

М. Ю. Ткачѐв, канд. техн. наук

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПАРКИНГОВ

Детально рассмотрена и доказана целесообразность применения безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффекте Коанда и торнадо, в условиях паркинга для повышения эффективности работы системы вентиляции и приведения содержания предельно допустимых концентраций вредных веществ к нормируемым показателям.

***Ключевые слова:** безопасной вентилятор, вентиляция, эффект Коанда, предельно допустимые концентрации, вредные вещества*

Введение

Работа машин и механизмов, реализующих современные производственные процессы, протекает в интенсивных режимах и сопровождается выделением значительного количества вредных веществ в виде паров, пылевидных частиц и различных газов от них. Данные вещества, в частности оксиды азота, углерода, серы и т. п., распространяясь в объеме помещения, вызывают изменение состава воздушной среды и тем самым представляют опасность для здоровья человека, а также оказывают отрицательное влияние на производительность его труда. Для исключения вредного воздействия на атмосферу производственных помещений и создания благоприятных условий труда, которые соответствовали бы санитарно-гигиеническим нормативам, на рабочих местах внутри них используют вентиляцию.

Разработка высокоэффективного с энергетической точки зрения оборудования является актуальной задачей в условиях рыночной экономики, а также реализации программ импортозамещения. В части потребления инженерными системами зданий и сооружений электрической энергии установлено, что ее доля составляет около десяти процентов по отношению к используемому в мире объему. Ввиду значительного удельного веса данного показателя актуальным представляется задача повышения технико-экономических показателей работы систем вентиляции.

Анализ научно-технической литературы и патентной информации показывает, что с целью повышения эффективности функционирования подобных систем в последние годы проводились изыскания, связанные с созданием новых вентиляторных устройств. В частности, за рубежом активизированы теоретические и экспериментальные исследования вентиляторов, вызывающих направленное движение газовых потоков без применения рабочих колес с закрепленными на них лопатками или лопастями [1, 2].

Таким образом, выполнение исследований по разработке высокоэффективной комплексной системы эвакуации газовых смесей с позиций минимальных капитальных затрат при строительстве и максимальной энергоэффективности при эксплуатации является актуальной научно-технической задачей, в частности в области вентиляции паркингов.

Анализ публикаций

Анализ информации, полученной в ходе патентного поиска, проведенного по классам МПК В22Д29/00, В08В15/00, F24F7/04, F24F7/08, А47L9/08, А47L5/14, и литературного обзора, показывает, что существующие системы вентиляции [3–5] паркингов имеют некоторые недостатки, среди которых необходимо отметить нерациональность траекторий воздушных потоков, что может привести к обратному току струй, а также образованию зон с их отсутствием. Также установлено, что с целью повышения эффективности работы систем вентиля-

ции, как правило, организуют вихревое течение воздушных потоков (данные таблицы), а также разрабатывают специальные профили корпусов и узлов систем с целью создания в них эффекта Коанда [6, 7].

Таблица – Устройства и системы, генерирующие закрученный воздушный поток

№ п/п	Название	№ патента, а. с.	Патентообладатель
1	2	3	4
1	Способ локальной вытяжной вентиляции и устройство для его осуществления	RU 2046258	ЗАО «Вихревые технологии»
2	Устройство для отсоса газов	SU 1461547	Государственный проектный институт «Проектпромвентиляция»
3	Всасывающий насадок	SU 824975	Ростовский инженерно-строительный институт
4	Сдувовсасывающий насадок	SU 1542544	Ростовский инженерно-строительный институт
5	Приточно-вытяжное устройство	SU 1257367	Свердловский архитектурный институт
6	Насадок к пылесосу	SU 1326231	Ростовский инженерно-строительный институт
7	Устройство для удаления вредностей	SU 1836993	Специальный проектно-конструкторский институт
8	Приточно-вытяжное устройство «Торнадо»	UA 18770	Майстренко Н. П.
9	Система подачи вентиляционного воздуха в здании	RU 2198351	КЕСЛЕР + ЛУХ ГМБХ И КО. КГ, Германия
10	Щелевой конусообразный пылегазоприемник	RU 2487766	ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»
11	Способ вихревого измельчения и вихревая мельница для его осуществления	RU 2057588	ЗАО «Вихревые технологии»
12	Вихревой местный отсос	RU 2235609	ГОУ ВПО «Тюменский государственный. нефтегазовый университет»
13	Всасывающее устройство	RU 2005571	Гвягянен Ю. В., Геллер С. В.
14	Устройство для очистки поверхности от пыли	RU 2168118	ООО «Бук», ЗАО «Экран ФЭП»
15	Устройство вытяжной вентиляции	RU 2171157	КЕСЛЕР + ЛУХ ГМБХ И КО. КГ, Германия
16	Устройство для отсоса газов	SU 1329846	Государственный проектный институт «Проектпромвентиляция»

