

Анализ комплексных систем противодымной вентиляции многоэтажных зданий исходя из отечественной и зарубежной практики

Р. К. Эсманский, заместитель генерального директора по развитию и продвижению продукции компании «Аэрдин»

Под комплексными системами противодымной вентиляции (ПДВ) многоэтажных зданий в статье понимаются системы, обслуживающие по крайней мере два помещения с разными требованиями к их вентиляции. Применение комплексных систем обычно позволяет уменьшить число исполнительных устройств систем ПДВ и тем самым снизить затраты и повысить надежность борьбы с задымлением здания при пожаре.

Для облегчения анализа систем существенно уточнена и дополнена официальная отечественная терминология [1, 2], что позволило на единой терминологической основе выработать предложения по улучшению ситуации в отечественном проектировании ПДВ.

1. Устранение терминологической неразберихи

В отечественной терминологии отсутствуют определения «система естественной противодымной вентиляции» и «система приточно-вытяжной противодымной вентиляции», а понятия «противодымная вентиляция», «система приточной противодымной вентиляции»

и «система вытяжной противодымной вентиляции» нуждаются в серьезном уточнении.

Кроме того, целесообразно отказаться от употребления выражения «подпор воздуха» с трудноуправляемым физическим смыслом. Оно употребляется уже более 80 лет [3] без какой-либо внятной формулировки. Взамен предлагается использовать и различать

общепризнанные понятия «наддув» (pressurization) и «продувка» (purging) [4].

В отечественном терминологическом стандарте по вентиляции [5] отсутствуют формулировки, касающиеся вентиляционных систем, поэтому часть нижеприведенных определений дана с использованием материалов регионального стандарта [6].

В целом предложения по изменению терминологии выглядят следующим образом.

Противодымная вентиляция (ПДВ): предусмотренные подача свежего воздуха в подвергаемое воздействию пространство и удаление из него отработанной среды.

Система естественной ПДВ: совокупность самого здания и всех компонентов, вызывающих вентиляцию исключительно естественными силами через пути утечки (инфильтрация) и вентиляционные каналы, включая отверстия.

Система приточно-вытяжной ПДВ: совокупность самого здания и всех компонентов, вызывающих вентиляцию с установленным соотношением массового расхода потока и с использованием вентиляторов как на стороне подачи воздуха,

так и на стороне выпуска отработанной среды.

Система вытяжной ПДВ: совокупность самого здания и всех компонентов, вызывающих вентиляцию, с использованием вентилятора только на стороне выпуска отработанной среды.

Система приточной ПДВ: совокупность самого здания и всех компонентов, вызывающих вентиляцию, с использованием вентилятора только на стороне подачи воздуха.

Надув: операция подачи воздуха в подвергаемое воздействию помещение (помещения) в количестве, достаточном для поддержания в нем (них) избыточного давления по сравнению с давлением в задымленных помещениях и создания достаточного воздушного потока в задымленное помещение через

открытый дверной проем наддуваемого помещения.

Продувка: операция пропускания под давлением воздуха по воздуховодам и через подвергаемое воздействию помещение (помещения) в количестве, достаточном для снижения задымления помещения (помещений) до безопасного уровня.

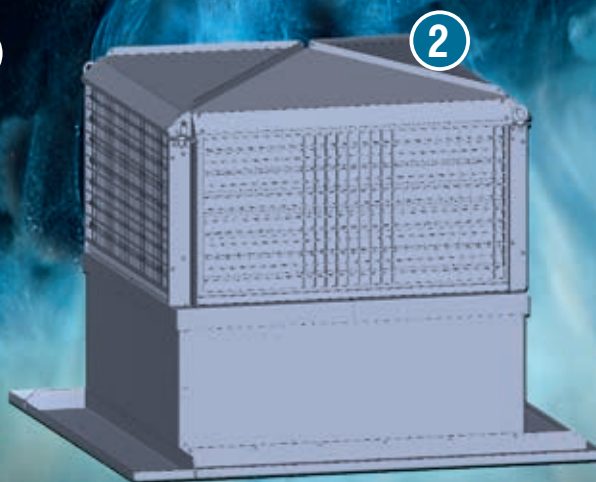
2. Общность подходов в организации механической вентиляции в различных областях деятельности и аномалия в отечественном проектировании противодымной вентиляции

