

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЫТЯЖНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКИ

***Аннотация:** В статье рассматривается проектное решение системы вентиляции подземной автостоянки на базе традиционной канальной системы вентиляции с совмещением со струйными вентиляторами. В данной работе приведен пример математических расчетов для подсчета дымоприемных отверстий.*

***Ключевые слова:** системы вентиляции; системы дымоудаления; автостоянки закрытого типа; струйные вентиляторы.*

***Annotation:** The article discusses the design technical solution of the smoke evacuation ventilation system of an underground parking lot based on a multi-flow channel emergency system of underground ventilation of the crop, especially combining extremely with jet fans, therefore. In this paper, an example of mathematical calculations for counting smoke intake holes is given.*

***Key words:** ventilation systems; smoke removal systems; closed-type parking lots; jet fans.*

В исходном варианте рассматривается проектное решение системы вентиляции подземной автостоянки на базе традиционной канальной системы вентиляции с совмещением со струйными вентиляторами. Подземная автостоянка имеет два этажа.

В качестве расчетных условий действия противодымной вентиляции необходимо принимать возможность возникновения пожара подземных сооружений как на нижних, так и на верхних подземных этажах.

Расчетный период действия противодымной вентиляции должен предусматриваться либо на время эвакуации людей из помещений, с этажа или из здания в целом, либо по условиям обеспечения действий пожарных подразделений при выполнении работ по спасанию людей, обнаружению и локализации очага пожара.

Размещение дымоприемных устройств предусмотрено горизонтальным на нижней стороне воздуховодов системы вытяжной противодымной вентиляции высотой 0,4 м. Расстояние от потолка до верха воздуховода системы вытяжной противодымной вентиляции будет составлять не менее 50 мм. Таким образом, расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного отверстия (всасывающей плоскости) составит не более:  $d = 0,75 - 0,45 = 0,3$  м.

Из помещений для хранения автомобилей подземной автостоянки предусматривается удаление продуктов горения системами вытяжной противодымной вентиляции ДУ1 и ДУ2 (см. Приложение 1 и 2) производительностью 32200 м<sup>3</sup>/ч каждая.

С учетом малой имеющейся толщины дымового слоя в помещении проведем расчет количества дымоприемных устройств на этаже автостоянки, которые при этом будут обеспечивать удаление большого количества продуктов горения (дыма)

$F_{кл}$  – площадь проходного сечения дымового клапана, м<sup>2</sup>, принимают по данным фирмы-изготовителя или вычисляют по формуле:

$$F_{кл} = (a_{кл} - 0,03) (b_{кл} - 0,05)$$

где  $a_{кл}$  – больший из установочных размеров клапана, м;

$b_{кл}$  – меньший из установочных размеров клапана, м;

Площадь проходного сечения дымового клапана составляет

$$F_{кл} = (0,7 - 0,03) (0,5 - 0,05) = 0,3 \text{ м}^2.$$

Предельная производительность дымоприемного отверстия зависит от трех факторов: толщины дымового слоя, разницы средней температуры дымового слоя и воздуха из нижнего слоя, месторасположения дымоприемного отверстия. Формулы для определения предельно допустимой производительности дымоприемного отверстия (максимальной объемной скорости потока без захвата чистого воздуха из зоны ниже границы дымового слоя) и для определения минимального расстояния между дымоприемными отверстиями в зависимости от местоположения дымоприемного отверстия, расстояния от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного отверстия, температуры дымового слоя и температуры окружающего воздуха приведены в стандарте NFPA 92 «Standard for Smoke Control Systems 2015 Edition» (см. раздел 5.6 “Number of Exhaust Inlets” и формулы [5.6.3b], [5.6.8], [5.6.9b]).

Так для системы дымоудаления ДУ1 (с 1-го подземного этажа автостоянки) температура внутреннего воздуха до начала пожара:

$$T_0 = 22^\circ\text{C} = 295^\circ\text{K};$$

средней температуре дымового слоя:

$$T_s = 109,4^\circ\text{C} = 382,4^\circ\text{K};$$

(определенной по формуле (16) Р НП "АВОК" 5.5.1-2018);

расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного отверстия:

$$d = 0,75 - 0,45 = 0,3 \text{ м}.$$

В соответствии с формулой [5.6.3b] NFPA 92 максимальный объем расхода, который может быть обеспечен одним выпускным отверстием без выпуска, рассчитывается с использованием уравнения:

$$V_{max} = 4.16\gamma d^{\frac{5}{2}} \left( \frac{T_s - T_0}{T_0} \right)^{1/2}$$

где  $V_{max}$  – максимальная объемная скорость воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$\gamma$  – коэффициент избытка воздуха;

$d$  – расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного отверстия;

$T_s$  – средней температуре дымового слоя;

$T_0$  – температура внутреннего воздуха до начала пожара.