Продолжение таблицы

1	2	3	4
17	Эжектор Передерия	SU 1470367	Одесский судоремонтный завод им. 50-летия Советской Украины
18	Вытяжное устройство	SU 1719118	Харьковский государственный проектный институт
19	Вытяжной вентиляционный короб «Спутник»	SU 1712009	Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адм. С. О. Макарова
20	Аспирационная установка	SU 1639805	Украинский филиал ВНИИ комбикормовой промышленности ВНПО «Комбикорм»
21	Вентиляционное устройство	SU 1673225	Михайлов А. А., Ступина Л. А.
22	Устройство для улавливания пыли	SU 1655586	Каунасский политехнический институт
23	Устройство гидродинамического рассеивания пыли в атмосфере	SU 1687313	Ростовский инженерно-строительный институт
24	Аспирационное укрытие	SU 1692689	Ростовский инженерно-строительный институт
25	Вихревой отсос	SU 1726075	Жолондовский О. И.
26	Устройство для удаления вредных веществ	SU 1707445	Ростовский-на-Дону инженерно-строительный институт и Ростовское отделение «Проектпромвентиляция»
27	Воздушно-струйное укрытие источника выделения вредных веществ	SU 1743662	Специальный проектно-конструкторский институт

Таким образом, проведенный анализ публикаций свидетельствует о том, что системы вентиляции зданий и сооружений обладают рядом недостатков. Это, в свою очередь, позволяет выделить направления исследований для их модернизации и реконструкции с позиции энергоэффективности работы и ее качественных характеристик.