Использование упомянутых видов систем механической вентиляции в различных сферах применения показано на рис. 1,

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН ДЗОТ-ПР для противодымной вентиляции зданий и сооружений

 **Аэрдин**[®]
Опыт инноваций для вдумчивых потребителей

Предохранительный клапан ДЗОТ-ПР (1) предназначен для самостоятельного регулирования давления в системе ПДВ. Обеспечивает быстрое реагирование системы на изменение положения дверей помещений, обслуживаемых системой. Может устанавливаться снаружи здания в составе крышной установки (2) или внутри здания в составе вентиляторного блока с байпасом (3).



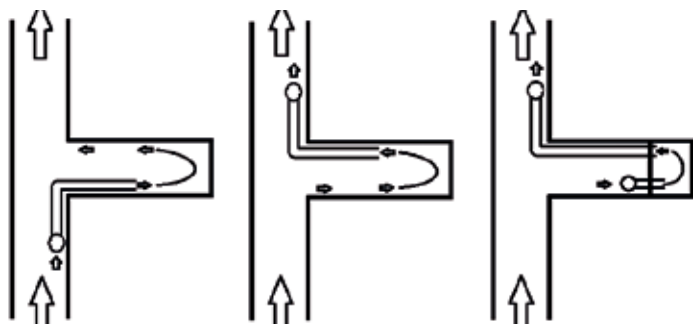


Рис. 1. Способы проветривания глухих выработок при помощи вентиляторов и труб [7]: а – нагнетанием воздуха в забой; б – всасыванием воздуха из забоя; в – комбинированным способом с применением переключки

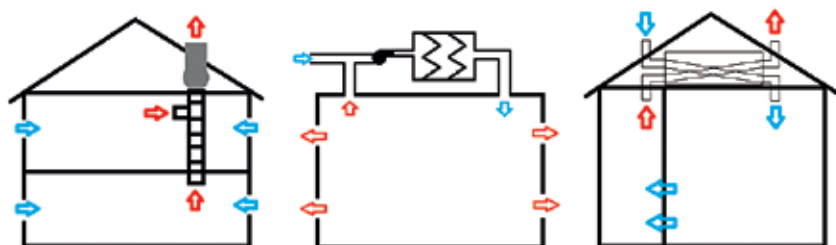


Рис. 2. Способы вентиляции коттеджей [8]: а – система вытяжной вентиляции; б – система приточной вентиляции; в – система приточно-вытяжной вентиляции

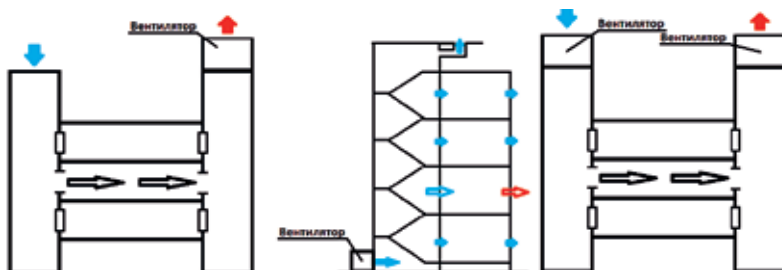


Рис. 3. Способы ПДВ многоэтажных зданий [9, 10]: а – система вытяжной ПДВ; б – система приточной ПДВ; в – система приточно-вытяжной ПДВ

2, 3 [2, 7, 8, 9, 10, 11]. Но в России одной из разновидностей систем механической противодымной вентиляции отказано в применении, и это вето трудно объяснить, потому что оно существенно усложняет борьбу с задымлением помещений.

