



Расчет расходов воздуха в клапане дымоудаления из коридоров при периодических и приемосдаточных испытаниях систем противодымной защиты жилых зданий

В. М. Есин, доктор техн. наук, профессор, Академия государственной противопожарной службы МЧС РФ

С. П. Калмыков, канд. техн. наук, Академия государственной противопожарной службы МЧС РФ

К. А. Носков, Академия государственной противопожарной службы МЧС РФ

Ключевые слова: противодымная защита, вентиляция, продукты горения, расход воздуха, испытания

Для обеспечения надежности работы системы дымоудаления требуются ее периодическое техобслуживание и проведение испытаний, в ходе которых проверяется не только работоспособность, проводится последовательное тестирование отдельных узлов, агрегатов систем дымоудаления/притока воздуха, но и их технические характеристики, например: работа различных видов клапанов в ручном/автоматическом режиме; фактический расход воздуха по отдельным зонам и помещениям; величина избыточного давления в шахтах лифтов, фойе, холлах, тамбур-шлюзах, вестибюлях, коридорах, являющихся путями эвакуации. Авторами статьи проведено сравнение результатов расчета расхода воздуха в клапане дымоудаления из коридоров при периодических и приемосдаточных испытаниях в жилых зданиях, имеющих методик и методики, не использующей некоторых допущений. Полученные результаты позволяют сделать вывод о точности имеющихся методик.

Действующие в Российской Федерации нормативные [1–3] и другие документы предписывают устройство систем удаления дыма из коридоров зданий, высота которых от уровня проезда пожарных автомобилей до низа оконных проемов на верхнем, не техническом этаже, превышает 28 м. Устройство систем дымоудаления необходимо предусматривать из производственных, складских, многофункциональных,

общественных и административно-бытовых зданий меньшей высоты (от двух этажей и более) в случаях отсутствия естественного проветривания во время пожара при длине коридора более 15 м. Кроме того, удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать из общих коридоров и холлов зданий различного назначения с незадымляемыми

лестничными клетками, из атриумов и пассажей и в ряде других случаев, изложенных в нормативных документах [2].

Расчет параметров систем противодымной вентиляции выполняется с использованием методик [4–5]. Исходные данные для проведения расчетов регламентируются действующими нормативными документами [2]. В состав исходных данных входят:

- этажность здания, отметки этажей;
- геометрические данные коридора, размеры и положение (открыто или закрыто) дверей из коридора в защищаемый объем (лестничная клетка или лестнично-лифтовый холл);
- параметры наружного воздуха (температура наружного воздуха, скорость и направление ветра для теплого или холодного периода года);
- материал, геометрические параметры (размеры клапанов, воздухопроводов и шахты) и аэродинамические характеристики (коэффициенты аэродинамического сопротивления и характеристики дымогазопроницаемости) элементов сети;
- расчетная температура продуктов горения, удаляемых из коридора через клапан дымоудаления.

Расчет требуемых параметров всех вентиляторов системы противодымной защиты вентиляции производится при одних параметрах наружного воздуха и температуре удаляемых из коридора продуктов горения. Порядок испытания параметров вытяжной и приточной систем противодымной вентиляции регламентируется в ГОСТ Р 53300–2009 «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний» [7]. Параметры наружного воздуха (температура, скорость и направление ветра) при испытаниях, как правило, могут существенно отличаться от соответствующих параметров, при которых производился расчет. Наибольшее отличие параметров в расчете системы дымоудаления от параметров при проведении испытаний состоит в том, что расчет параметров вентилятора дымоудаления производится при температуре нагретых продуктов горения, а испытания проходят при температуре холодного воздуха. При испытаниях системы не возникает «эффекта дымовой трубы» (движения продуктов горения за счет разности их плотности и плотности воздуха). Меняются аэродинамические характеристики сети и вентилятора, поэтому расход удаляемых через дымовой клапан продуктов горения может отличаться от соответствующего расхода воздуха. До настоящего времени этот вопрос в нормативных документах не отражался. Разработчиком ГОСТ Р 53300 в проекте изменений [8] к нему содержится обязательное

приложение А «Расчетное определение требуемых значений расхода воздуха через открытые дымоприемные устройства в аэродинамических испытаниях противодымной вентиляции».

В основу указанной методики заложены дополнительные к принятым при расчете требуемых параметров вентилятора дымоудаления допущения. Эти допущения заключаются в следующем. Не учитывается влияние ветрового воздействия на параметры вентилятора дымоудаления, давление и температура внутри здания считаются равными соответствующим параметрам наружного воздуха. Температура и плотность продуктов горения определяются как среднее арифметическое между соответствующими значениями на входе в дымоприемное отверстие и перед вентилятором.

