



# Разработка способов повышения безопасности при работе систем противодымной вентиляции.

## ЧАСТЬ 2 Методы обеспечения требуемых параметров

**А. В. Бусахин**, канд. техн. наук, доцент, НИУ МГСУ

**Г. А. Савенко**, аспирант НИУ МГСУ

**Ключевые слова:** система противодымной вентиляции, система подпора дымоудаления, расход воздуха, незадымляемая лестничная клетка, подпор в лифт, тамбур-шлюз, давление

В первой части статьи рассматривалась эволюция требований к противодымной вентиляции в части определения величины допустимого перепада давлений на дверях эвакуационных выходов зданий различного назначения за период с 1962 по 2023 год. Вторая часть статьи призвана показать, как выполняются эти требования и рассчитывается система подпора дымоудаления (формулы и зависимости, используемые в данной статье, приведены в рекомендациях Р НП «АВОК» 5.5.1-2018 [1]).

*Продолжение. Начало см.: АВОК, № 2, 2023*

Для определения расхода воздуха на подпор в незадымляемую лестничную клетку (далее – ЛК) типа Н2, Н3 требуется знать две основные величины:

- расход воздуха при открытой двери из ЛК в коридор/на улицу – для ограничения возможности попадания дыма в незадымляемую лестничную клетку при эвакуации людей;
- сумма утечек через закрытые двери/окна на всех остальных этажах в здании.

Люди, в зависимости от архитектурной планировки, могут эвакуироваться по одному из двух предложенных путей:

- эвакуация начинается с этажа пожара и других этажей, по незадымляемой лестничной клетке типа Н2, Н3 люди попадают к двери, которая

Таблица 2

Сводная таблица расчета систем ПД в здании

Защищаемое помещение/объем	Основной расход, кг/с	Суммарные утечки, кг/с
Лестничная клетка	$G_n = V_n \cdot \rho_n \cdot B_n \cdot H_n$ (эвакуация из ЛК в коридор)	$G = \left( \frac{P - P_{vi}}{S} \right)^{1/2}$ (значение удельной характеристики сопротивления газопроницанию варьируется в зависимости от рассматриваемой системы)
	$G_{вх} = (\mu \cdot f)_{вх} \cdot [2 \cdot \rho_n \cdot (P_{лк1} - P_{вх})]^{1/2}$ (эвакуация из ЛК на улицу)	
$G_{шл1} = (\mu \cdot \delta \cdot \Pi)_{шл1} \cdot (2 \cdot \rho_n \cdot \Delta P_{шл1})^{1/2}$ (расход через щели между кабиной и порталом)		
$G_{тш/пбз} = V_{тш/пбз} \cdot \rho_n \cdot B_{тш/пбз} \cdot H_{тш/пбз}$ (расход воздуха при требуемой скорости)		
Пожаробезопасная зона при закрытой двери	$G = (20/S_{дв})^{1/2}$	

где  $V_n$  – скорость воздуха в открытом дверном проеме, м/с ( $V_n = 1,3$  м/с – для жилых зданий,  $V_n = 1,5$  м/с – для общественных зданий);

$\rho_n$  – плотность приточного воздуха в здании, Па;

$B_n$  – ширина дверного проема из коридора в лестничную клетку, м;

$H_n$  – высота дверного проема из коридора в лестничную клетку, м;

$(\mu \cdot f)_{вх}$  – эквивалентная площадь входных дверей здания, м<sup>2</sup>;

$P_{лк1}$  – давление в лестничной клетке на уровне 1-го этажа, Па;

$P_{вх}$  – давление на уровне нижней границы входной двери на наветренном фасаде, Па;

$\mu$  – коэффициент расхода щели между кабиной и шахтой лифта; принимают равным 0,64;

$\delta$  – ширина щели между кабиной и шахтой лифта, м ( $\delta = 0,03$  м – для пассажирских лифтов,  $\delta = 0,05$  м – для грузовых лифтов);

$\Pi$  – периметр дверей шахты лифта, м;

$\Delta P_{шл1}$  – избыточное давление в шахте лифта на уровне 1-го этажа, Па;

$V_{тш/пбз}$  – скорость в проеме ТШ/ ПБЗ (ТШ – 1,3 м/с, ПБЗ – 1,5 м/с);

$B_{тш/пбз} \cdot H_{тш/пбз}$  – габариты открытой двери из коридора в ТШ/ПБЗ, м;

$S_{дв}$  – характеристика сопротивления газопроницанию дверей ТШ, 1/(кг·м);

$P$  – давление на уровне  $i$ -го этажа внутри шахты/ЛК/ЛШ;

$P_{vi}$  – внутреннее давление в здании, Па;

$S_{дв}$  – характеристика сопротивления газопроницанию дверей/шахты/клапана, 1/(кг·м).

ведет в коридор/вестибюль, а далее по указателям выходят из зоны действия пожара (на улицу, стилобат и т. д.);

- аналогично, люди эвакуируются со всех этажей здания по ЛК до двери, которая сразу ведет на улицу. В этом случае расход воздуха на вентилятор подпора подбирается по другой зависимости.

Когда срабатывает датчик оповещения о пожарной тревоге в здании, лифты из заданного положения перестают реагировать на нажатия кнопки вызова лифта, закрывают двери кабины, спускаются на первый посадочный этаж и открывают свои двери. Если лифт предназначен для перевозки пожарных подразделений, то после применения к данному лифту «ключа» он поедет к заданному этажу при выполнении строго протоколируемых действий со стороны пожарных.