Речь идет о нормативном запрещении использования систем приточной противодымной вентиляции. Если в законе [1,

часть 3 ст. 85] запрет касается только наддува и не затрагивает продувку защищаемых помещений: «Использование приточной противодымной вентиляции для создания избыточного давления воздуха в защищаемых помещениях, тамбур-шлюзах, лифтовых шахтах и на лестничных клетках без устройства естественной или механической вытяжной противодымной

вентиляции не допускается», то в нормативном документе [2, п. 7.1] формулировка: «Системы приточной противодымной вентиляции должны применяться только в необходимом сочетании с системами вытяжной противодымной вентиляции. Обособленное применение систем приточной противодымной вентиляции без устройства соответствующих систем вытяжной противодымной вентиляции не допускается», – ставит крест на использовании приточных систем ПДВ в принципе.

Т. е. при невозможности достижения приемлемых аэродинамических потерь на стороне подачи воздуха в системе вытяжной ПДВ [11, п. 5.1.2] ответственное проектирование обречено на использование систем приточно-вытяжной ПДВ со всеми сложностями ее балансировки по мере развития пожара [12].

Приходится констатировать, что в течение более чем 60 лет применения противодымной вентиляции мы сами создаем себе проблемы и потом пытаемся их решать. Так, более 30 лет мы решали проблему обеспечения компенсации вытяжки из коридора. Теперь решаем проблему преодоления негодных решений в организации компенсации вытяжки. Как будет показано ниже, запрещенная в стране к применению система приточной противодымной вентиляции является перспективной мерой снижения затрат на устройство ПДВ многоэтажных зданий и повышения ее надежности.

Нелюбовь наших пожарных экспертов к приточным системам ПДВ объясняется их приверженностью постулату о

необходимости обеспечения стратификации дыма в межквартирном коридоре к моменту начала тушения пожара. При соблюдении закона сохранения масс и отсутствии внятных указаний по способам балансировки приточно-вытяжной системы это приводит к недостаточной компенсации вытяжки в коридоре на момент начала эвакуации или при пусконаладочных работах и, как следствие, к невозможности открыть дверь эвакуационного выхода из коридора [12]. Каким образом можно разрешить эту проблему, показывается в следующем разделе статьи.

3. Проектирование комплексных систем ПДВ в России и за рубежом

При использовании комплексных систем ПДВ возможно достижение двух вариантов упрощения противодымной вентиляции:

- отказ от использования одного из приточных вентиляторов;
- отказ от использования вытяжного и одного из приточных вентиляторов.

Второй вариант у нас в стране пока под запретом, хотя именно он помимо большего упрощения избавляет проектировщиков от необходимости балансировать приточно-вытяжную систему.

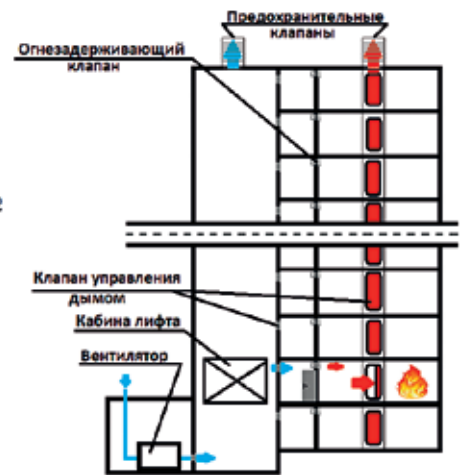
Рассмотрим отечественную практику.

Использование комплексных систем ПДВ в России предусмотрено п. 8.8 [2]:



■ Рис. 4. Комплексная приточно-вытяжная система ПДВ тамбур-шлюза и коридора

«Компенсирующая подача наружного воздуха приточной противодымной вентиляцией с механическим побуждением может быть предусмотрена автономными системами или с использованием систем подачи воздуха в тамбур-шлюзы или лифтовые шахты. При этом в ограждениях тамбур-шлюзов или лифтовых шахт, к которым непосредственно примыкают защищаемые помещения, должны предусматриваться специально выполненные проемы с установленными в них противопожарными нормально закрытыми клапанами и регулируемые жалюзийными решетками. Двери тамбур-шлюзов должны быть заблокированы с приводами клапанов в цикле противохода. Допускается применение клапанов избыточного давления в противопожарном исполнении с требуемыми пределами огнестойкости. Компенсирующий переток воздуха из шахт лифтов допускается только



■ Рис. 5. Комплексная приточная система ПДВ шахты лифта, лифтового холла и коридора

для лифтовых установок с режимом управления «пожарная опасность».

