



Особенности проектирования систем вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением

М. В. Иваненко, инженер-проектировщик систем ОВиК

Ключевые слова: система вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением, дымовая зона, дымоприемное устройство, дымовой люк, потери давления

Системы вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением (далее – ДВЕ) не так распространены, как механические вытяжные системы. Но данный факт несколько не умаляет их значимости. Данным системам присущи следующие особенности:

- 1) конструктивное выделение дымовых зон;
- 2) количество дымовых люков – по расчету, но не менее одного на 1000 м^2 ;
- 3) при расчете по существующим рекомендациям [1, 2] подразумевается, что компенсирующая подача воздуха будет осуществляться системами приточной противодымной вентиляции с механическим побуждением.

Рассмотрим подробнее каждую особенность.

Конструктивное выделение дымовых зон

Согласно требованиям [3] (п. 7.9), существует конструктивное и условное деление на дымовые зоны. На данный момент в нормативных документах расчетное обоснование для выбора способа деления дымовых зон не представлено. В то же время, согласно [4, 5], при значении разности средней температуры дымового слоя и средней температуры воздуха в помещении до начала пожара менее $20 \text{ }^\circ\text{C}$ необходимо предусматривать конструктивное деление дымовых зон. В случае применения систем ДВЕ по определению (вне зависимости от разности температур) необходимо предусматривать конструктивное деление дымовых зон (п. 3.6 [3]).

Количество дымовых люков

Дымовой люк по п. 3.2 [3] является дымоприемным устройством. Соответственно, на дымовые люки распространяется требование п. 7.9 [3]:

«Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна быть определена расчетом и составлять не более 1000 м^2 ». К сожалению, по существующим методикам [1, 2] можно определить только минимальную суммарную площадь проходного сечения дымовых люков, но не их минимальное количество. Поэтому на данный момент исходим из нормативного требования: не менее одного люка на 1000 м^2 площади помещения. При этом нужно помнить, что более эффективным будет применение большего числа маленьких люков, чем меньшего числа больших. Пользоваться формулами для расчета количества дымовых люков из п. 7.1.16 [6] некорректно, т. к. они распространяются на системы с механическим побуждением тяги. Исследованию влияния явления plugholing («поддува») на эффективность работы дымовых люков посвящены работы [7, 8], но их результаты в методические рекомендации не сформированы.

«СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Механические системы компенсирующей подачи воздуха

При расчете систем ДВЕ по формулам рекомендаций [1, 2] подразумевается, что компенсирующая подача воздуха будет осуществляться системами приточной противодымной вентиляции с механическим побуждением (см. рис. 1). К необходимости такого решения можно прийти, ознакомившись с [9] и проанализировав соответствующие формулы рекомендаций [1, 2]: в формулах (91), (92) рекомендаций [1] и формуле 7.13 рекомендаций [2] отсутствуют переменные, относящиеся к компенсирующим устройствам.

Для более наглядной демонстрации влияния способа компенсации на минимальную суммарную площадь проходного сечения дымовых люков произведем соответствующие расчеты. Для расчета по рекомендациям [1] воспользуемся специализированным программным комплексом.

Исходные данные: г. Екатеринбург ($t_a = 26 \text{ }^\circ\text{C}$, $v_a = 4 \text{ м/с}$), размеры помещения $20 \times 30 \times 5 \text{ м}$, мощность очага пожара 5 МВт, температура воздуха внутри помещения до начала пожара $26 \text{ }^\circ\text{C}$, высота незадымляемой зоны 2,5 м.

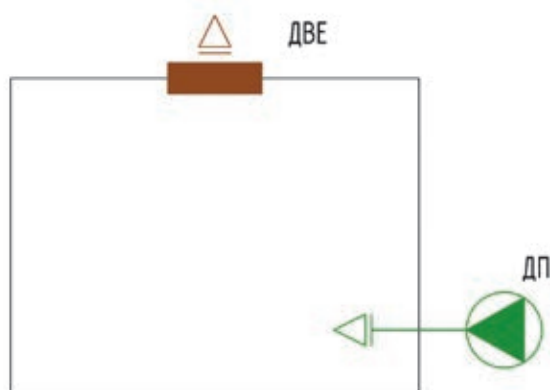
В результате расчета получим (результаты расчета доступны по ссылке через QR-код):



- массовый расход удаляемого дыма $G_{sm} = 10,7 \text{ кг/с}$;
- средняя температура дымового слоя $T_{sm} = 461,2 \text{ }^\circ\text{K}$ ($188,2 \text{ }^\circ\text{C}$).

По методике [1] рассчитаем минимальную суммарную площадь проходного сечения дымовых люков для установки в кровле.

Примем к установке дымовые люки типоразмером 900×600 (согласно данным производителя: $S_{жс} = 0,5 \text{ м}^2$, $\xi_d = 0,17$). В результате получим минимальную



■ Рис. 1. Принципиальная схема противодымной вентиляции: ДВЕ – система вытяжной противодымной вентиляции с естественным побуждением, ДП – система приточной противодымной вентиляции с механическим побуждением



Реклама

В рекомендациях приводятся сведения по пожарной нагрузке помещений, принимаемой для расчета параметров противодымной вентиляции зданий различного функционального назначения, характеристикам пожароопасности смесей горючих материалов для различных классов зданий и помещений.

