

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА СТРУЙНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОД БРЕНДОМ P+1 НА ПОДЗЕМНЫХ И ЗАКРЫТЫХ АВТОСТОЯНКАХ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ

А. М. Гримитлин, профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» СПбГАСУ

А. В. Свердлов, член президиума НП «АВОК», основатель П+1 (P+1) pplus1.ru

А. П. Волков, представитель АС «СЗ Центр АВОК»

Падение продаж и рост объемов нераспроданного жилья ведут к снижению активности застройщиков и росту себестоимости строительства. Все это на фоне увеличения цен на материалы и логистику затрагивает и смежные со строительством рынки. В настоящее время на российском рынке наблюдается спад объемов продаж вентиляционного оборудования.

Тем не менее системы струйной вентиляции, обладающие высокой энергоэффективностью и обеспечивающие равномерное, без застойных зон, проветривание помещений все чаще используются в подземных и закрытых автостоянках [1, 2].

Для анализа опыта, накопленного при проектировании, строительстве и пусконаладочных работах были выбраны системы струйной вентиляции бренда P+1 (П+1), выпускаемые по техническим условиям Flakt Woods в России, т. к. они уже давно являются лидером в данной области [3].

Системы реверсивной и однонаправленной струйной вентиляции P+1 установлены на 16 крупных подземных и закрытых автостоянках. Более подробно о данных объектах, законченных строительством, можно узнать на информационном ресурсе **pplus1.ru**

К настоящему времени построено и введено в эксплуатацию большое количество парковок, в которых применена система струйной вентиляции именно реверсивного типа. На некоторых из них проводились натурные дымовые испытания при имитации очага пожара с использованием искусственного горячего дыма в соответствии с методикой [4]. Разработанные нормативные документы [4, 5] были апробированы при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию крупных подземных и закрытых автостоянок.

Полученный при этом практический опыт проектирования и строительства струйных систем вентиляции Р+1 стал основой для будущей актуализации данных стандартов [6].

Как было показано в [6], в настоящее время существует тенденция к укрупнению новых проектов подземных автостоянок. С 2022 по 2024 год суммарная площадь под будущие новые проекты увеличилась в 4,5 раза, в то же время количество собственно новых проектов увеличилось не более чем в 1,4 раза. Например, в настоящее время в Москве рассматривается проект 5-этажной подземной автостоянки с площадью одного этажа ок. 35 000 м², где использование струйной реверсивной вентиляции является безальтернативным.

Накоплен большой опыт проектирования широко распространенных в городах небольших и средних автостоянок площадью от 2 500 до 5 000 м², где часто приходится проектировать струйную вентиляционную систему в порядке замены традиционной канальной вентиляции автостоянки.

На рис. 1 представлена исходная схема канальной вентиляции подземной автостоянки.

