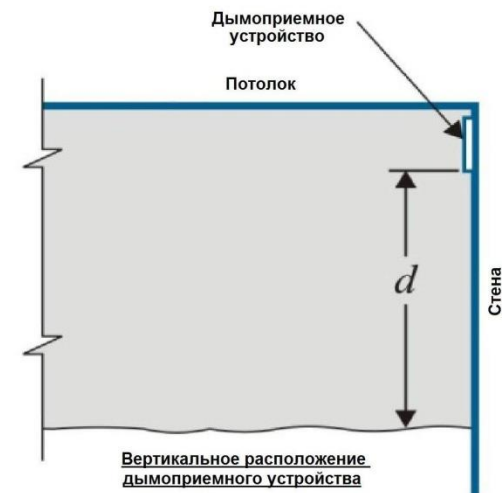
Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного оборудования НИЦ НТП ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России



Захват воздуха из под дымового слоя может быть причиной нарушения работы системы вытяжной противодымной вентиляции



Горизонтальное расположение дымоприемного устройства

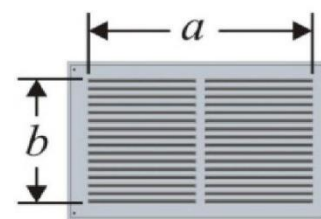


Вертикальное расположение дымоприемного устройства

$$V_{max} = 4.16\gamma d^{5/2} \left(\frac{T_s - T_o}{T_o} \right)^{1/2}$$

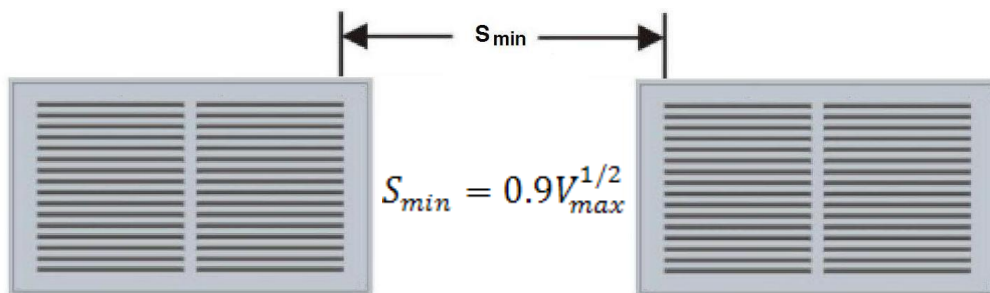
$$L < 2D_i; \gamma = 0.5$$

$$L \geq 2D_i; \gamma = 1.0$$



Дымоприемное устройство

$$D_i = \frac{4F}{\Pi} = \frac{4ab}{2(a+b)}$$





Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:

$$G_{sm} = 10 \text{ кг/с};$$

$$T_s = 200 \text{ °C (473 K)};$$

$$T_o = 20 \text{ °C (293 K)};$$

$$d = 0.5 \text{ м};$$

$$\gamma = 1.0.$$

Определить:

Требуемое кол-во дымоприемных устройств (N), шт.;

Минимальное расстояние между ними (S), м;

Максимальное сечение дымоприемного устройства (a × b), м

Р е ш е н и е:

$$V_{max} = 4.16 \gamma d^{5/2} \left(\frac{T_s - T_o}{T_o} \right)^{1/2} = 4.16 \cdot 1.0 \cdot 0.5^{5/2} \left(\frac{473 - 293}{293} \right)^{1/2} = 0.58 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

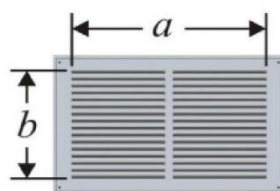
$$S_{min} = 0.9 V_{max}^{1/2} = 0.9 \cdot 0.58^{1/2} = 0.68 \text{ м}$$

$$Q_{sm} = \frac{G_{sm} T_{sm}}{353} = \frac{10 \cdot 473}{353} = 13.4 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$N = \frac{Q_{sm}}{V_{max}} = \frac{13.4}{0.58} = 23.1 \text{ шт.}$$

$$D_i \leq \frac{d}{2} \leq \frac{0.5}{2} \leq 0.25 \text{ м}$$

$$D_i = \frac{4 \cdot 0.3 \cdot 0.2}{2 \cdot (0.3 + 0.2)} = 0.24 \text{ м}$$

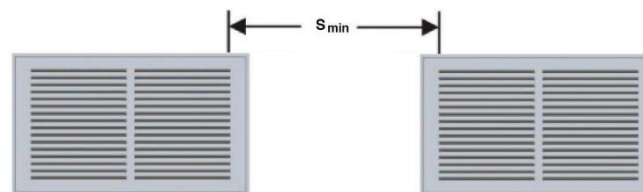


При к.ж.с. 0.7

$$a = 350 \text{ мм};$$

$$b = 250 \text{ мм};$$

$$N = 24 \text{ шт.}$$



$$S_{min} = 0.68 \text{ м}$$



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Результаты расчетов с различными значениями **d** (расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного устройства, м) представлены в таблице:

Д а н о:

О п р е д е л е н о:

№ п/п	G_{sm}	Q_{sm}	d	γ	T_s	T_o	a × b	V_{max}	D_i	N	S_{min}
1	10.0	13.4	0.5	1.0	473	293	300 × 200	0.58	0.25	24	0.68
2	10.0	13.4	0.5	0.5	473	293	300 × 200	0.29	0.25	48	0.48
3	10.0	13.4	1.0	1.0	473	293	300 × 200	3.26	0.50	5	1.47
4	10.0	13.4	1.0	0.5	473	293	500 × 500	1.63	0.50	9	1.10
5	10.0	13.4	1.5	1.0	473	293	800 × 700	8.99	0.75	2	2.33
6	10.0	13.4	1.5	0.5	473	293	800 × 700	4.49	0.75	3	1.90



Условия конструктивного или условного разделения на дымовые зоны помещений площадью более 3000 м²

СП 7.13130.2013:

3.6 дымовая зона: Часть помещения, защищаемая автономными системами вытяжной противодымной вентиляции, **конструктивно** выделенная из объема этого помещения в его верхней части при применении систем с естественным побуждением.

7.9 При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м² их необходимо **конструктивно** или **условно** разделять на дымовые зоны, каждая площадью не более 3000 м², с учетом возможности возникновения пожара в одной из зон.

Изм. №1 к СП 7.13130.2013:

7.9 При удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м² их необходимо конструктивно или **при соответствующем расчетном обосновании условно** разделять на дымовые зоны, каждая площадью не более 3000 м², с учетом возможности возникновения пожара в одной из зон.



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дымовая зона №1

Дымовая зона №2

$$(T_s - T_o) \geq 20 - \text{условно}$$

Условное разделение на дымовые зоны

ИЛИ



T_s – температура дымового слоя, К;

T_o – температура окружающей среды, К

Дымовая зона №1

Дымовая зона №2

$$(T_s - T_o) < 20 - \text{конструктивно}$$

Конструктивное разделение на дымовые зоны



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:

$$Q_f = 5000 \text{ кВт}$$

$$S_{\text{пом}} = 3600 \text{ м}^2 (60 \times 60 \text{ м})$$

$$H_{\text{пом}} = 3.5 \text{ м}$$

$$h_{\text{sm}} = 1.0 \text{ м}$$

$$T_o = 20 \text{ °C} (293 \text{ К});$$

$$r = 0.75$$

Определить:

Расход удаляемых продуктов горения (G_{sm}), кг/с;

Среднюю температуру дымового слоя (T_{sm}), К

Необходимость конструктивного разделения помещения на дымовые зоны площадью до 3000 м², каждая.

Р е ш е н и е

(по МР ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013»):

$$z_l = 0.166(rQ_f)^{2/5} = 0.166 \cdot (0.75 \cdot 5000)^{2/5} = 4.46 \text{ м}$$

$$z = H_{\text{пом}} - h_{\text{sm}} = 3.5 - 1.0 = 2.5 \text{ м}$$

$$z_l > z$$

$$G_k = 0.032(rQ_f)^{3/5}(H_{\text{пом}} - h_{\text{sm}}) = 0.032 \cdot (0.75 \cdot 5000)^{3/5}(3.5 - 1.0) = 11.16 \text{ кг/с}$$

$$T_k = T_o + \frac{rQ_f}{c_{pk}G_k} = 293 + \frac{0.75 \cdot 5000}{1.1293 \cdot 11.16} = 590.5 \text{ К}$$

$$c_{pk} = a(1 + \exp(b - cT_k))^{-1/d} = 1.3616(1 + \exp(7.0066 - 0.0053 \cdot 590.5))^{-1/20.7611} = 1.1293 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

$$T_{sm} = T_o + \frac{c_{psm}}{c_{pk}} \frac{rQ_f}{\alpha(h_{sm}l_{sm} + A_{sm})} \left[1 - \exp\left(\frac{-\alpha(h_{sm}l_{sm} + A_{sm})}{c_{psm}G_k}\right) \right] =$$
$$= 293 + \frac{1,0641}{1,1287} \cdot \frac{0,75 \cdot 5000}{0,0142(1,0 \cdot 240 + 3600)} \cdot \left[1 - \exp\left(\frac{-0,0142(1,0 \cdot 240 + 3600)}{1,0641 \cdot 11,16}\right) \right] = 357,2 \text{ К}$$

$$\alpha = 0,01163 \exp(0,0023(T_{sm} - 273)) = 0,01163 \exp(0,0023(357,2 - 273)) = 0,0142 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$$

$$c_{psm} = a(1 + \exp(b - cT_{sm}))^{-1/d} = 1,3616(1 + \exp(7,0066 - 0,0053 \cdot 357,2))^{-1/20,7611} = 1,0641 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

$$(T_s - T_o) \geq 20 - \text{условно}$$

$$357,2 - 293 = 64,2 \text{ град}$$



Допускается предусмотреть **условное** деление помещения на дымовые зоны



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Результаты расчетов с различными значениями Q_f (мощность тепловыделения при пожаре) представлены в таблице:

Д а н о:

О п р е д е л е н о:

№ п/п	Q_f	$S_{\text{пом}}$	$H_{\text{пом}}$	$h_{\text{см}}$	T_o	G_k	T_k	$T_{\text{см}}$	$T_{\text{см}} - T_o$	Деление на ДЗ
1	5000	3600	3.5	1.0	293	11.16	590.5	359.1	64.2	условно
2	3000	3600	3.5	1.0	293	8.21	539.0	334.2	41.2	условно
3	2000	3600	3.5	1.0	293	6.44	504.0	321.5	28.5	условно
4	1350	3600	3.5	1.0	293	5.09	474.6	312.7	19.7	конструктивно

Примечание: ДЗ – дымовая зона



Определение площади очага пожара в помещениях, не оборудованных спринклерной установкой пожаротушения

Методические рекомендации ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий:

Раздел 3.1. ...Для решения указанного уравнения необходимо дополнительное использование зависимостей **для мощности тепловыделения очага пожара** и средней температуры дымового слоя:

$$Q_f = \eta Q_{\text{нсп}}^p \psi_{\text{ср}} F_0$$

где Q_f – мощность тепловыделения очага пожара, кВт; η – полнота сгорания пожарной нагрузки; $Q_{\text{нсп}}^p, \psi_{\text{ср}}$ – параметры пожарной нагрузки помещения; **F_0 – площадь очага пожара, м²**.



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

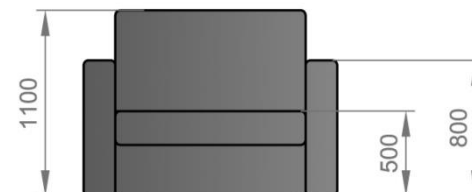
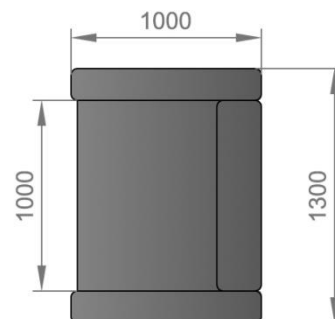
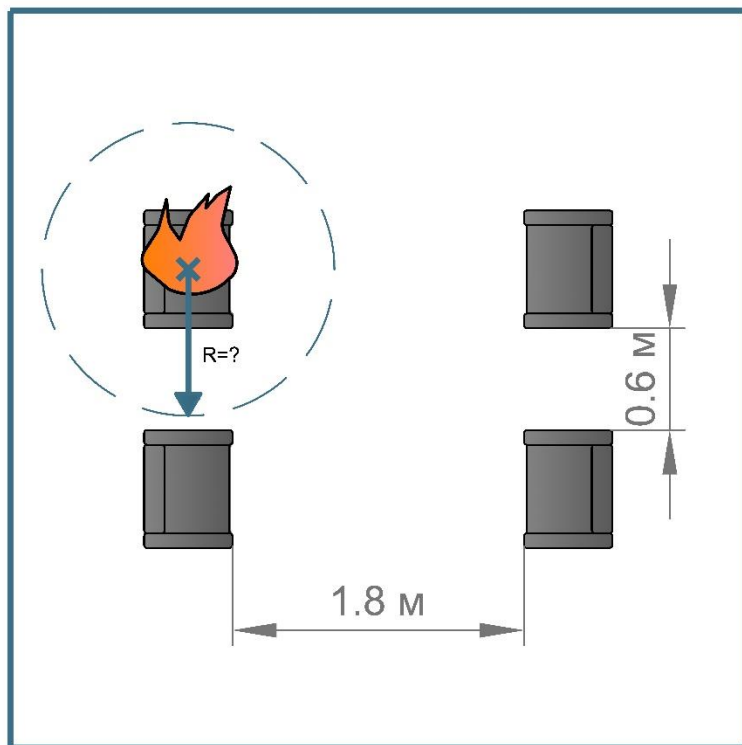
$$R = \sqrt{\frac{Q_r}{4\pi q_r}}$$

где R – минимальное расстояние от геометрического центра горизонтальной проекции предмета мебели (интерьера), в котором произошло возгорание, до тепловоспринимающей поверхности соседнего горючего предмета мебели (интерьера), м; Q_r – радиационная составляющая мощности тепловыделения очага пожара, кВт ($Q_r = (1-r)Q_f$, где Q_f – мощность тепловыделения очага пожара, кВт; r – коэффициент, характеризующий теплопотери на излучение и равный 0,75); q_r – плотность теплового потока направленного по нормали к тепловоспринимающей поверхности предмета мебели (интерьера), кВт/м². Плотность теплового потока (q_r) должна приниматься равной 10 кВт/м² при наличии на тепловоспринимающей поверхности тонкослойных воспламеняющихся твердых материалов (бумага, картон, упаковочная пленка, ткань и пр.) или 20 кВт/м² при тепловоспринимающей поверхности, состоящей из других горючих материалов (дерево, фанера, пластик и т.п.).



