



Анализ европейских и российских правил проектирования традиционных канальных систем противодымной вентиляции автостоянок закрытого типа

А. В. Свердлов, генеральный директор FlaktGroup Россия

А. П. Волков, канд. техн. наук, эксперт FlaktGroup Россия

Современные вентиляционные системы больших многоярусных подземных автостоянок принято проектировать как универсальные или совмещенные – приточная и вытяжная системы вентиляции обеспечивают как противодымную, так и штатную общеобменную вентиляцию. Такой подход позволяет сократить количество как собственно вентиляторов, так и количество вентиляционных шахт, что снижает стоимость вентиляционного оборудования и затраты на строительство, возрастает эффективность использования подземного пространства. Таким образом, режим дымоудаления становится определяющим при выборе основных параметров вентиляционной системы автостоянки, так как именно режим дымоудаления определяет максимальную нагрузку на вентиляционную систему.

В работе [1] показано, что при проектировании таких вентиляционных систем принято использовать численные модели, описывающие распространение дымовых газов при пожаре на автостоянке. Однако такие модели не могут использоваться при отсутствии исчерпывающей информации об объемно-планировочных решениях автостоянки и характеристиках применяемых вентиляторов. Применение CFD-моделей связано с существенными затратами и требованиями к квалификации проектировщиков, поэтому их целесообразно использовать при экспертизе принятых проектных решений [2].

При начале проектирования целесообразно руководствоваться существующими правилами проектирования таких вентиляционных систем и использовать упрощенные аналитические модели, позволяющие выбрать оптимальные параметры системы противодымной вентиляции при различных вариантах объемно-планировочных решений автостоянки.

В европейской практике используют рекомендации по выбору параметров противодымной вентиляции подземных автостоянок, основанные на обобщении практического опыта проектирования, строительства и эксплуатации таких

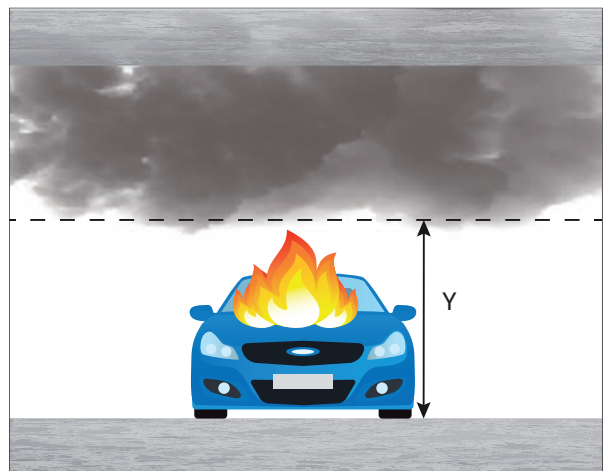


■ Рис. 1. Современная подземная автостоянка, оснащенная канальной противодымной вентиляцией

объектов. В частности, польский нормативный документ [3] рассматривает как традиционные поперечные канальные системы, так и продольные струйные системы противодымной вентиляции подземных автостоянок [4]. Положения пособия [3] соответствуют правилам и рекомендациям по проектированию систем вентиляции автостоянок и базируются на основных европейских нормативных документах [5–7]. Отечественные нормативные документы [8–13] позволяют определить параметры вентиляции автостоянки.

Наиболее важным параметром таких систем вентиляции является производительность вентиляторов дымоудаления. Очевидно, что размеры воздуховодов системы канальной противодымной вентиляции, определяемые по расходам продуктов горения, являются ограничивающим фактором при установлении минимальной высоты потолочного перекрытия. В настоящее время наблюдается тенденция к более плотному заполнению подземного пространства автостоянки, как это показано на рис. 1. Минимальная допустимая высота потолка становится важным фактором при выборе типа и параметров системы вентиляции автостоянки.

Применительно к традиционной канальной вентиляции считается, что снижение высоты потолка является фактором риска [3, 14]. Создаваемый в подпотолочном пространстве резервуар дыма (рис. 2) нестабилен вследствие нестационарности процесса горения автомобиля. Удержание нижней



■ Рис. 2. Резервуар дыма при поперечной системе дымоудаления

границы продуктов горения на заданной по соображениям безопасности высоте Y весьма проблематично.