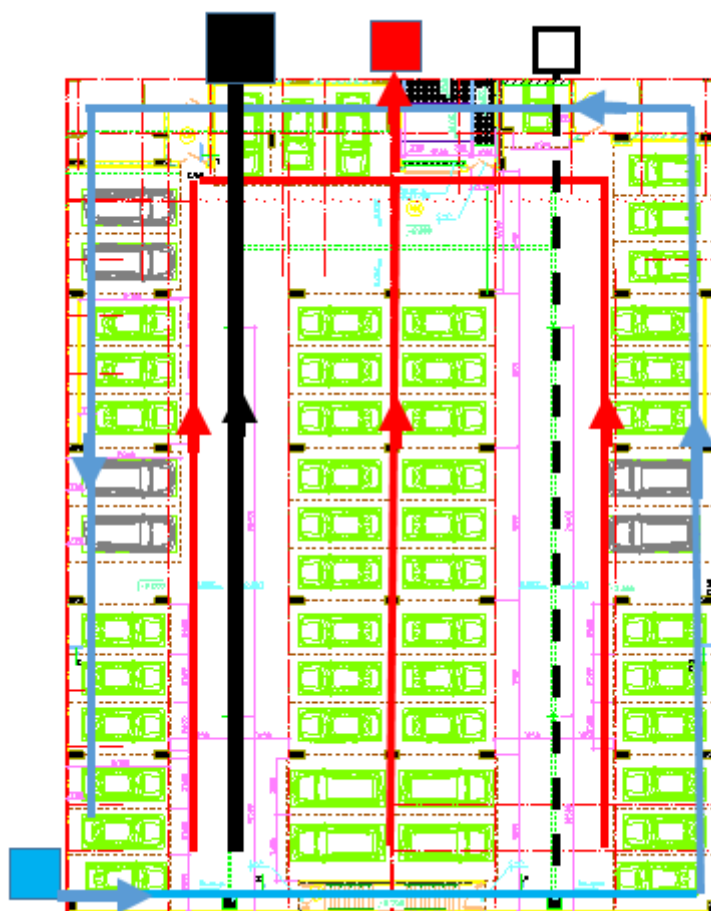




Рис. 1. Схема канальной общеобменной и противодымной вентиляции подземной автостоянки площадью 4 000 м²

Переход на реверсивную схему струйной вентиляции, как это показано на рис. 2, требует существенных изменений конструктивных параметров системы вентиляции.

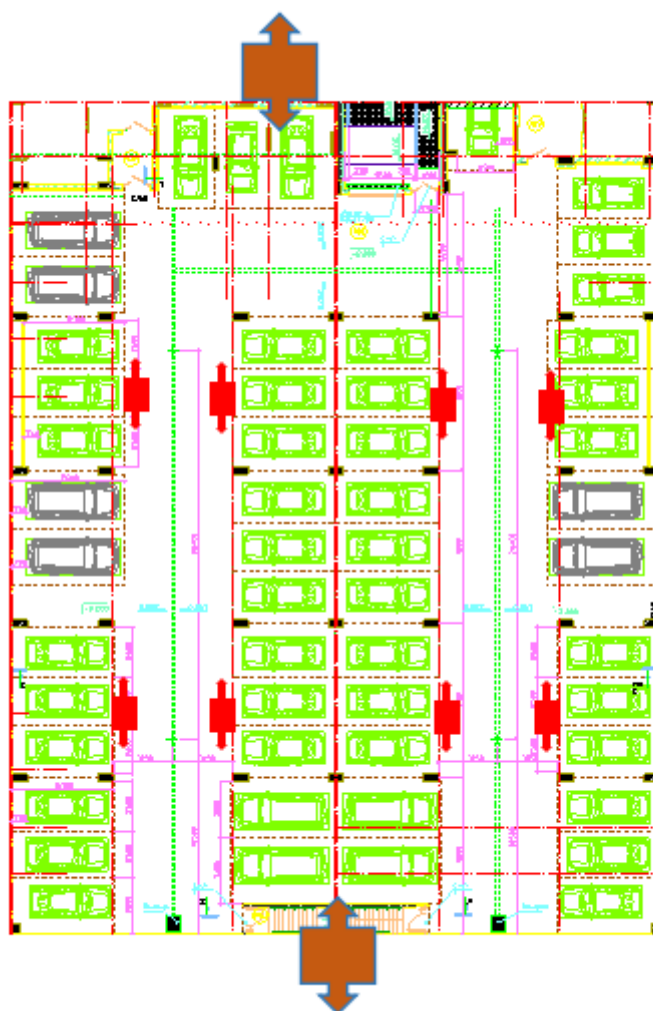


Рис. 2. Схема реверсивной струйной вентиляции автостоянки

Следует увеличить в 1,5–2 раза сечение вентиляционных шахт, обеспечить возможность выброса дымовых газов через обе вентиляционные шахты. Последнее часто

невозможно из-за требований к проектированию вентиляционных шахт подземной автостоянки, расположенной в цокольном этаже жилого здания, в условиях городской застройки [7].