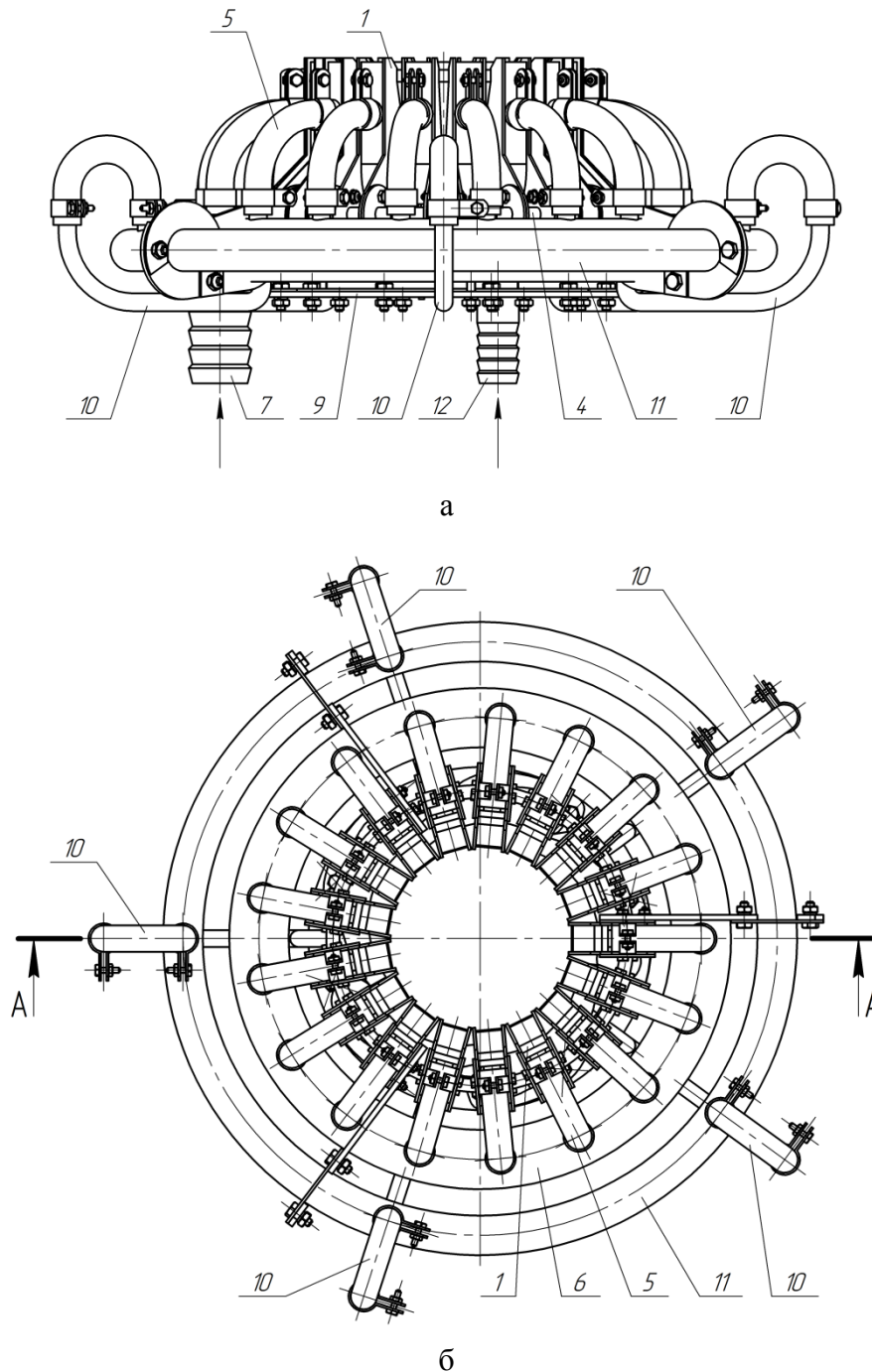
Цель работы

Ввиду вышесказанного представляется очевидной задача предложения действенных мер, направленных на повышение качественных и количественных показателей работы систем вентиляции, в частности вентиляции паркингов. Целью настоящей работы является решение поставленной актуальной научно-технической задачи за счет применения в системах вентиляции узла безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффекте Коанда и торнадо.

Изложение основного материала исследования

Узел безопасного вентилятора (рисунки 1, 2) [8] включает горловину, образованную полыми сегментами 1, закрепленными посредством кронштейнов 2 к круглым фланцам 3 несущего кольца 4 с возможностью относительного фиксированного поворота в радиальной плоскости и сообщающимися посредством гибких рукавов 5 с полостью торообразной газо-

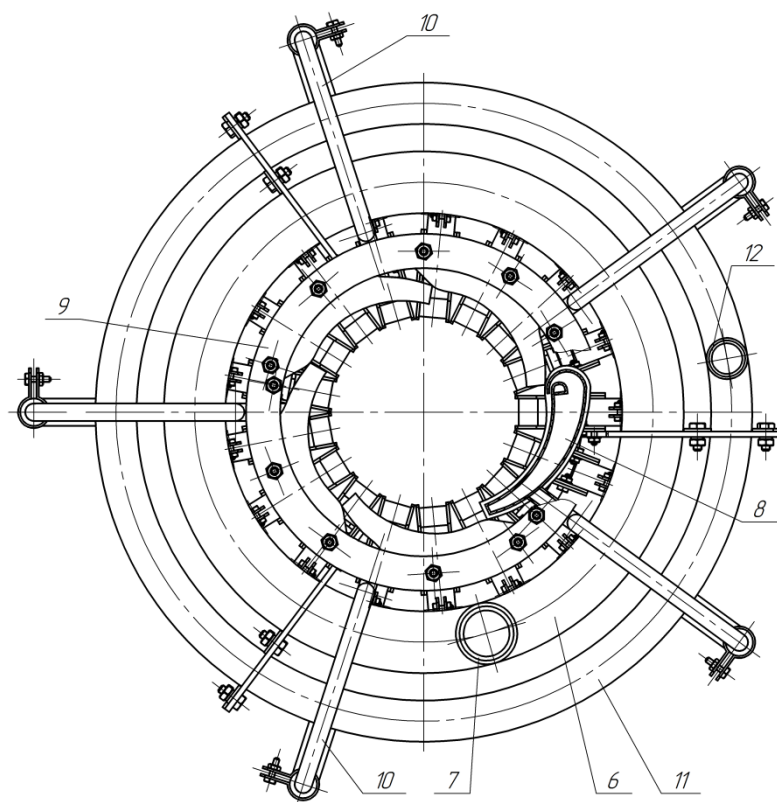
распределительной камеры 6, которая размещена концентрически относительно несущего кольца и снабжена подводящим патрубком 7.