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:



Определить:

расстояние (R) от геометрического центра горизонтальной проекции кресла с очагом пожара, на котором достигается предельная величина плотности теплового потока (10 кВт/м^2)



Р е ш е н и е:

$$F_o = 1.0 \cdot 1.3 + 1.0 \cdot 0.8 \cdot 2 + 0.5 \cdot 1.0 + 0.15 \cdot 0.8 \cdot 4 + 1.1 \cdot 1.0 = 4.98 \text{ м}^2$$

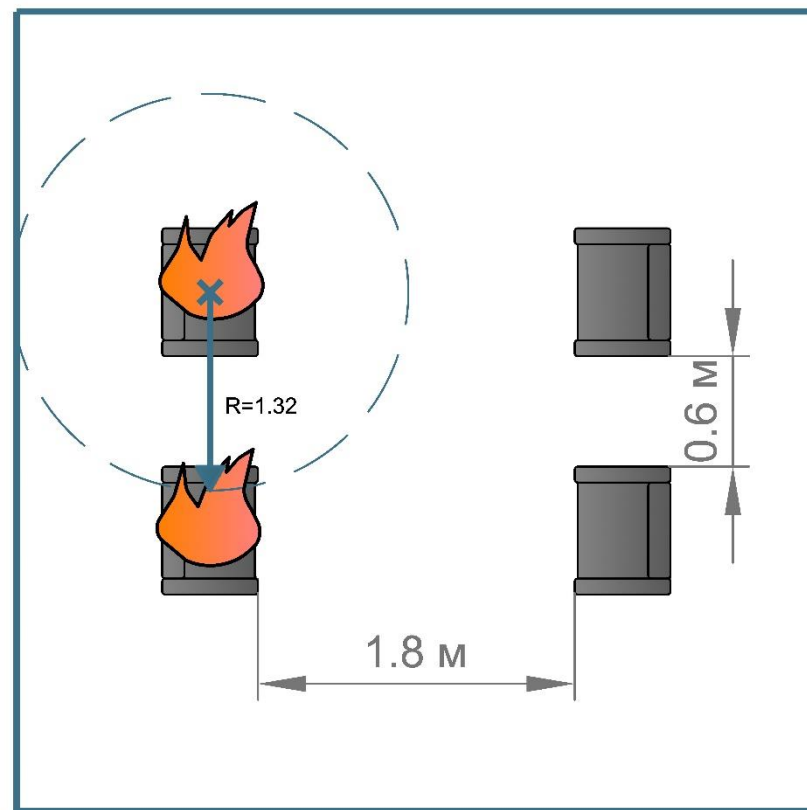
$$Q_f = 0.9 \cdot 14400 \cdot 0.0135 \cdot 4.98 = 871.3 \text{ кВт}$$

$$Q_r = 0.25 \cdot 871.3 = 217.8 \text{ кВт}$$

$$R = \sqrt{\frac{217.8}{4 \cdot 3.14 \cdot 10}} = 1.32 \text{ м}$$

$$Q_{f1,2} = 2 \cdot 871.3 = 1742.6 \text{ кВт}$$

Важно: метод применим только для помещений, защищаемых приточно-вытяжной противодымной вентиляцией, а также для помещений с режимом развития пожара ПРН





Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Справочные данные удельной по мощности тепловыделения помещений различного функционального назначения (**без спринклерной АУП**), указанные в EN 12101-5, представлены в таблице :

Функциональное назначение помещения	Площадь пожара, F_0 , м ²	Удельная мощность тепловыделения q_f кВт/м ²
Торговый зал	Всё помещение	1200
Офис	47,0	255
Гостиничной номер (апартаменты, квартира)	Всё помещение	100

$$Q_f = q_f F_0$$



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Справочные данные по мощности тепловыделения различных типов пожарной нагрузки, указанные в Handbook of Smoke Control Engineering, представлены в таблице :

Тип пожарной нагрузки	Мощность тепловыделения Q_f кВт	Время достижения максимального значения, сек
Деревянная палета	$Q_f=919LW(1+2.14H)(1-0.03M)$ см. прим.	-
Детская кровать	500	-
Диван	3200	~ 250
Мягкое кресло	2100	~ 250
Матрас с наполнителем из полиуретановой пены	1700	~ 520
Кровать (матрас, подушки и одеяла)	3000	~ 520
Шкаф для одежды (с одеждой из хлопчатобумажной и полиэстеровой тканей) из фанеры толщиной 12,7 мм	6300	~ 120

Примечание: L – длина, м; W – ширина, м; H – высота, м; M – влажность, %)



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Тип пожарной нагрузки	Мощность тепловыделения $Q_{\text{р}}$ кВт	Время достижения максимального значения, сек
То же – из фанеры толщиной 3,2 мм	3500	~ 120
То же – металлический	770	-
Новогодняя ёлка (пихта)	~ 4200	~ 30
То же – сосна	~ 5100	~ 100
Киоск розничной торговли (футболки, канцелярия и пр.) 1.2 × 1.2 × 2.1 м	1760	1200
Офисное рабочее место ограниченное перегородками с 2-х сторон (2 стола, стул)	1700	~ 320
То же – полка, стол (один), стул	3200	~ 450