Принятое значение производительности вентилятора дымоудаления становится важнейшим фактором обеспечения безопасности нахождения человека в помещении автостоянки закрытого типа.

Предполагаемое повышение температуры продуктов горения [3] составляет $\Delta T_{пр}$. В идеальном случае будем считать, что подмес чистого воздуха на входе в шахту дымоудаления отсутствует. В этом случае $\Delta T_{пр}$ можно определить по формуле:

$$\Delta T_{пр} = \frac{Q_K}{C_p G_K}, \quad (3)$$

где

$C_p = 1,01$ кДж/кг·К – теплоемкость дымовых газов;
 Q_K – конвективная мощность очага горения (2,0–3,0 МВт для одного легкового автомобиля);
 G_K – массовый расход продуктов горения [11], кг/с.

В отличие от европейских стандартов в отечественной практике принято принимать более низкие значения $\Delta T_{пр}$ [11], определяемые с учетом теплообмена продуктов горения с ограждающими конструкциями, а именно:

$$\Delta T_{пр} = \frac{Q_K}{G_K C_p + \alpha [F_n + L_{ок} \cdot (H - Y)]}, \quad (4)$$

где

F_n – площадь потолка помещения, м²;
 $L_{ок}$ – периметр ограждающих конструкций, м;
 H – высота помещения, м;
 $G_K = 0,032 Q_K^{3/5} Y$ – массовый расход продуктов горения [11], кг/с;
 α – коэффициент теплоотдачи от продуктов горения к ограждающим конструкциям, кВт/(м²·К), принимают равным 0,012.

Значение $\Delta T_{пр}$, рассчитанное по формуле (4), обычно существенно, примерно в два раза, меньше результата, полученного по формуле (3).

Определение объемного расхода продуктов горения и производительности вентилятора дымоудаления V_{ex} (м³/час) в соответствии с [3] следует осуществлять по формуле:

$$V_{ex} = G_K \frac{T_0 + \Delta T_{пр}}{\rho_0 T_0} \Psi 3600, \quad (5)$$

где

$G_K = 0,188 P Y^{3/2}$ – массовый расход продуктов горения [3], кг/с;

P – периметр очага горения, равный 14 м при пожаре одного автомобиля, м;

ρ_0 – плотность наружного воздуха, кг/м³;

T_0 – температура наружного воздуха, К;

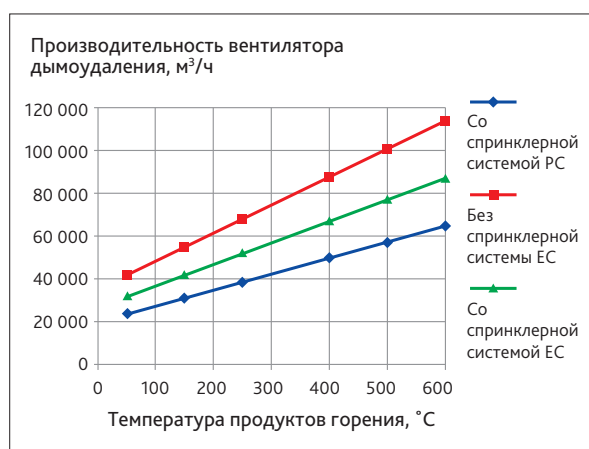
Ψ – коэффициент безопасности, равный 1,3 при $H \leq 3,5$ м.

На рис. 3 приводятся данные, рассчитанные по европейским [3] (ЕС) и российским [11] (РС) стандартам, позволяющие выбрать производительность вентилятора дымоудаления поперечной канальной системы противодымной вентиляции при различных принятых расчетных значениях температуры продуктов горения.

Расчет выполнен для пожарного отсека автостоянки не более 3000 м² при температуре наружного воздуха 15 °С.

Другим важным обстоятельством при выборе производительности вентилятора дымоудаления является площадь пожарного отсека автостоянки, которая должна быть оснащена автономной системой вентиляции и дымоудаления.

В России площадь помещения подземной автостоянки под пожарный отсек принимается в соответствии с [13] не более 3000 м². В [3] аналогичная норма ограничена значением 2600 м². Пожарные отсеки большего размера допустимы, если производительность системы противодымной вентиляции будет увеличена пропорционально частному от деления площади пожарного отсека на 2600 м², а эффективность системы будет подтверждена использованием численных расчетов и метода CFD-моделирования.