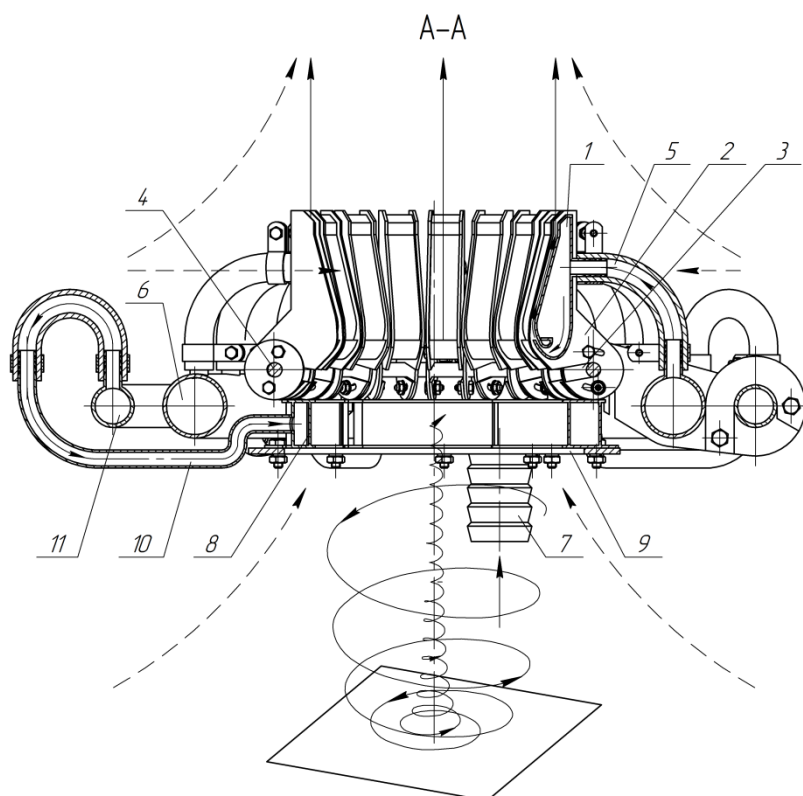
а – фронтальный вид; б – вид сверху

Рисунок 1 – Узел безлопастного вентилятора для эвакуации пылегазовых образований от источников их происхождения

На входе горловины, образованной полыми сегментами 1 со щелевым соплом и поверхностью Коанда, размещен завихритель потоков, включающий полые сегменты 8, закрепленные последовательно по окружности на несущей шайбе 9 в плоскости, перпендикулярной продольной оси горловины. Полости сегментов 8 посредством трубопроводов 10 сообщаются с торообразной камерой 11, имеющей подводящий патрубок 12.



а



б

а – вид снизу; б – разрез А-А (рисунок 1б)

Рисунок 2 – Узел безлопастного вентилятора для эвакуации пылегазовых образований от источников их происхождения

Принцип работы безлопастного вентилятора следующий. При отдельной подаче сжатого воздуха через подводящие патрубки 7 и 12 в газораспределительные камеры 6 и 11 он по гибким рукавам 5 и трубопроводам 10 одновременно поступает в полости сегментов 1, образующих горловину, и сегментов 8, размещенных по окружности на несущей шайбе 9. Воздух, истекающий с большой скоростью из щелевых сопел сегментов 1, возбуждает первичные газовые потоки, направленные по поверхностям Коанда, которые создают зону пониженного давления, благодаря чему воздушные массы, находящиеся перед горловиной, всасываются в нее и выбрасываются вперед по ходу потока. Скорость этого потока можно регулировать с помощью изменения фокусировки горловины путем поворота и последующей фиксации под оптимальным углом кронштейнов 2 с сегментами 1 относительно круглых фланцев 3 несущего кольца 4. В свою очередь воздух, истекающий из щелевых сопел сегментов 8, огибает их внутренние поверхности Коанда и закручивает движущийся в горловину поток, возбуждая эффект торнадо, усиливающий приток к горловине вентилятора воздушных масс из окружающего пространства. При этом максимальная производительность вентилятора достигается при оптимальном соотношении расходов воздуха, отдельно подаваемых к сегментам горловины и завихрителя.

Таким образом, рассматриваемый узел безлопастного вентилятора в сравнении с известными аналогами обеспечивает не только возможность настройки технических характеристик в зависимости от конкретных условий его применения, но и повышение обеспечиваемого насосного эффекта, что подтверждается достаточным объемом проведенных аналитических и эмпирических исследований его энергосиловых параметров [9–12].

