



Учёт гравитационного давления при расчёте систем дымоудаления

Федеральным законом от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлено, что «системы противодымной защиты» — это комплекс организационных мероприятий, объёмно-планировочных решений, инженерных систем и технических средств, направленных на предотвращение или ограничение опасности задымления зданий и сооружений при пожаре, а также воздействия опасных факторов пожара на людей и материальные ценности. Системы механического дымоудаления используют оборудование (вентиляторы, воздуховоды, клапаны и др.), которое предназначено для управления перемещением дыма путём создания необходимых перепадов давлений механическими средствами.

В настоящее время для расчёта параметров дымоудаления пользуются двумя методиками: разработкой Р НП «АВОК» 5.5.1–2015 «Расчёт параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий» и разработкой Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны (ФГБУ «ВНИИПО») «Расчётное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013».

Первая методика предлагает подбирать вентилятор механической системы дымоудаления на расчётную температуру дымовых газов, где учитывается гравита-

ционная составляющая давления в шахте, возникающая вследствие разницы плотностей приточного воздуха и удаляемых газов. Вторая методика не даёт подробных указаний по выбору вентилятора.

Ни одна из указанных методик не учитывает, что система дымоудаления должна обеспечивать проектный расход как при расчётной температуре, так и на «холодном» воздухе, не нагретом дымовыми газами. Необходимость работы систем дымоудаления с переменными параметрами перемещаемой среды объясняется двумя факторами: первый — в начальный момент пожара температура низкая и гравитационная составляющая не будет оказывать существенного влияния; второй — при сдаче и испытании системы дымоудаления замеры производятся при температуре приточного или внутреннего («холодного») воздуха. Соответственно, и оборудование подбирается с учётом возможности перемещения как горячего, так и холодного воздуха.

Системы механического дымоудаления используют оборудование (вентиляторы, воздуховоды, клапаны и др.), которое предназначено для управления перемещением дыма путём создания необходимых перепадов давлений механическими средствами

Рецензия эксперта на статью получена 23.05.2019 [Expert review on the article received on May 23, 2019].

УДК 614.84.697.98. Номера специальностей: 05.23.03, 05.26.03.

Учёт гравитационного давления при расчёте систем дымоудаления

Юрий Н. Зотов, к.т.н., доцент; **Иван А. Хурин**, старший преподаватель, кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Академия строительства и архитектуры Самарского государственного технического университета (АСА СамГТУ)

Рассмотрены вопросы, связанные с необходимостью учёта изменения гравитационной составляющей перепада давлений при аэродинамическом расчёте систем дымоудаления. Показана степень влияния гравитационного давления на параметры работы системы дымоудаления. Предложены способы уменьшения степени влияния гравитационного давления.

Ключевые слова: механическая система дымоудаления, гравитационное давление, производительность системы, степень влияния гравитационной составляющей.

UDC 614.84.697.98. Numbers of scientific specialties: 05.23.03, 05.26.03.

Accounting for gravity pressure when calculating smoke removal systems

Yuri N. Zotov, PhD, Associate Professor; **Ivan A. Khurin**, Senior Lecturer, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Academy of Construction and Architecture of Samara State Technical University (Samara Polytech)

The problems associated with the need to account for changes in the gravity component of the differential pressure when calculating the aerodynamic smoke removal systems. It shows the degree of influence of the gravitational pressure on the parameters of the smoke removal system. Ways of reducing the degree of influence of the gravitational pressure.

Key words: mechanical smoke removal system, gravitational pressure, system performance, the degree of influence of the gravitational component.

Для типов вентиляторов с более пологой характеристикой превышение составит 33 %. Для сети с низким аэродинамическим сопротивлением увеличение производительности будет ещё больше. Неверно полагать, что влияние гравитационной составляющей при высотах до 20 м будет незначительным

При этом массовый расход дымовых газов может отличаться в разы, а объёмный принимается условно постоянным. В соответствии с ГОСТ Р 53300–2009 «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приёмодаточных и периодических испытаний» контролируемым параметром является именно объёмный расход, без какой-либо корректировки на расчётные условия.

В случае реального пожара и увеличения температуры дымовых газов, при наличии вертикального канала в системе дымоудаления, появляется гравитационная составляющая перепада давлений, и она тем больше, чем значительнее высота вертикального канала. Такая система при повышении температуры увеличит свою производительность.

Проиллюстрируем это на примере. Имеется система дымоудаления из коридора общественного здания, вентилятор стоит на крыше здания.