Расположение дымоприемных отверстий в горизонтальной плоскости на нижней стенке воздуховода предельно допустимая производительность дымоприемного отверстия (максимальная объемная скорость потока без захвата чистого воздуха из зоны ниже границы дымового слоя):

$$V_{max} = 4,16 \times 1 \times 0,35/2 \times ((382,4 - 295) / 295) \times 1/2 = 0,112 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Разделив производительность системы ДУ1 на предельную производительность дымоприемного отверстия, получим следующее требуемое количество дымоприемных отверстий:

$$N_{отв.} = L/V_{max} = 32200 / (3600 \times 0,112) = 80 \text{ шт.}$$

Для уменьшения требуемого количества дымоприемных отверстий в условиях тонкого дымового слоя необходимо разместить дымоприемные отверстия не в нижней, в верхней стенке воздуховода системы дымоудаления, оставив между потолком и воздуховодом зазор из условия равенства площади дымоприемного отверстия произведению периметра дымоприемного отверстия на высоту зазора.

При горизонтальном размещении дымоприемных отверстий в верхней стенке воздуховода при высоте зазора между потолком и стенкой воздуховода 100 мм:

- расстояние от нижней границы дымового слоя до нижней точки дымоприемного отверстия составит:

$$d = 0,75 - 0,1 = 0,65 \text{ м.}$$

- предельно допустимая производительность дымоприемного отверстия (максимальная объемная скорость потока без захвата чистого воздуха из зоны ниже границы дымового слоя) будет равна:

$$V_{max} = 4,16 \times 1 \times 0,655/2 \times ((382,4-295)/295) \times 1/2 = 0,771 \text{ м}^3/\text{с}.$$

- минимальное расстояние между дымоприемными отверстиями (от края до края) равно:

$$S_{min} = 0,9 \times 0,771/2 = 0,79 \text{ м}.$$

- эквивалентный гидравлический диаметр дымоприемного отверстия должен быть не более:

$$D = d/2 = 0,65/2 = 0,325 \text{ м}.$$

- минимальное расстояние от края дымоприемного отверстия до вертикальной ограждающей строительной конструкции должно составлять не менее:

$$x = 2 \times D = 2 \times 0,325 = 0,65 \text{ м}.$$

- требуемое количество дымоприемных отверстий будет равно:

$$N_{отв} = 32200 / (3600 \times 0,771) = 12 \text{ шт}.$$

Таким образом, для обеспечения устойчивого удаления дыма системами вытяжной противодымной вентиляции ДУ1 и ДУ2 производительностью 32200 м<sup>3</sup>/ч каждая необходимо разместить в верхней стенке воздуховодов указанных систем не менее 12 дымоприемных отверстий с установленной в них сеткой или решеткой, обеспечив наличие зазора между потолком и стенкой воздуховода высотой 100 мм. Размеры дымоприемных отверстий при этом необходимо определить исходя из того, что их эквивалентный гидравлический диаметр должен быть не более 0,325 м.

Дымоприемные отверстия в количестве 12 шт. необходимо равномерно расположить на плане каждого этажа автостоянки с учетом соблюдения минимально допустимого расстояния между ними равного 0,79 м (от края до края) и минимального расстояния от края отверстия до вертикальной ограждающей строительной конструкции равного 0,65 м.

С учетом того, что в соответствии с п. 3.2 СП 7.13130.2013 дымоприемное устройство это не исключительно нормально закрытый

противопожарный клапан, а проем или отверстие в канале системы вытяжной противодымной вентиляции с установленной в них сеткой или решеткой или с установленным в них дымовым люком или нормально закрытым противопожарным клапаном, то нормально закрытые противопожарные клапана необходимо установить только в местах присоединения воздуховодов системы дымоудаления к объединенному магистральному воздуховоду систем дымоудаления и вытяжной общеобменной вентиляции.

#### **Использованные источники:**

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. Волков А.П. Продольная система дымоудаления в подземных сооружениях, оснащенных струйными вентиляционными системами // С.О.К. – 2013. – № 8. – С. 82–88.

3. СТО НОСТРОЙ/НОП 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.

4. Свердлов А.В., Волков А.П. Почему проводят испытания горячим дымом при пусконаладочных работах системы струйной вентиляции и дымоудаления автостоянок // АВОК. – 2018. – № 3. С. 20–23.