Для повышения энергоэффективности работы систем вентиляции паркингов рассмотренный узел безлопастного вентилятора может быть использован в их конструкции по схеме, приведенной на рисунке 3.

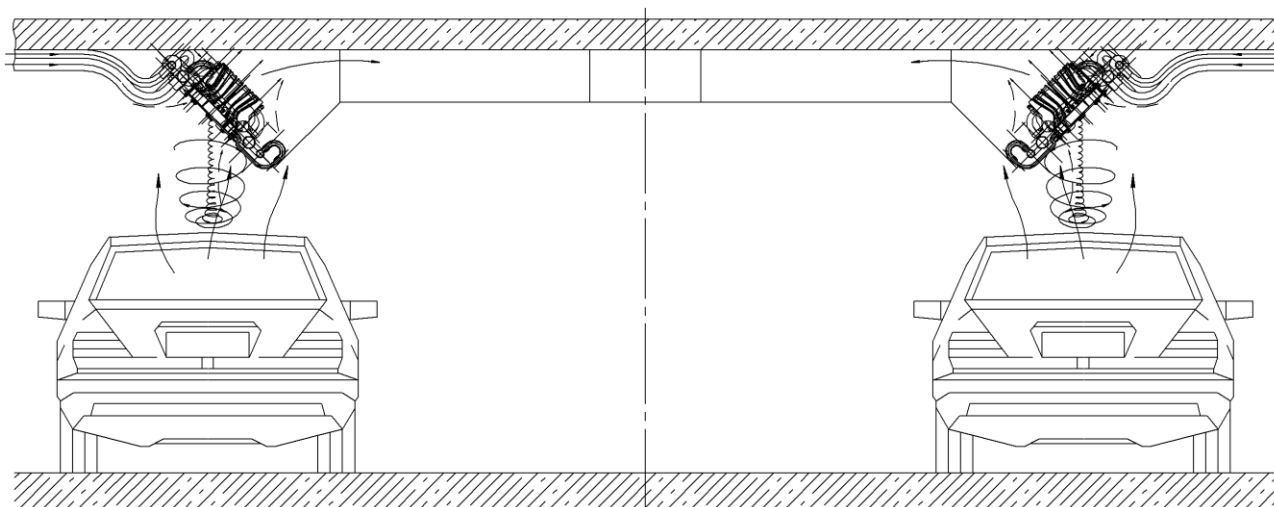


Рисунок 3 – Установка узлов безлопастного вентилятора в систему вентиляции паркинга

Устанавливаемый в систему вентиляции безлопастной вентилятор позволяет локализовать зону распространения исходящих от транспортных средств выхлопных газов за счет создания вихреобразного закрученного воздушного потока, что подтверждают результаты исследований на его физической модели (рисунок 4).

Таким образом, за счет использования в системе вентиляции паркинга узла безлопастного вентилятора появляется возможность активного управления воздушными потоками в его пространстве. Непосредственно устройство вентилятора характеризуется так называемым «умножающим эффектом», под которым подразумевается отношение объема, прокачиваемого вентилятором в единицу времени, к первичному объему воздуха, подаваемого си-

стемой сжатого воздуха. Данный показатель может достигать значения 15 крат при давлении во внутреннем объеме структурных элементов, равном 0,4 МПа.