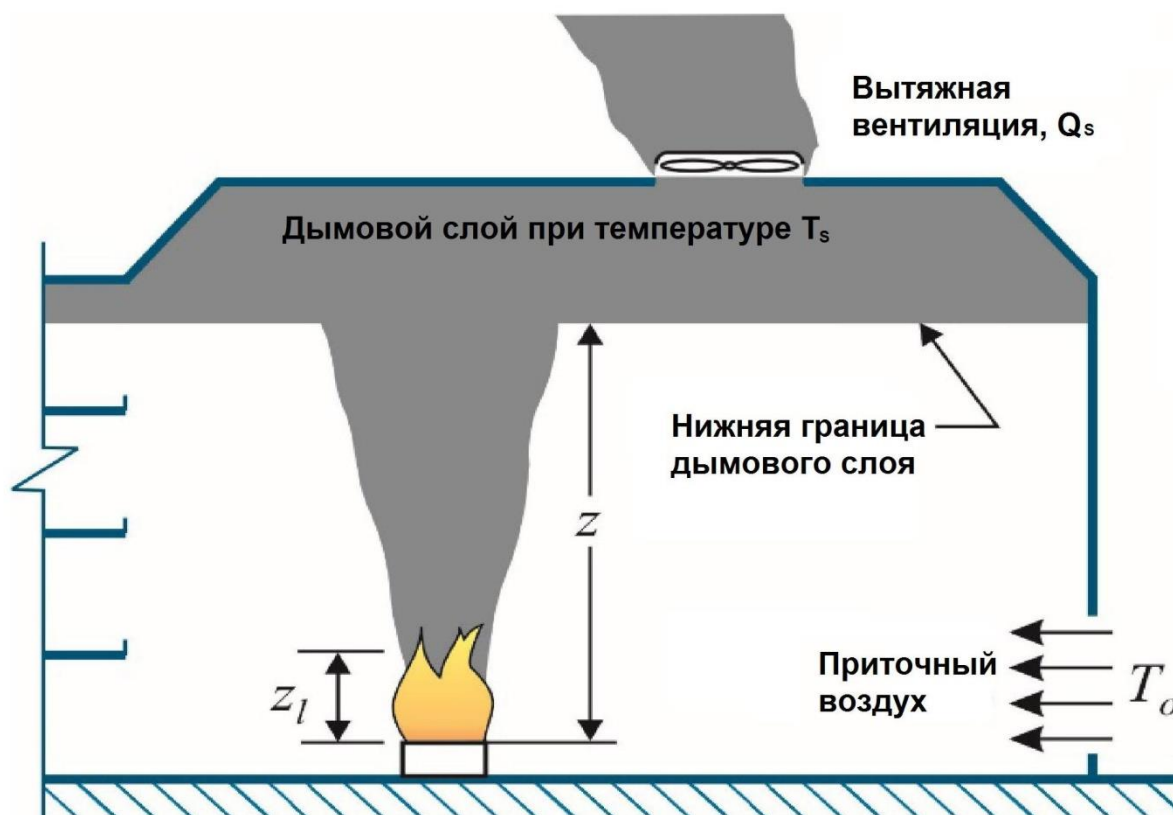


Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Тип пожарной нагрузки	Мощность тепловыделения Q_p , кВт	Время достижения максимального значения, сек
То же – полка, стол (один), стул	~ 3200	~ 450
То же – полка, стол (один), стул, ограниченное с 3-х сторон перегородками	~ 6500	~ 550
То же – полка, стол (один), стул, ограниченное с 4-х сторон перегородками	7500	~ 330
Система парковки типа «клаус» для 2-х автомобилей	8500	720
Контейнер для мусора	300	800



Определение требуемых параметров систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, обеспечивающих защиту многосветных помещений (атриумов) с очагом пожара в основании атриума





Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:

$$Q_f = 5000 \text{ кВт}$$

$$H_{\text{пом}} = 15.0 \text{ м}$$

$$h_{\text{см}} = 3.0 \text{ м}$$

$$T_o = 20.0 \text{ }^{\circ}\text{C} (293 \text{ К});$$

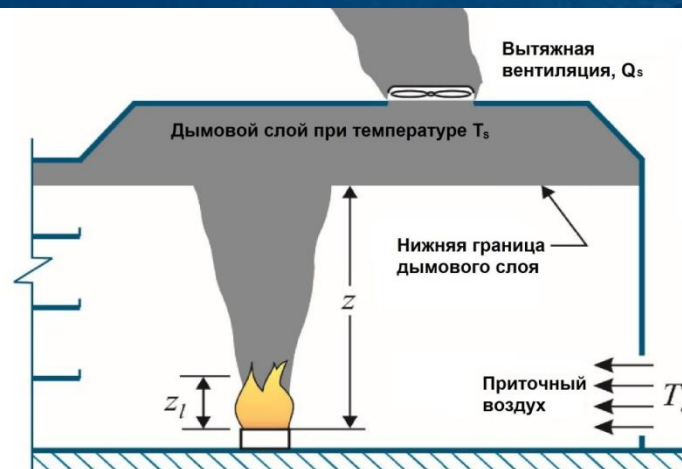
$$T_{\text{см}} = 60.0 \text{ }^{\circ}\text{C} (333 \text{ К});$$

$$r = 0.75$$

Определить:

Массовый расход удаляемых продуктов горения ($G_{\text{см}}$), кг/с;

Объемный расход удаляемых продуктов горения ($Q_{\text{см}}$), м³/ч



Р е ш е н и е

(по МР ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013»):

$$z_l = 0.166(rQ_f)^{2/5} = 0.166 \cdot (0.75 \cdot 5000)^{2/5} = 4.46 \text{ м}$$