Отказ от автономной подачи свежего воздуха в коридор разумен [12], но сокращение одного приточного вентилятора не избавляет от необходимости балансировки системы, вызванной взаимодействием с вытяжкой из коридора [2, п. 7.1]. Сомнительно выглядит идея обеспечения каждого тамбур-шлюза (рис. 4) или лифтовой шахты на каждом этаже огнестойким¹ предохранительным клапаном, который должен реагировать на перепады давления 20–70 Па [2, п. 7.16, часть б] положением своих утяжеленных теплоизолированных створок.

На рис. 5 представлена комплексная приточная система ПДВ лифтовой шахты, лифтового холла и поэтажного коридора [14, с. 52]. Шахта лифта используется в качестве приточного воздуховода для лифтового холла и коридора. Вентилятор

¹ Наша страна стала инициатором создания этих не имеющих аналогов в мире конструкций и обладателем уникальной методики их испытаний [13].

Таблица

Показатель	Значение показателя	
	При скорости в дверном проеме 0,75 м/с	При скорости в дверном проеме 2 м/с
Площадь проема подачи воздуха в лифтовой холл, м ²	0,505	2,0
Диаметр перепускного клапана, м	0,2	0,2
Площадь сечения шахты выпуска дыма, м ²	0,4	1,2
Размеры стенового клапана шахты выпуска дыма, м	0,505×1,000	0,835×1,000
Размеры предохранительного клапана, м	0,670×0,688	1,000×1,240

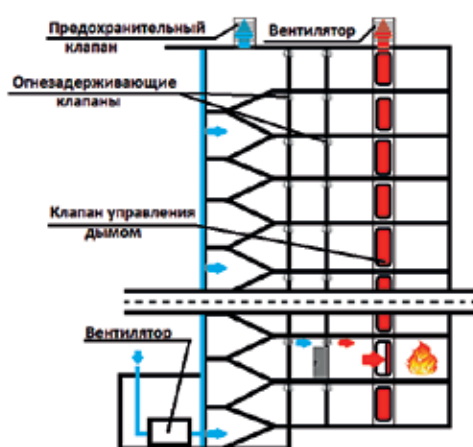


Рис. 6. Комплексная приточно-вытяжная система ПДВ лестничной клетки, лифтового холла и коридора

подает наружный воздух в шахту лифта снизу. В оголовке шахты лифта устанавливается устройство регулирования давления. Оно автоматически регулирует избыточное давление с помощью подпружиненных створок предохранительного клапана. Выпуск воздуха не зависит от направления ветра, потому что пакет клапанов накрыт параллелепипедным кожухом с боковыми стенками, оснащенными наружными решетками. В стене лифтовой шахты на каждом этаже установлен многостворчатый клапан управления дымом. В стене между лифтовым холлом и коридором выполнено

перепускное отверстие для выравнивания давления, контролируемое огнезадерживающим клапаном с тепловым замком и встроенным обратным клапаном.

Аэродинамические показатели: общая подача в лифтовую шахту 12 400 м³/ч, из них утечки в лестничную клетку – 4000 м³/ч при 58 Па, выпуск через машинное отделение лифта 3000 м³/ч, поток через дверной проем коридора 5400 м³/ч, потери на стеновом клапане лифтовой шахты 28 Па, потери на стеновом клапане выпуска дыма – 30 Па.

При малом нормативном значении скорости потока через дверной проем поэтажного коридора в Германии применение комплексной приточной системы ПДВ позволяет достичь всех желаемых результатов:

- отпадает необходимость в двух вентиляторах из трех;
- избавление от вытяжного вентилятора снимает проблему балансировки приточно-вытяжной системы.

Рассмотрим теперь, что можно получить от использования комплексной системы ПДВ при обеспечении максимального нормативного значения ЕС в 2 м/с [15].

На рис. 6 представлена комплексная приточно-вытяжная система ПДВ незадымляемой лестничной клетки (по отечественной классификации – Н2) и поэтажного коридора [14].

Особенностью системы является наличие предохранительного клапана как на стороне всасывания, так и на стороне нагнетания. Соотношение некоторых размеров вентиляционных трактов систем показано в таблице.