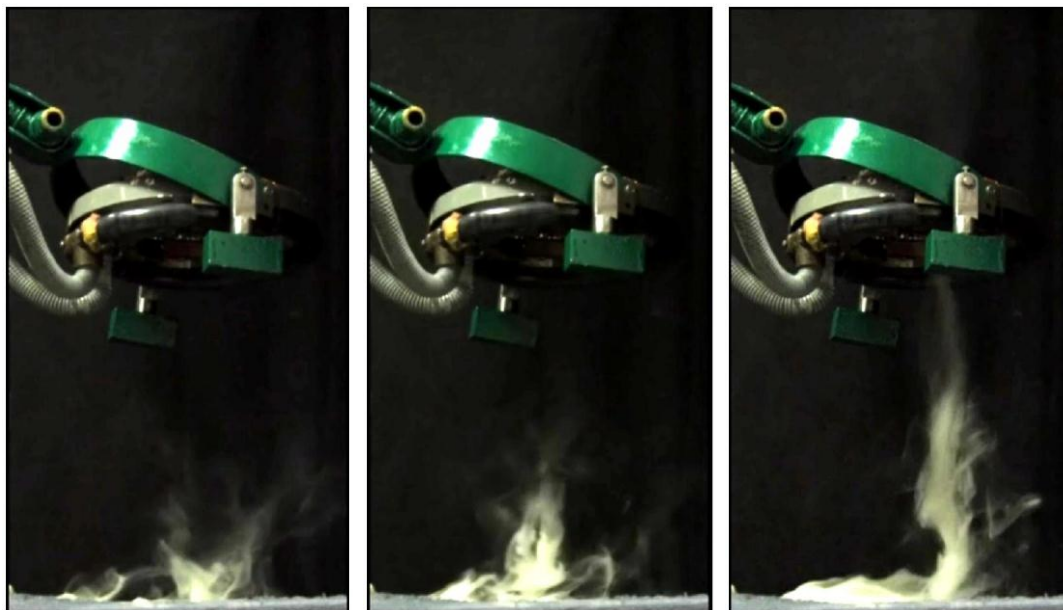


Рисунок 4 – Характерные картины образования устойчивого вихря, генерируемого узлом безлопастного вентилятора

Заключение

В ходе исследования предложено использование узла безлопастного вентилятора в системе вентиляции паркинга, что позволит минимизировать содержание вредных примесей в воздухе помещения.

За счет эффекта Коанда и торнадо, лежащих в основе принципа действия вентилятора, удастся рационализировать циркуляцию воздушных потоков в помещении, исключить распространение газопылевых выбросов от источника их происхождения, а также повысить энергоэффективность работы системы в целом. Конструкция безлопастного вентилятора позволяет регулировать форму воздушного потока на его выходе, что выгодно отличает его от известных аналогов.

Список литературы

1. Патент 2460904 РФ, МПК F04D25/08, F04D29/60. Вентилятор в сборе ; № 2011134489/06/ : заявл. 18.02.2010 : опубл. 10.09.2012 / Т. Кроуфорд, К. Осборн, К. Симмондз, Ф. Николас, Д. Кодлинг; заявитель : Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB). – 28 с.
2. Патент 2484383 РФ, МПК F24F1/02. Вентилятор / № 2011128308/12, заявл. 27.01.2013; опубл. 10.06.2013 / Ф. Николас, К. Симмондз; заявитель : Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB). – 21 с.
3. Патент 2206417 РФ, МПК B08B15/00, F24F7/04. Устройство вытяжной вентиляции ; № 2001110232/06, заявл. 27.02.2003 ; опубл. 20.06.2003 / Ф. Ленойзер, Э. Юнгбек; заявитель : Кеслер + Лух ГМБХ И КО. КГ. – 10 с.
4. Хомич, А. П. Особенности проектирования отопления и вентиляции здания крытого паркинга / А. П. Хомич, С. А. Смольников // Молодой ученый. – 2020. - № 20. – С. 193-195.
5. Patent 0998986 EPO, IPC B08B15/00 Device for capturing and aspirating fluids ; № 99121707.6, filed 02.11.1999 ; published 10.05.2000 / D. Detzer ; assignee RUD OTTO MEYER GMBH & CO KG. – 12 p.
6. Ткачев, М. Ю. Использование энергии вихря для повышения эффективности работы вентиляционных устройств и систем / М. Ю. Ткачев, Е. В. Ошовская // Донбасс будущего глазами молодых ученых : сб. матер. науч.-техн. конф., 21 ноября 2017 г., Донецк. – Донецк : ДонНТУ, 2017. – С. 94–98.