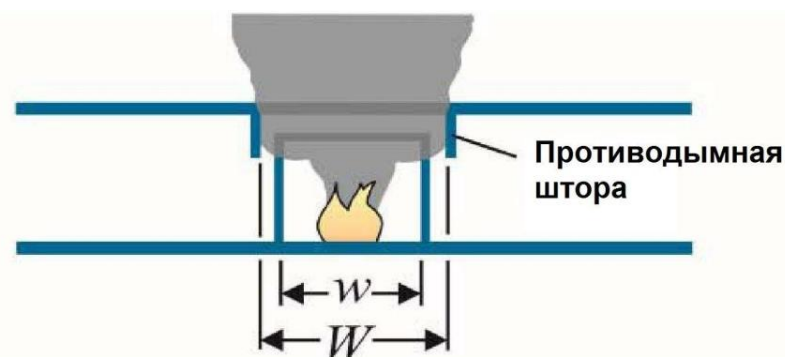
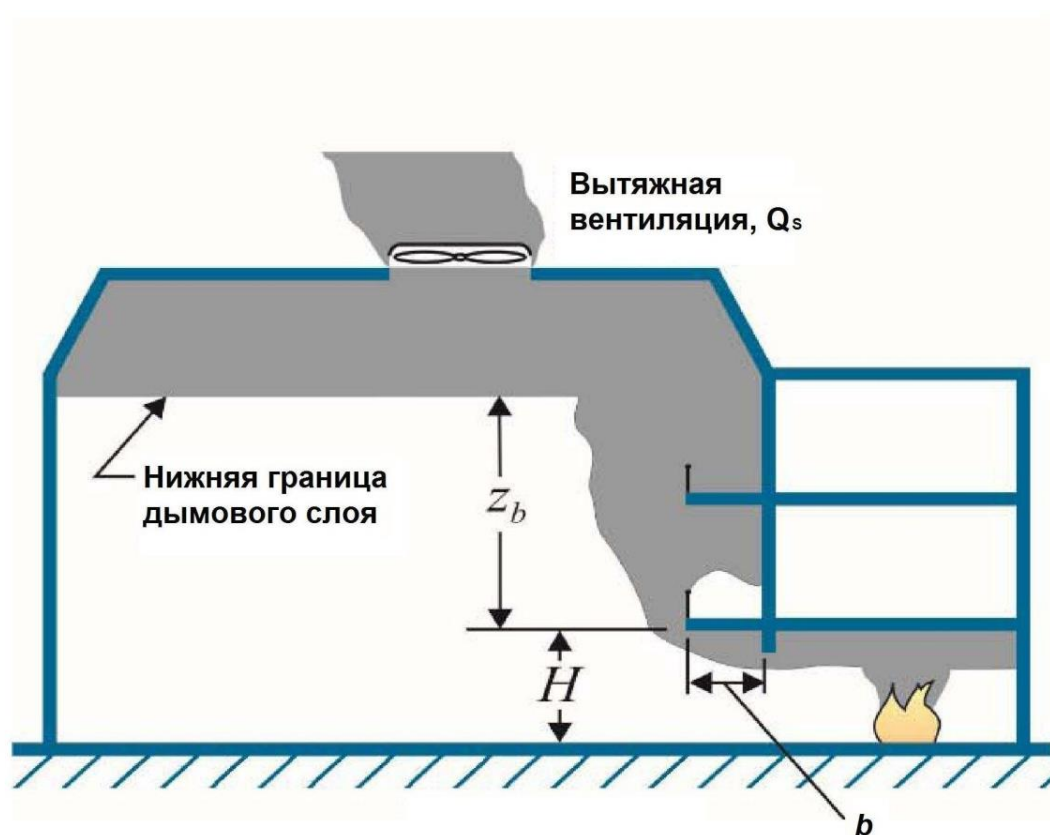
$$z = H_{\text{пом}} - h_{\text{см}} = 15.0 - 3.0 = 12.0 \text{ м}$$

$$z_l < z$$

$$\begin{aligned} G_k &= 0.071(rQ_f)^{1/3} (H_{\text{пом}} - h_{\text{см}})^{5/3} + 0.0018(rQ_f) = \\ &= 0.071(0.75 \cdot 5000)^{1/3} (15.0 - 3.0)^{5/3} + 0.0018(0.75 \cdot 5000) = 76.1 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \\ G_k &= G_{\text{см}} = 76.1 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad Q_{\text{см}} = \frac{G_{\text{см}}}{\rho_{\text{см}}} = 3600 \frac{333 \cdot 76.1}{353} = 258\,438 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \end{aligned}$$



Определение требуемых параметров систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, обеспечивающих защиту многосветных помещений (атриумов) с очагом пожара под балконом (галереей)





Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:

$$Q_f = 5000 \text{ кВт}$$

$$H_{\text{пом}} = 15.0 \text{ м}$$

$$H = 3.0 \text{ м}$$

$$w = 3.0 \text{ м}$$

$$b = 3.0 \text{ м}$$

$$h_{\text{см}} = 3.0 \text{ м}$$

$$T_o = 20.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (293 K);}$$

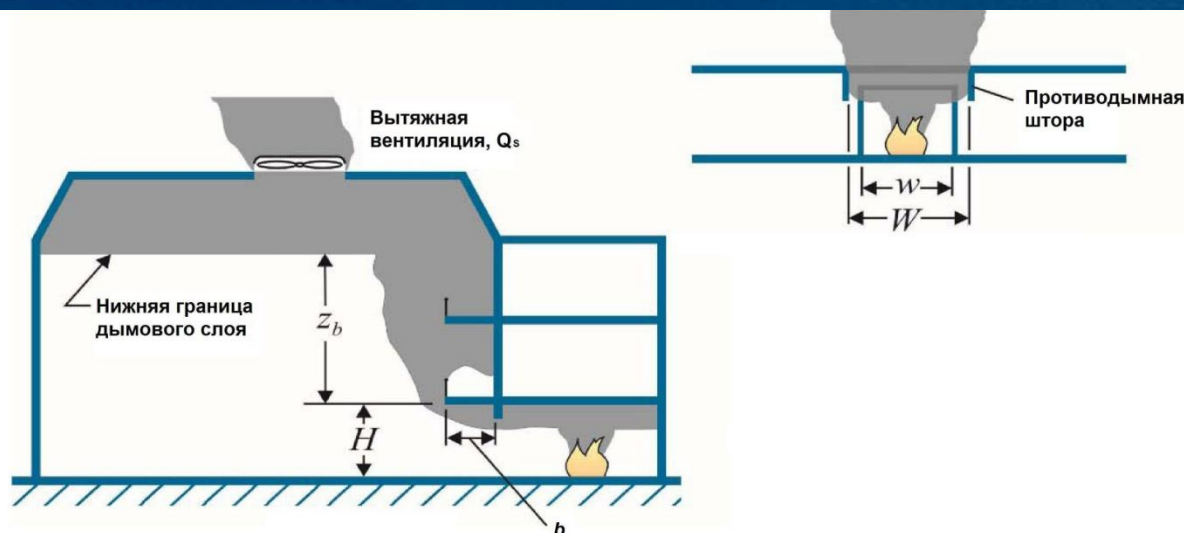
$$T_{\text{см}} = 40.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (313 K);}$$

$$r = 0.75$$

Определить:

Массовый расход удаляемых продуктов горения ($G_{\text{см}}$), кг/с;

Объемный расход удаляемых продуктов горения ($Q_{\text{см}}$), м³/ч



Р е ш е н и е

(по МР ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013»):

$$z_b = H_{\text{пом}} - h_{\text{см}} - H = 15.0 - 3.0 - 3.0 = 9.0 \text{ м}$$

$$z_b < 15 \text{ м}$$

$$W = w + b = 3.0 + 3.0 = 6.0 \text{ м}$$

$$G_k = 0.36(Q_f W^2)^{1/3} (z_b + 0.25H) = 0.36(5000 \cdot 6.0^2)^{1/3} (9.0 + 0.25 \cdot 3.0) = 198.2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_k = G_{\text{см}} = 198.2 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad Q_{\text{см}} = \frac{G_{\text{см}}}{\rho_{\text{см}}} = 3600 \frac{313 \cdot 198.2}{353} = 632 \, 668 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дополнение к расчетным зависимостям МР ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров
зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013»):

Если $z_b \geq 15$ м и $W < 10$ м, то:

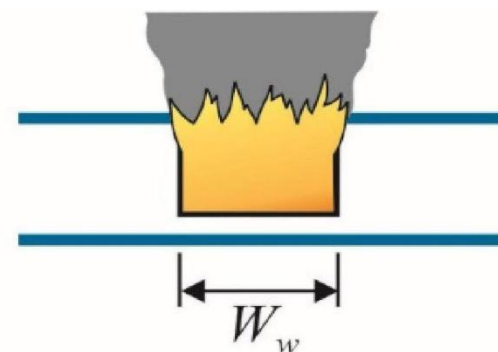
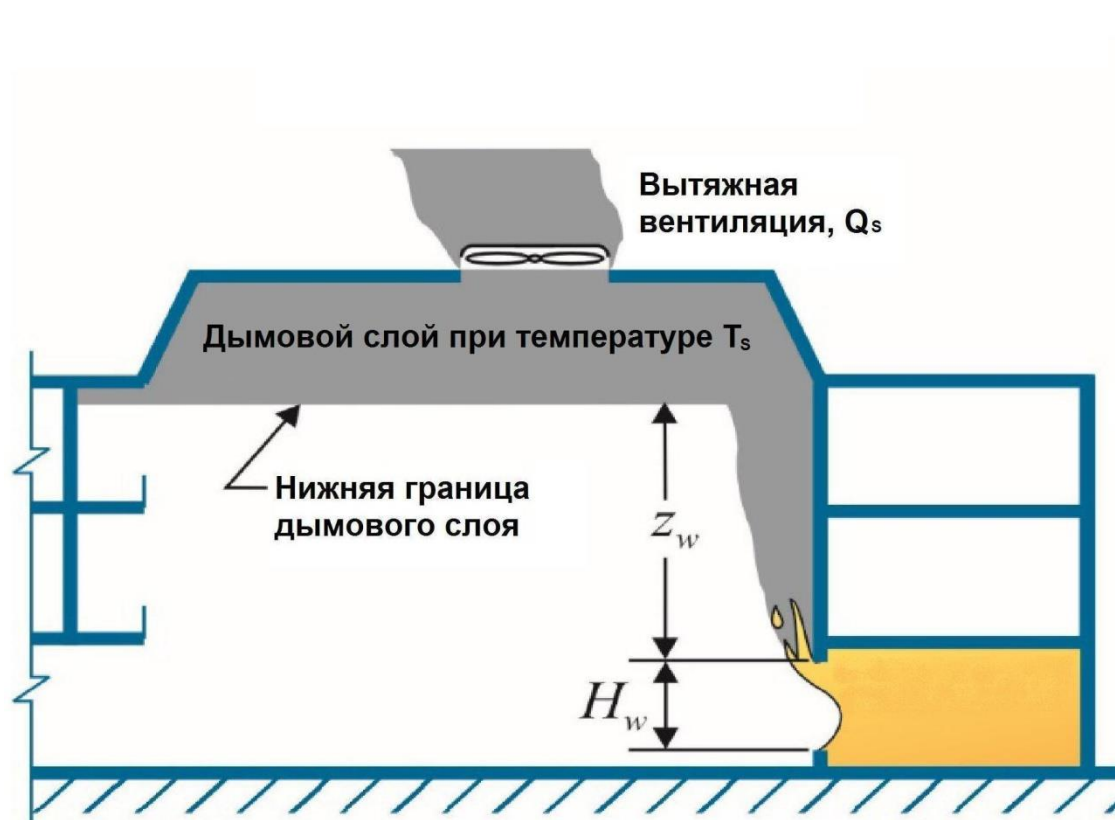
$$G_k = 0.59(rQ_f)^{1/3} W^{1/5} (z_b + 0.17W^{7/15}H + 10.35W^{7/15} - 15)$$