Наиболее простым и недорогим решением является использование комбинированной схемы струйной вентиляции автостоянки, представленной на рис. 3.



Рис. 3. Комбинированная схема вентиляции автостоянки площадью 4 000 м²

Система вентиляции, представленная на рис. 3, включает продольную струйную общеобменную и поперечную канальную противодымную вентиляции.

Комбинированная схема на рис. 3 позволяет избавиться от системы воздуховодов общеобменной канальной вентиляции и использовать все преимущества струйной вентиляции, работающей в штатном режиме [1]. В этом случае не меняются расположение и размеры вентиляционных шахт. Изменения не затрагивают противодымной вентиляции, поэтому не требуется дополнительного согласования проекта.

Другой важной характеристикой системы струйной вентиляции является эффективность выбранной марки струйных вентиляторов. Данный фактор не всегда принимается во внимание, поэтому рассмотрим его подробнее.

Основной технической характеристикой струйного вентилятора является осевая реактивная тяга F (Н), действующая в выходном сечении вентилятора и определяемая зависимостью:

$$F = M_o v_o = A_o \rho_v (v_o)^2, \quad (1)$$

где A_o — площадь выходного сечения струйного вентилятора, м^2 ;

v_o — скорость воздушного потока в выходном сечении, м/с .

Струйный вентилятор вовлекает в движение воздух в помещении за счет обмена импульсами между осесимметричной воздушной струей и неподвижным воздухом. Обычно струйный вентилятор создает в помещении турбулентный воздушный поток в 8–10 раз больший, чем производительность самого вентилятора. Площадь помещения, проветриваемого вентилятором, зависит от значения его реактивной тяги и минимального расчетного значения осевой составляющей скорости воздушной струи [1, 5].

На рис. 4 показаны данные зависимости [5].