Расход рассчитан по методике ФГБУ «ВНИИПО» и составил около 15 тыс. м³/ч. Потери давления в системе определялись методом удельных потерь давления и составили около 700 Па, подобран вентилятор КРОВ 91-ДУ производства компании «ВЕЗА», его характеристика представлена

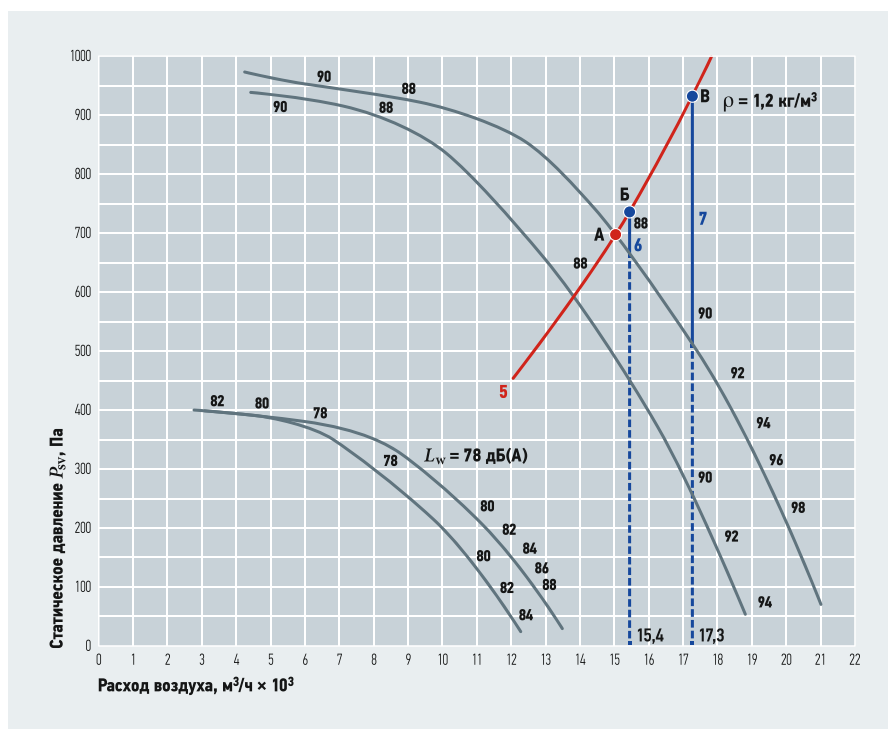


Рис. 1. Определение производительности системы дымоудаления

Изменение гравитационного давления, Па

табл. 1

$h, \text{ м / } t, ^\circ\text{C}$	200	400	600
10	45	66	78
20	89	133	156
30	134	199	234
40	178	265	312
50	223	331	390

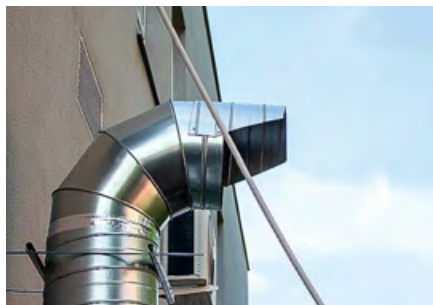


Фото: ООО «Помарная техника», pomarny.ru



на рис. 1 (кривая 4, рабочая точка вентилятора с системой дымоудаления А).

В общем случае гравитационное давление, возникающее вследствие разности плотностей, вычисляется как

$$\Delta p = hg(\rho_n - \rho_{дг}), \text{ Па},$$

где h — расстояние по вертикали от дымоприёмного устройства до выхлопного патрубка вентилятора, м; g — ускорение свободного падения; ρ_n — плотность приточного воздуха (примем 1,2 кг/м³); $\rho_{дг}$ — плотность дымовых газов, которая изменяется в зависимости от их температуры. Так, для трёхэтажного здания $h = 10$ м при $t = 200^\circ\text{C}$ гравитационное давление будет незначительным и составит 45 Па. Однако с ростом температуры и увеличением вертикальной части системы дымоудаления гравитационное давление увеличивается.

В табл. 1 показано увеличение гравитационного давления в зависимости от температуры дымовых газов и высоты рассматриваемого здания.

Как видно из данной таблицы, величина гравитационного давления может достигать больших величин, сопоставимых с аэродинамическим сопротивлением системы дымоудаления. Это не может не сказаться на производительности системы.