Для проверки влияния этих допущений на достоверность результатов, полученных с использованием методики [8], была проведена серия расчетов с использованием методики, не использующей указанные выше допущения. Расчет состоял в следующем. Сначала по методике, изложенной в [5], определялись требуемые параметры вентилятора дымоудаления: объемный расход удаляемого дыма и приведенное к нормальным условиям давление вентилятора. Затем по каталогам выбирается вентилятор. Аэродинамическая характеристика выбранного вентилятора аппроксимируется квадратичной параболой. С использованием метода половинного деления (бисекции) [8] определялся объемный и массовый расходы воздуха, удаляемого через дымоприемное отверстие. Расчеты проведены для 15- и 25-этажных жилых зданий в Москве.

Параметры наружного воздуха приняты равными $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодного периода года и $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ для теплого периода года. Скорость ветра 2 м/с для теплого и холодного периодов года. Материал шахты дымоудаления – металл. Температура продуктов горения, удаляемых через дымоприемное устройство, в расчетах изменялась от 100 до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рассмотрены следующие варианты:

- расчет параметров вентилятора для теплого периода года, испытания в холодный период года;
- расчет параметров и испытания вентилятора для теплого периода года;
- расчет параметров вентилятора для холодного периода года, испытания в теплый период года;
- расчет параметров и испытания вентилятора для холодного периода года.

Результаты расчетов при температуре удаляемого из коридора дыма, равной $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (573 K), представлены в таблице.

**Результаты расчета расходов удаляемого воздуха при аэродинамических испытаниях
вентиляционных систем дымоудаления из коридоров жилых зданий**

№ п/п	Температура наружного воздуха в расчете/ при испытаниях, °С	Расход вентилятора в констр. расчете/ в поверочн. расчете, м ³ /ч	Температура дыма, удаляемого из коридора/ температура дыма перед вентилятором, К	Расход дыма через клапан в конструкторском расчете, м ³ /ч	Расход дыма через клапан в поверочном расчете/по методике ГОСТ Р, м ³ /ч	Отличие в расходах в м ³ /ч и в %
Количество этажей 15, материал шахты дымоудаления – металл						
1	-25/ -25	19 502/ 17 910	573/ 470	15 365	14 208/ 13 181	1027 и 7,2
2	+23/ +23	19 688/ 18 493	573/ 476	15 365	12 642/ 12 717	-75 и 0,6
3	-25/ +23	19 502/ 18 021	573/ 470	15 365	12 321/ 12 722	-401 и 3,3
4	+23/ -25	19 688/ 18 361	573/ 467	15 365	14 565/ 13 196	1369 и 9
Количество этажей 25, материал шахты дымоудаления – металл						
5	-25/ -25	22 240/ 19 948	573/ 438	15 365	12 767/ 11 654	1113 и 10
6	+23/ +23	22 783/ 21 052	573/ 433	15 365	11 699/ 11 089	610 и 5
7	-25/ +23	22 240/ 20 163	573/ 438	15 365	11 208/ 11 031	177 и 2
8	+23/ -25	22 783/ 20 853	573/ 433	15 365	13 337/ 11 765	1572 и 12

Как видно из результатов, приведенных в таблице, значения параметров системы противодымной вентиляции, полученные с использованием методики [8], и значения, полученные в расчетах, не использующих ряд допущений, существенно не различаются. Отличие не превышает 20%, что подтверждает точность используемой методики.

Вывод

Анализ результатов проведенных расчетов позволяет сделать вывод о том, что предложенная в [8] методика может использоваться для пересчета расхода воздуха, удаляемого системами дымоудаления из коридоров многоэтажных зданий при проведении аэродинамических приемо-сдаточных и периодических испытаний систем вытяжной противодымной вентиляции.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [электронный ресурс]: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: (в ред. от 3 июля 2016 г.) // Гарант: информ.-правовое обеспечение.– Электрон. дан. М., 2016.

- СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [электронный ресурс]: Свод правил (утв. Приказом МЧС РФ 21 февраля 2013 года № 116) // Гарант: информ.-правовое обеспечение.– Электрон. дан. М., 2016.
- Есин В. М., Калмыков С. П., Панов М. И. и др. Пожарная профилактика в строительстве. Ч. 1. Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2013.
- Рекомендации АВОК «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий». М.: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2015.
- Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Метод. реком. к СП 7.13130.2013. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС РФ, 2013.
- ГОСТ Р 53300–2009 «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний». М, 2009.
- ГОСТ Р 53300–2009 «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний». Изменение 1. М., 2009.
- Копченова Н. В., Марон И. А. Вычислительная математика в примерах и задачах. М.: Наука, 1972. ■