

УДК 629.22.1

ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В КАБИНАХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Сайкин А. М., доктор технических наук, старший научный сотрудник,
главный специалист Центра интеллектуальных систем
Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный ордена Трудового Красного
Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ»,
г. Москва, Россия
E-mail: a.saykin@nami.ru, ec02@bk.ru

Аннотация

В статье рассматриваются возможности очистки воздуха в кабинах транспортных средств с применением систем пылегазоочистки воздуха российского производства, которые обеспечивают очистку воздуха от пыли, оксида углерода, оксидов азота, акролеина и других вредных веществ с производительностью 100 м³/час и более.

Ключевые слова: пылегазоочистка, воздух, кабина, вещества, пыль, смог, транспорт, атмосфера

POSSIBILITIES OF AIR PURIFICATION IN VEHICLE CABINS

Saykin A. M., doctor of technical sciences, senior researcher,
chief specialist of the Center for Intelligent Systems
Federal State Unitary Enterprise «Central Scientific Research Automobile and Motor Institute of the Order
of the Labour Red Banner “NAMI”», Moscow, Russia
E-mail: a.saykin@nami.ru, ec02@bk.ru

Annotation

The article discusses the possibilities of air purification in vehicle cabins using Russian-made air purification systems, which provide air purification from dust, carbon monoxide, nitrogen oxides, acrolein, and other harmful substances with the capacity of 100 m³/hour or more.

Keywords: air purification, air, cabin, substances, dust, smog, transport, atmosphere

Движение транспорта и функционирование промышленных предприятий неминуемо сопровождаются загрязнением атмосферы выбросами токсичных газообразных и твердых веществ, транспортным шумом, тепловым, электромагнитным излучением движущихся автомобилей, вибрацией зданий и сооружений. Суммарные выбросы вредных веществ промышленными предприятиями и автотранспортом достигают 130 млн тонн в год в США и 100 млн тонн в год в странах СНГ [1].

По зарубежным данным, общий ущерб от загрязнения атмосферы в развитых странах составляет несколько десятков миллиардов долларов ежегодно.

В крупных городах, промышленных центрах автотранспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха, что отражено в таблице 1 [1].

Таблица 1. Доля выбросов автотранспортом в общем количестве выбрасываемых вредных веществ, %

Город	Оксид углерода	Углеводороды	Оксиды азота
Москва	96	64	33
Санкт-Петербург	88	79	32
Мадрид	95	90	35
Стокгольм	99	93	53
Токио	99	95	33
Торонто	98	69	19
Лос-Анджелес	98	66	72
Нью-Йорк	97	63	31

Продукты сгорания топлива накапливаются в воде, растениях, на сооружениях и в почве. В воздухе они часто превращаются в другие вещества, которые в определенных условиях могут быть даже более токсичными, чем исходные продукты (явление смога).

Наиболее опасны для человека, животного и растительного мира оксиды азота, сажа, оксид углерода (СО – угарный газ), углеводороды, альдегиды, бенз(а)пирен, оксиды серы, аммиак, диоксид углерода, а также запах и слезоточивое действие отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания.

Вредные выбросы ОГ двигателей отрицательно воздействуют на здоровье людей и животных, вызывают повреждения растений, ускоряют коррозию металлов и вызывают преждевременное разрушение строительных материалов, ухудшают видимость для водителей всех видов транспорта [1, 2].

Наличие вредных веществ в кабинах автомобилей приводит к кислородному голоданию, вредно воздействует на центральную нервную систему человека, вызывает головную боль и оказывает другое вредное воздействие (притупляется сознание, развивается состояние слабости, равнодушие, наступает сонливость, оцепенение, теряется сознание и др.). Эти факторы являются одной из причин высокой аварийности на дорогах и снижения производительности труда.

Загрязнение атмосферы в городах, на автомагистралях формируется в большей мере вредными выбросами автотранспорта (отработавшие газы, картерные газы, топливные испарения), промышленными предприятиями, а также поднимаемой с дорог пылью.

Для салонов и кабин автотранспортных средств установлены государственные нормы по предельно допустимым концентрациям вредных веществ в воздухе (ГОСТ Р 51206-98 Содержание вредных веществ в воздухе салона и кабины и ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Эти нормы даны в таблице 2.