Аэродинамические показатели приточно-вытяжной системы: общая подача в лестничную клетку – 22 000 м³/ч, из них утечки в лестничную клетку – 3500 м³/ч при 15 Па, поток через дверной проем коридора – 18 000 м³/ч, потери на стеновом клапане шахты выпуска дыма – 80 Па, вытяжная крышная установка осевого вентилятора № 7,1 с двигателем 5,5 кВт и регулируемым подмесом наружного воздуха.

Режим работы вытяжного вентилятора меняется в зависимости от положения дверей выхода из коридора в лестничную клетку. При открытых дверях он забирает всю перемещаемую среду из коридора, при закрытых дверях – захватывает воздух снаружи, не давая разрежению

в коридоре превышать 80 Па. Таким образом при помощи двух предохранительных клапанов решается вопрос балансировки приточно-вытяжной системы по мере развития пожара.

Заключение

1. В статье показано, что для борьбы с задымлением межквартирного коридора в мировой практике как обычный прием используется его продувка. Отказ от вытяжного вентилятора вызывает увеличение геометрических размеров вентиляционного тракта, но разумный выбор предельно допустимой производительности продувки позволяет резко уменьшить число исполнительных устройств системы ПДВ и повысить надежность ее работы. Например, в Германии нормативно допустима скорость в дверном проеме выхода из коридора 0,75 м/с при продувке коридора из шахты лифта.
2. При скоростях потока более 1 м/с через открытые дверные проемы эвакуационных выходов трудно отказаться от использования систем приточно-вытяжной вентиляции из-за резко возрастающих размеров проходных сечений вентиляционного тракта. При выборе варианта с приточно-вытяжной системой необходимо решать вопрос балансировки приточно-вытяжной системы по мере развития пожара.
3. В статье продемонстрировано, что вопрос балансировки решаем механическим путем без привлечения

электронных средств активного регулирования работы вентиляторов. Решение заключается в использовании двух предохранительных клапанов, один на стороне нагнетания, другой на стороне всасывания.

4. Использование продувки коридора или автоматического снижения производительности вытяжного вентилятора при закрытии двери выхода из коридора свидетельствует о том, что никакой обеспокоенности по поводу отсутствия стратификации дыма в коридоре у зарубежных специалистов не существует. В связи с этим встает вопрос об отказе от условия обеспечения стратификации дыма в коридоре в отечественных методиках расчета и переходе на современные приемы, обеспечивающие работоспособность и надежность вентиляции межквартирного коридора во время пожара.

Литература

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
3. СНиП II-М.2-62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».
4. ГОСТ IEC 60079-2-2013 «Взрывоопасные среды. Часть 2. Оборудование с видом взрывозащиты «оболочки под избыточным давлением «D»».

5. ГОСТ 22270-2018 «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения».
6. EN 12792:2003 Ventilation for buildings. Symbols, terminology and graphical symbols.
7. Комаров В. Б., Килькеев Ш. Х. Рудничная вентиляция. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1969. – С. 307.
8. Liddament M. Ventilation strategies. Ch. 13 in Indoor air quality handbook. – The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001.
9. EN 12101-6:2005 Smoke and heat control systems. Part 6: Specification for pressure differential systems – Kits.
10. Guidance on Smoke Control to Common Escape Routes in Apartment Buildings (Flats and Maisonettes). – Revision 3: January 2020, Smoke Control Association.
11. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Методические рекомендации к СП 7.13130.2013. – М.: ВНИИПО, 2013.
12. Эсманский Р. К. Камень преткновения – вентиляция межквартирного коридора при пожаре // АВОК. – 2023. – № 6. – С. 16–18.
13. ГОСТ Р 70848-2023 «Оборудование противодымной защиты зданий и сооружений. Клапаны избыточного давления. Метод испытаний на огнестойкость».
14. Information for Design. Differential Pressure Systems. – Strulik, 2019.
15. EN 12101-13 Smoke and heat control systems. Part 13: Pressure differential systems (PDS). Design and calculation methods, installation, acceptance testing, routine testing and maintenance.