Если $z_b \geq 15$ м и $10 \leq W \leq 14$ м, то:

$$G_k = 0.2(rQ_f W^2)^{1/3} (z_b + 0.51H + 15.75)$$



**Определение требуемых параметров систем приточно-вытяжной
противодымной вентиляции, обеспечивающих защиту многосветных
помещений (атриумов) с очагом пожара в смежном помещении**



Вид на открытый проем
помещения с очагом пожара



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Дано:

$$Q_f = 5000 \text{ кВт}$$

$$H_w = 3.0 \text{ м}$$

$$h_{sm} = 3.0 \text{ м}$$

$$H_{пом} = 15.0 \text{ м}$$

$$T_o = 20.0 \text{ °C (293 K);}$$

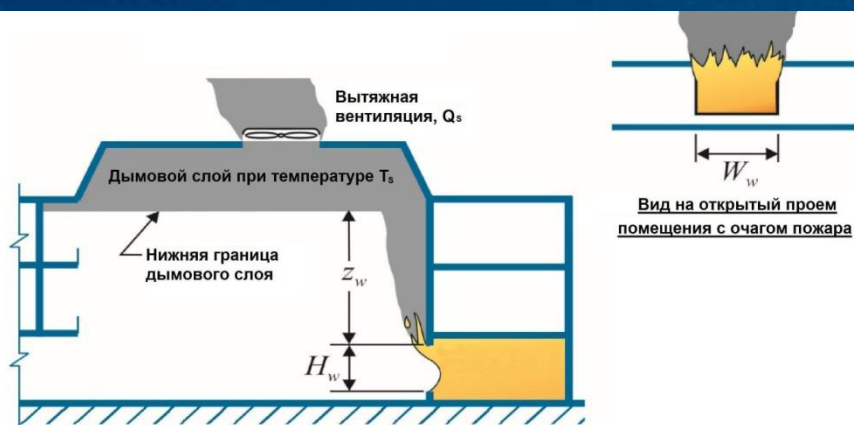
$$T_{sm} = 80.0 \text{ °C (353 K);}$$

$$r = 0.75$$

Определить:

Массовый расход удаляемых продуктов горения (G_{sm}), кг/с;

Объемный расход удаляемых продуктов горения (Q_{sm}), м³/ч



Р е ш е н и е

(по МР ВНИИПО «Расчетное определение основных параметров зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013»):

$$z_w = H_{пом} - h_{sm} - H_w = 15.0 - 3.0 - 3.0 = 9.0 \text{ м}$$

$$A_w = W_w H_w = 2.0 \cdot 3.0 = 6.0 \text{ м}$$

$$a = 2.4 A_w^{2/5} H_w^{1/5} - 2.1 H_w = 2.4 \cdot 6.0^{2/5} 3.0^{1/5} - 2.1 \cdot 3.0 = -0.178$$

$$G_k = 0.68 (A_w H_w^{1/2})^{1/3} (z_w + a)^{5/3} + 1.59 A_w H_w^{1/2} =$$

$$= 0.68 (6.0 \cdot 3.0^{1/2})^{1/3} (9.0 - 0.178)^{5/3} + 1.59 \cdot 6.0 \cdot 3.0^{1/2} = 72.42 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_k = G_{sm} = 72.42 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad Q_{sm} = \frac{G_{sm}}{\rho_{sm}} = 3600 \frac{353 \cdot 72.42}{353} = 260\,712 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$



Отдел огнестойкости строительных конструкций и инженерного
оборудования НИЦ НТП ПБ
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

**Заместитель начальника отдела – начальник сектора
НИЦ НТП ПБ**

КОЛЧЕВ БОРИС БОРИСОВИЧ

**Адрес: 143900, Россия, Московская обл., г. Балашиха,
мк-н ВНИИПО, д. 12**

Тел.: +7-495-524-8156

E-mail: vniiipo_3.2.3@bk.ru