Для возможности оценки влияния увеличения перепада давлений в рассматриваемой сети дымоудаления вычислим характеристику сопротивления сети, затем нанесём на график характеристики вентилятора параболу характеристики сети (кривая 5 на рис. 1). Затем, отложив от характеристики сети отрезок 6, численно равный гравитационному давлению для минимального случая (45 Па), на пересечении с характеристикой вентилятора нанесём точку В, характеризующую параметры работы сети с учётом гравитационного давления. Подобные построения проведём и для максимального случая (390 Па) — отрезок 7 и рабочая точка В, соответственно.

По шкале производительности на графике найдём диапазон изменения расходов. Так, в случае трёхэтажного здания и температуры 200 °С расход увеличится с 15 тыс. до 15,4 тыс. м³/ч, то есть окажется больше на 2,6 %, что несущественно в случае 15-этажного здания, но при температуре 600 °С расход составит 17,3 тыс. м³/ч, то есть возрастёт на 15,3 %, что уже находится за рамками допустимых норм.

Мы разобрали частный случай с конкретным вентилятором. Если подобрать для рассмотренной системы дымоудаления другие типы вентиляторов с более пологой характеристикой, например, производства компании NED, превышение составит 33 %. Если отойти от конкретного случая и предположить сеть с низким аэродинамическим сопротивлением, то увеличение производительности будет ещё больше. Таким образом, неверно полагать, что влияние гравитационной составляющей при небольших высотах (до 20 м) будет незначительным, правильнее будет рассматривать соотношение потерь давления в сети и гравитационной составляющей.

Заключение

При проектировании систем дымоудаления и подборе оборудования необходимо учитывать указанную особенность и стараться избегать значительного превышения расхода. Этого можно добиться на стадии проектирования, например, снизить температуру дымовых газов, изменяя толщину дымового слоя, увеличить скорость в шахте дымоудаления, тем самым сделав характеристику сети более крутой, или подобрать вентилятор с ниспадающей характеристикой. Можно решить проблему аппаратно, применив частотное регулирование оборотов двигателя вентилятора дымоудаления. ●

1. Переятец А. Дымоудаление — цели, способы, средства // Компоненты и технологии, 2003. №7. С. 182–184.

2. Пузач С.В., Хай Н.Т. Влияние расходов систем дымоудаления и приточной вентиляции на высоту незадымляемой зоны помещения при пожаре // Инженерно-физический журнал, 2009. Т. 82. №6. С. 1023–1030.

3. Игольников А.В. Некоторые проблемы устройства систем противодымной защиты зданий повышенной этажности // Технологии техносферной безопасности, 2008. №6. С. 2.

4. Расчёт параметров систем противодымной защиты // АВОК, 2018. №4. С. 10–19.

5. Безяев А.А. Совершенствование системы дымоудаления в зданиях повышенной этажности // Образование и наука в современном мире. Инновации, 2018. №6. С. 214–221.

Accounting for gravity pressure when calculating smoke removal systems.
Pp. 53–55.

Yuri N. Zotov, PhD, Associate Professor; **Ivan A. Khurin**, Senior Lecturer, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Academy of Construction and Architecture of Samara State Technical University (Samara Polytech)

1. Perejatenec A. *Dymoudalenie — tseli, sposoby, sredstva* [Smoke removal — goals, methods, means]. *Komponenty i tehnologii* [“Components and technologies” Magazine]. 2003. No. 7. Pp. 182–184. [In Russian]
2. Puzach S.V., Haj N.T. *Vlijanie rashodov sistem dymoudalenija i pritocnoj ventiljacii na vysotu nezadymljaemoj zony pomeschenija pri pozhare* [The impact of the costs of smoke removal systems and intake ventilation on the height of the non-smoky room area in case of fire]. *Inzhenerno-fizicheskij zhurnal* [Engineering and Physics Journal]. 2009. Vol. 82. No. 6. Pp. 1023–1030. [In Russian]
3. Igol'nikov A.V. *Nekotorye problemy ustrojstva sistem protivodymnoj zashhity zdaniy povyshennoj jetazhnosti* [Some problems in the design of smoke protection systems for buildings of high-rise buildings]. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti* [“Technologies of technosphere safety” Magazine]. 2008. No. 6. P. 2. [In Russian]
4. *Raschet parametrov sistem protivodymnoj zashhity* [Calculation of parameters of smoke protection systems]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2018. No. 4. Pp. 10–19. [In Russian]
5. Bezjaev A.A. *Sovershenstvovanie sistemy dymoudalenija v zdaniyah povyshennoj jetazhnosti* [Improving the smoke removal system in buildings of high-rise buildings]. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovacii* [“Education and science in the modern world. Innovations” Magazine]. 2018. No. 6. Pp. 214–221. [In Russian]