Для определения расхода на вентилятор подпора в лифт требуется рассчитать две величины:

- утечка воздуха через щель открытой двери пассажирского/грузового лифта между порталом и кабиной;
- суммарная утечка через закрытые двери на вышележащих этажах лифтовой шахты (и подземных этажей, если они объединены в общий объем) или через закрытую дверь в дымогазо-непроницаемом исполнении, если все лифты выходят в лифтовой холл.

Подпор в тамбур-шлюз (далее ТШ) и лифтовой холл (далее ЛХ), который является пожаробезопасной зоной (далее ПБЗ), на открытую дверь рассчитывается одинаково, за исключением нормируемой скорости в открытом дверном проеме, где в ТШ требуется 1,3 м/с, а в ПБЗ 1,5 м/с (за исключением требования подпора по СП 113.13330.2016

«Стоянки автомобилей» [2], в котором на открытую дверь ТШ требуется обеспечить скорость в проеме двери 1,5 м/с). Однако система в ТШ работает постоянно и избытки давления должна сбрасывать через клапан избыточного давления (далее КИД), что не всегда выполняется при анализе проектов многих проектных компаний. В свою очередь, система в ПБЗ начинает нагнетать расход после срабатывания датчика открытия двери. Таким образом, до выхода вентилятора на рабочие характеристики в заданном режиме, при среднем времени прохождения здорового человека в три-четыре секунды, требуется время, превышающее время срабатывания датчика, что говорит о возможном попадании дыма в защищаемое помещение. Люди из маломобильной группы населения (далее МГН) проходят через дверь из коридора в ПБЗ за 10–20 секунд, чего может быть в исключительных случаях достаточно для поступления требуемого расхода в указанное помещение с учетом соблюдения скорости в проеме двери, однако в других случаях выполнение этого требования невозможно.

Чтобы подобрать вентилятор на открытую дверь в ТШ и ПБЗ, требуются также две величины:

- расход при открытой двери (учитывая требуемую скорость в проеме);

- расход утечек через клапаны (неплотности конструкции) при работе вентилятора подпора.

Остается только вентилятор на закрытую дверь. Он компенсирует утечки через закрытую дверь в дымогазопроницаемом исполнении на этаже пожара и через закрытые клапаны на всех остальных этажах. Как правило, система на закрытую дверь работает постоянно. Сведем формулы для расчета каждой системы в табл. 2. Для перевода массового секундного расхода для подбора вентилятора подпора требуется кг/с умножить на 3600 и разделить на плотность наружного воздуха, как этого требует СП 7.13130.2013 [3].

Значение характеристики сопротивления газопроницанию для различных дверей:

- для дверей шахт лифтов определяется по формуле  $S_{уд} = 2600/\rho_{пр}$ , при температуре приточного воздуха, равной 20 °С, составляет 2170 м<sup>3</sup>/кг;
- для дверей шахт лифтов в противопожарном исполнении определяется по формуле  $S_{уд} = 9150/\rho_{пр}$ , при температуре приточного воздуха, равной 20 °С, составляет 7630 м<sup>3</sup>/кг;
- для обычных дверей определяется по формуле  $S_{уд} = 5300/\rho_{пр}$ , при температуре приточного воздуха, равной 20 °С, составляет 4420 м<sup>3</sup>/кг;

**SOFT.ABOK.RU**  
Онлайн-расчеты  
и программы  
для проектировщиков  
в области ОВК

Реклама



- для дверей в дымогазонепроницаемом исполнении определяется по формуле  $S_{уд} = 72\,000 / \rho_{пр}$ , при температуре приточного воздуха, равной 20 °С, составляет 60 000 м<sup>3</sup>/кг;
- для дверей лифтовых холлов и тамбур-шлюзов определяется по формуле  $S_{уд} = 235\,200 / \rho_{пр}$ , при температуре приточного воздуха, равной 20 °С, составляет 196 000 м<sup>3</sup>/кг.

Анализируя представленные зависимости, можно сделать вывод о подходах к обеспечению требуемого расхода для вентилятора подпора для различных систем:

- для ЛК при эвакуации не на улицу, а в вестибюль, коридор и т. д., а также для открытой двери в ТШ и ПБЗ требуется обеспечить скорость в проеме двери, которая варьируется от 1,3 до 1,5 м/с;
- при эвакуации людей из ЛК сразу на улицу и в случае расчета расхода через щель открытой двери на первом посадочном этаже ЛШ требуется компенсировать перетекание воздуха в зависимости от создаваемого перепада между объемами и внутренними помещениями. При этом перепад давления принимается не менее чем 20 Па.
- величина компенсации расхода при утечке через закрытую дверь ПБЗ и по аналогичной

зависимости расчет всех утечек составляет число, которое зависит от определяемого или принимаемого перепада давления, а также характеристик сопротивления газопроницаанию различных конструкций (дверей, шахт, клапанов).

В результате появляется вопрос: к поддержанию какого параметра необходимо стремиться при разработке систем ПД? Требуемой скорости в проеме двери или заданного диапазона избыточного давления (перепада на двери)? Поскольку оба этих параметра накладываются на одну систему, ответ не может быть однозначным. В следующей статье данный вопрос будет рассмотрен более детально на базе работы системы ПД в ТШ.

## Литература

1. Рекомендации Р НП «АВОК» 5.5.1-2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий».
2. СП 113.13330.2016 «Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП21-02-99\*».
3. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» с изм. № 1 и 2.



## Отечественный производитель вентиляционного оборудования

- Вентиляторы противопожарного и общего назначения и их установки
- Противопожарные клапана

получите доступ  
к программе  
подбора



ООО «АЭРДИН»  
142116 Московская обл., г. Подольск,  
п. Сельхозтехника, Домодедовское ш., д. 45А, офис 3/308  
Тел. +7 (495) 968-24-04  
info@aerdyn.ru  
www.aerdyn.ru