В документе содержатся рекомендации по пожарной безопасности, выполненные в виде графических пояснений к требованиям отдельных пунктов СП 60.13330.2020 и СП 7.13130.2013. Также представлены схемные решения систем противодымной вентиляции безопасных зон для маломобильных групп населения.

Впервые приводятся номограммы, позволяющие графическим способом быстро определить объем удаляемых продуктов горения из различной конфигурации коридоров, расположенных на горящем этаже.

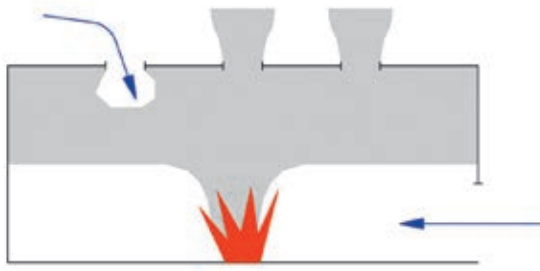


Рис. 2. «Опрокидывание» дымовых люков при недостаточной площади компенсирующих устройств

суммарную площадь проходного сечения дымовых люков $2,42 \text{ м}^2$ – 5 шт.

Теперь грубо прикинем потери давления на устройстве компенсирующей подачи воздуха при естественном побуждении (будем признательны, если читатели прокомментируют данный подход). Итак, худший вариант – размещение компенсирующих устройств на заветренном фасаде. Для компенсирующей подачи воздуха воспользуемся воротами. Площадь открытых ворот возьмем, например, в два раза больше площади дымовых люков – $4,84 \text{ м}^2$ ($\xi_B = 2,44$). Потери давления на компенсирующем устройстве складываются из потерь давления на преодоление разрежения заветренного фасада и потерь давления в местных сопротивлениях компенсирующего устройства:

$$\Delta P_B = |k_{aw0}| \frac{\rho_a v_a^2}{2} + \xi_B \frac{\rho_a v_B^2}{2},$$

где k_{aw0} – коэффициент ветрового напора для заветренного фасада. Принимаем $k_{aw0} = -0,6$;

ξ_B – коэффициент местного сопротивления проема ворот. Принимаем $\xi_B = 2,44$;

ρ_a – плотность наружного воздуха при температуре t^a , кг/м^3 ;

v_a – скорость ветра, м/с ;

v_B – скорость воздуха в проеме ворот, м/с .

По условиям массового баланса $G_a = G_{sm}$. Тогда скорость воздуха в проеме ворот:

$$v_B = \frac{G_a}{\rho_a \cdot S_B} = \frac{10,7}{1,18 \cdot 4,84} = 1,87 \text{ м/с}.$$

Соответственно:

$$\Delta P_B = |k_{aw0}| \frac{\rho_a v_a^2}{2} + \xi_B \frac{\rho_a v_B^2}{2} = |-0,6| \frac{1,18 \cdot 4^2}{2} + 2,44 \frac{1,18 \cdot 1,87^2}{2} = 10,7 \text{ Па}.$$

Подставим полученное значение в формулу (91) рекомендаций [1]:

$$F_{sm} = \frac{G_{sm}}{\sqrt{\frac{2\rho_{sm}(gh_{sm}(\rho_a - \rho_{sm}) + 0,25(k_{aww} + k_{aw0} - 2k_{aws}))\rho_a v_a^2 - \Delta P_B}{\xi_d + 1}}}$$

При том же типоразмере (900×600) получим минимальную суммарную площадь проходного сечения дымовых люков уже $4,58 \text{ м}^2$ (~10 шт.). Из приведенного примера видно, что выбор способа и условий компенсации оказывает значительное влияние на количество дымовых люков. В некоторых случаях можно получить и отрицательную величину под знаком корня, что указывает на неприемлемость принятых величин и, как следствие, невозможность применения дымовых люков. Игнорирование факта влияния устройства компенсирующей подачи воздуха (при естественном побуждении) приведет к недостоверному определению площади дымовых люков и в дальнейшем – к невыполнению системой своих функций (см. рис. 2).

Закрепим особенности вытяжных систем противодымной вентиляции с естественным побуждением тяги:

- конструктивное выделение дымовых зон;
- более эффективным будет применение большего числа маленьких люков, чем меньшего числа больших (но не менее одного на 1000 м^2);
- устройство механических систем для компенсирующей подачи наружного воздуха.

Литература

1. МД.137-13 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Методические рекомендации к СП 7.13130.2013».
2. Р НП «АВОК» 5.5.1-2023 «Системы противодымной вентиляции жилых и общественных зданий».
3. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с Изменениями № 1, 2)».
4. Системы противодымной вентиляции: вопросы и ответы // АВОК. – 2021. – № 4.
5. Практические вопросы проектирования и устройства систем противодымной защиты зданий и сооружений. Обзор нормативных требований по пожарной безопасности, актуализация нормативов в рамках приказа № 50 Министерства строительства от 31.01.2020 // IV Инженерный форум. URL: <https://dzen.ru/video/watch/61798733b03ad74ad93395af>.
6. СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности».
7. Пузач С. В., До Тхань Тунг. Условия возникновения «поддува» при работе систем дымоудаления с естественным побуждением // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 9.
8. Пузач С. В., До Тхань Тунг. Влияние высоты стенки дымоудаляющего отверстия на возникновение «поддува» при дымоудалении с естественным побуждением // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 11.
9. Колчев Б. Б. Особенности проектирования систем противодымной вентиляции с естественным побуждением тяги // Кровли. – 2010. – № 1(24).