■ Рис. 3. График требуемой производительности вентилятора дымоудаления при изменении температуры продуктов горения для автостоянки, оборудованной и не оборудованной автоматической спринклерной системой пожаротушения

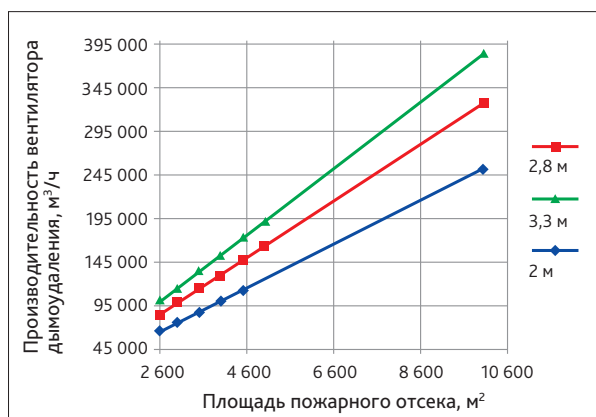


Рис. 4. График требуемой производительности вентилятора дымоудаления при увеличении площади пожарного отсека автостоянки при различных высотах нижней границы продуктов горения

На рис. 4 показано влияние габаритов пожарного отсека автостоянки на выбор производительности вентилятора дымоудаления, рассчитанной в соответствии с рекомендациями [3]. В качестве габаритных характеристик приняты площадь пожарного отсека и высота нижней границы продуктов горения Y .

Выполненный анализ свидетельствует о наличии существенных различий при выборе производительности вентиляторов дымоудаления канальной системы вентиляции с использованием отечественной и зарубежной нормативных баз. Представленные материалы позволяют сформулировать ряд выводов.

Производительность вентиляторов дымоудаления является важнейшим фактором обеспечения безопасности нахождения человека в помещении автостоянки закрытого типа.

Европейские стандарты предусматривают большее в 1,5–2,0 раза значение требуемой производительности вентиляторов дымоудаления, чем в отечественных стандартах.

Европейские стандарты допускают увеличение площади пожарного отсека автостоянки, оснащенной канальной вентиляцией, при пропорциональном увеличении производительности вентиляторов дымоудаления.

Литература

1. Свердлов А. В., Волков А. П., Рыков С. В. и др. Расчетные методы проектирования продольных струйных систем вентиляции автостоянок закрытого типа // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. – 2016. – № 4. – С. 23–32.

2. Й. Висник, К. Воет. Вентиляция в подземных гаражах. Опыт Германии // Мир строительства и недвижимости. – 2012. – № 43. – С. 58.
3. W. Vengzhinsky, G. Krajewski. Systemy wentylacji pożarowe jgaraże. Projektowanie, ocena, akceptacja / Системы противопожарной вентиляции гаражей. Проектирование, оценка, приемка : пособие // Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa, 2015. ISBN 987–83–24–6792–6. URL: <http://www.flaktwoods.ru/about-us/media/news/systemy-protivopozharnej-ventilyatsii-garazhej/>
4. Волков А. П., Свердлов А. В. Реверс воздушного потока при продольной вентиляции и дымоудалении подземных и крытых автостоянок // АВОК. – 2015. – № 1. С. 34–38.
5. BS 7346–7:2006 Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smock and heat control systems for covered car park.
6. NEN 6098:2010 Rookbcheersingssystemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages.
7. NBN S 21–208–2 Brandbeveiliging in gebouwen Ontwerp van rook – en warmteafvoersystemen (RWA) van gesloten parkeergebouwen.
8. СП 113.13330.2012 «Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02–99*». М., 2012.
9. СП 154.13130.2013 «Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности». М., 2013.
10. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». М., 2013
11. Р НП «АВОК» 5.5.1–2015 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий». М., 2015.
12. СТО НОСТРОЙ 2.15.194–2016 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Системы струйной вентиляции и дымоудаления подземных и крытых автостоянок. Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к результатам работ». М., 2016
13. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты». М., 2012.
14. Вишневский Е. П., Волков А. П. Противодымная защита крытых и подземных автостоянок, оборудованных струйной (импульсной) вентиляцией // Мир строительства и недвижимости. – 2012. – № 44. – С. 54–56. ○