7. Мысливец, Д. К. Использование высокоэффективного газоочистного оборудования в металлургической, цементной и других отраслях при новом строительстве и реконструкции / Д. К. Мысливец // Пылегазоочистка-2009 : сб. докладов 2-й межд. конф., 29-30 сентября 2009 г., Москва : ООО «Интехэко», 2009. – С. 43–46.
8. Патент 2630443 РФ, МПК F24F7/00, F04D25/00, F04D29/00. Узел безопасного вентилятора для эвакуации газопылевых выбросов из промышленных агрегатов / № 2016119782, заявл. 23.05.2016; опубл. 07.09.2017 / Е. Н. Смирнов, С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев [и др.]; заявитель : ФГАОУВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (РФ). – 9 с.
9. Исследование на физической модели возможности использования принципа вентилятора Дайсона в системах газоотсоса металлургических агрегатов / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, А. С. Сосонкин [и др.] // Металлургические процессы и оборудование. – 2014. – № 2 (836). – С. 51–59.
10. Моделирование работы вентиляторов в системе местного газоотсоса / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, Е. С. Цыхмистро [и др.] // Инновационные перспективы Донбасса. В 6 т. Т. 3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов: матер. V Межд. науч.-практ. конф., 21–23 мая 2019 г., Донецк. – Донецк : ДонНТУ. – 2019. – С. 16–21.
11. Ткачев, М. Ю. Сопоставительные исследования эффективности функционирования узла безопасного вентилятора и сопла Лавалья / М. Ю. Ткачев, М. Ю. Гришук // Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие. В 6 т. Т. 3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов: матер. VI Межд. науч.-практ. конф., 26–28 мая 2020 г., Донецк. – Донецк: ДонНТУ. – 2020. – С. 20–24.
12. Разработка конструкции и модельные исследования новой вентиляторной системы проветривания карьеров / С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев, Е. Н. Смирнов [и др.] // Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». – 2018. – № 1. – С. 26–33.

М. Ю. Ткачёв

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Обоснование применения безопасного вентилятора при разработке систем вентиляции паркингов

Работа машин сопровождается выделением вредных для здоровья человека веществ (оксидов углерода, азота, серы и т. д.). В условиях паркинга это приводит к повышению их предельно допустимых концентраций. Известные технические решения в этой области имеют ряд недостатков, среди которых нерациональность траекторий воздушных потоков, обратный ток струй и образование застойных зон получили наибольшее распространение. Актуальным направлением совершенствования систем вентиляции в этой области является организация вихревых течений воздушных потоков за счет применения специальных профилей. Разработка новой системы вентиляции паркингов осуществляется за счет использования в ней узла безопасного вентилятора, принцип действия которого основан на эффектах Коанда и торнадо. Узел, в свою очередь, состоит из подсистем вытяжки и завихрения воздушного потока, взаимодействующего с источником пылегазового образования. Система позволяет локализовать зону распространения исходящих от транспортных средств выхлопных газов. Очистка характеризуется так называемым «умножающим эффектом», под которым подразумевается отношение объема, прокачиваемого вентилятором в единицу времени, к первичному объему воздуха, подаваемого системой сжатого воздуха. Данный показатель может достигать значения 15. Конструкция вентилятора позволяет регулировать форму воздушного потока на его выходе.

БЕЗОПАСНОЙ ВЕНТИЛЯТОР, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ЭФФЕКТ КОАНДА, ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ, ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

M. Yu. Tkachev

Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka

Justification for the Bladeless Fan Use in the Development of the Parking Ventilation Systems

The operation of machines is accompanied by the release of the substances harmful to the human health (oxides of carbon, nitrogen, sulfur, etc.). In parking conditions, this leads to the increase in their maximum permissible concentrations. The known technical solutions in this area have a number of disadvantages, among which the irrationality of the air flows trajectories, the reverse flow of jets and the formation of the stagnant zones are the most widespread. The actual direction of improving ventilation systems in this area is the organization of the air vortex flows through the use of special profiles. The development of the new parking ventilation system is carried out through the use of the bladeless fan assembly, the operating principle of which is based on the Coanda and tornado effects. The unit, in turn, consists of the subsystems for drawing and swirling the air flow interacting with the source of the dust and gas formation. The system allows to localize the distribution area of the vehicles exhaust gases. Cleaning is characterized by the so-called «multiplying effect», which means the ratio of the volume pumped by the fan per unit of time to the primary volume of air supplied by the compressed air system. This indicator can reach a value of 15. The design of the fan allows to adjust the air flow shape at its outlet.

BLADELESS FAN, VENTILATION, COANDA EFFECT, PERMISSIBLE CONCENTRATIONS, HARMFUL SUBSTANCES

Сведения об авторе:

М. Ю. Ткачѐв

SPIN-код: 9855-0447

Author ID: 57189358257

ORCID ID: 0000-0001-5795-9595

Телефон: +38 (071) 334-92-61

Эл. почта: mishel-tkachev@ya.ru

Статья поступила 21.12.2020

© М. Ю. Ткачѐв, 2021

Рецензент: Е. П. Мельникова, д-р техн. наук, проф., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»