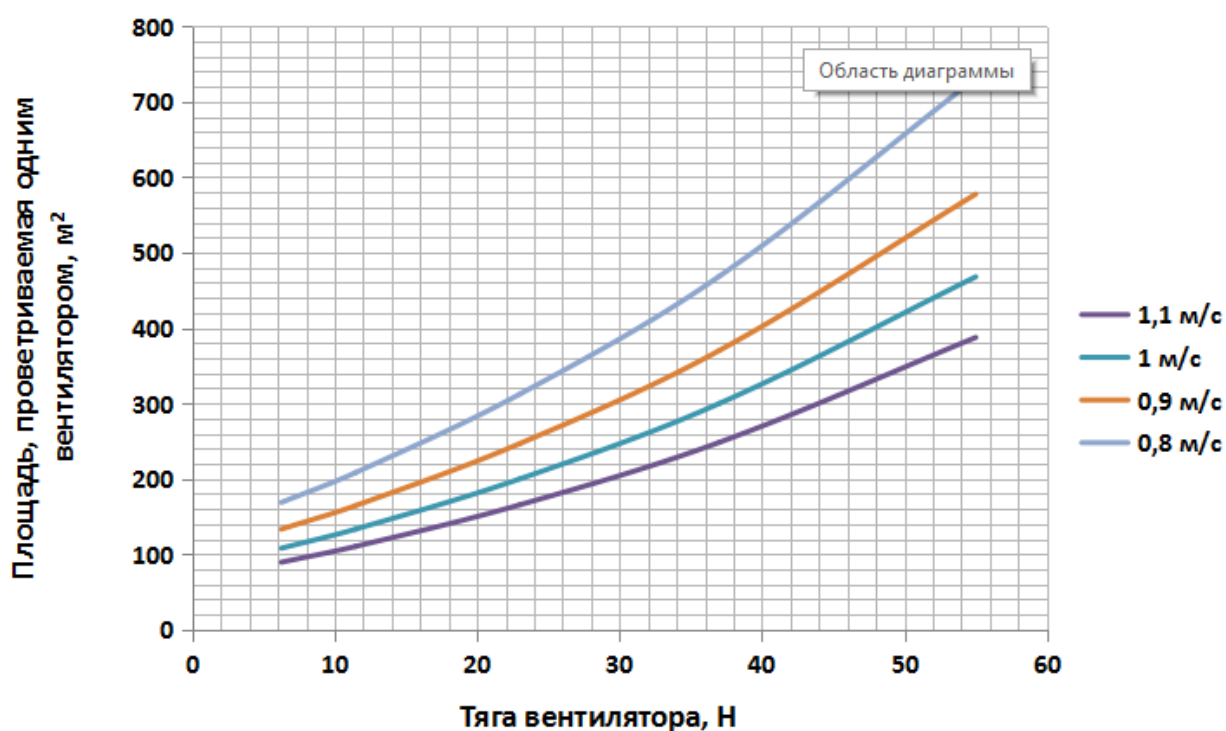


Рис. 4. Графики зависимости площади части помещения, проветриваемого одним струйным вентилятором, от его реактивной тяги при различных минимальных значениях осевой скорости воздушной струи

Для оценки энергоэффективности струйного вентилятора используют значение коэффициента $K_{эв}$ (Н/кВт), вычисляемого в соответствии с формулой:

$$K_{эв} = F / N_{эв}, \quad (2)$$

где $N_{эв}$ — мощность, потребляемая электродвигателем вентилятора, кВт.

Струйные вентиляторы с реактивной тягой F в диапазоне от 35 до 55 Н, предназначенные для автостоянок, в зависимости от производителя могут иметь значение коэффициента $K_{эв}$ от 40 до 70 Н/кВт в штатном режиме общеобменной вентиляции.

На рис. 5 представлен низкопрофильный струйный вентилятор Р+1 с диаметром рабочего колеса 355 мм, установленный в подземной автостоянке с высотой потока 2,5 м.



Рис. 5. Струйный вентилятор Р+1 в подземной автостоянке г. Казани

В европейских стандартах рекомендуется применять струйные системы вентиляции при высоте потолков автостоянки менее 2,9 м [8].

Таким образом, дополнительным резервом повышения энергоэффективности струйной вентиляции автостоянок является:

- рациональный выбор схемы струйной вентиляции автостоянки;
- подбор компании — производителя струйных вентиляторов исходя из показателя энергоэффективности;
- применение струйных систем вентиляции на автостоянках большой площади и при низкой высоте потолка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свердлов А. В., Волков А. П., Рыков С. В., Волков М. А. Эффективность системы общеобменной вентиляции автостоянок закрытого типа // Вестник Международной академии холода. 2022. № 1. С. 3–10. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-3-10.
2. Волков А. П., Свердлов А. В., Рыков С. В., Волков М. А. Фактор энергоэффективности при выборе параметров системы вентиляции автостоянки закрытого типа // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2015. № 3 С. 28–36.
3. Гримитлин А. М., Свердлов А. В., Волков А. П. Анализ развития рынка систем продольной струйной вентиляции подземных сооружений в России, актуализация нормативной базы // Инженерные системы. 2024. № 3. С. 1–11.
4. ГОСТ Р 70827 – 2023 Системы противодымной вентиляции стоянок автомобилей. Метод испытаний при имитации пожара с использованием горячего дыма.
5. СП 300.1325800.2017. Системы струйной вентиляции и дымоудаления подземных и крытых автостоянок. Правила проектирования.
6. Гримитлин А. М., Свердлов А. В., Волков А. П. Современные системы продольной струйной вентиляции автостоянок. Насущная необходимость актуализации свода правил проектирования// Инженерные системы. 2025. № 2. С. 14–16.
7. А. Ю. Иванов. Выбросы воздуха из подземной стоянки // АВОК. 2025. № 4. С. 16–19.
8. Гримитлин А. М., Свердлов А. В., Волков А. П. Продольная струйная система противодымной вентиляции закрытых автостоянок — анализ современных проектных решений // Журнал АВОК Инженерные системы. 2023. № 2. С. 2–7.