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочих зон (ПДК_{РЗ}) салона и кабины автотранспортных средств

Вредное вещество	ПДК _{РЗ} , мг/м ³
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	5
Пыль (Si)	2
Оксид углерода (СО)	20
Углеводороды суммарные (C _m H _n)	300
Акролеин (C ₂ H ₃ CHO)	0,2

По данным официальных экологических служб, в Москве и Санкт-Петербурге превышение предельно допустимых концентраций веществ на улицах в часы пик и при неблагоприятных климатических условиях достигает 2-10 и более раз, особенно по оксидам азота, пыли и оксиду углерода (угарный газ). В меньшей мере это касается других вредных веществ [2, 3, 4, 5].

В карьерах горнорудной промышленности при работе технологического транспорта: экскаваторов, буровых станков, большегрузных самосвалов и др. машин, в основном с дизельным приводом, – происходит интенсивное загрязнение атмосферы пылью (в т. ч. сажей), оксидами азота, акролеином, формальдегидом, оксидом углерода и другими вредными веществами. При глубине более 150-200 м из-за загрязнения атмосферы сверх предельно-допустимых значений (ПДК_{рз}) все работы в карьерах прекращались до 40-60 дней в году [6-10].

Для снижения загрязнения воздуха в кабинах современных автомобилей, строительно-дорожных машин и на карьерной технике устанавливаются кондиционеры, которые, кроме подачи воздуха и регулирования температурного режима в салонах машин, в режиме рециркуляции обеспечивают также очистку воздуха. Однако даже в грузовых автомобилях высшего класса (не только легковых автомобилях, но и на самосвалах и т. п.) очистку воздуха производят только от пыли (воздушные фильтры на кондиционерах), а в самом лучшем случае и от углеводородов (с помощью угольных фильтров). За рубежом и в России серийно не производятся автомобильные кондиционеры и воздухоочистители, очищающие воздух от оксидов азота и оксида углерода [4, 11].

С учетом вышеизложенного становится ясно, что даже в салонах машин высшего класса воздух не очищается от двух из наиболее опасных соединений – от оксидов азота и оксида углерода, а очищается только от пыли, углеводородов и запаха, т. е., устраняя запах в салонах, фактически создается иллюзия чистоты воздуха, хотя сама проблема чистого воздуха в салонах остается почти не решенной [5]. Это связано с серьезными техническими проблемами комплексной задачи очистки воздуха от всех вредных веществ, с высокой стоимостью установки для очистки воздуха, с большими ежегодными затратами на обслуживание (замену фильтров, поглотительных блоков и катализатора), с тем, что зарубежом ситуация со снижением загрязнения воздуха в городах и на автодорогах стала намного более благоприятной в сравнении с уровнем 1980-90-х годов и чисто коммерческими соображениями.

В начале 90-х годов XX века в России были разработаны установки для очистки воздуха в кабинах транспортных средств, в первую очередь для карьерной техники [6, 7, 10]. Это установки пылегазоочистки типа СПГО 1 (ЗАО НПП «Конверсмаш») и СГЗ-20М (ООО «Газозащита и комфорт»). Установки пылегазоочистки СПГО 1, СПГО 2, СПГО 3 обеспечивают очистку воздуха от пыли, оксида углерода, оксидов азота, акролеина и других вредных веществ. Их производительность 100 м³/час и более. Установки СПГО включают вентагрегат, воздухораспределитель, пульт управления и индикации, блок очистки со сменными кассетами, воздухопроводы. Кроме больших габаритов, веса, сложной и большой длины воздухопроводов для подвода и отвода очищаемого воздуха, особенностью вентагрегатов является то, что они приводятся электродвигателями с мощностью от 0,3 до 0,8 кВт.

При значительных размерах и большой производительности данные установки ранее применялись в основном в кабинах машин с внутренним объемом не менее 12 м³, например на экскаваторах.

Системы противогАЗО-аэрозольной защиты типа СГЗ-20М, предназначенные для стационарной установки в кабинах автомобилей, экскаваторов и др. машин, также очищают воздух от оксидов азота, оксида углерода, пыли и прочих вредных веществ. В соответствии с паспортом приводим технические данные системы газовой защиты СГЗ-20М.

Технические данные СГЗ-20М:

1. Комплект СГЗ-20М применяется, как и другие противогАЗы, в атмосфере, содержащей не менее 18 объемных процентов свободного кислорода и не более 0,5 процента вредных веществ.
2. Температура очищаемого воздуха +10 °С...+50 °С.
3. Фильтрующе-поглощающая система – восемь параллельно работающих фильтрующих коробок с аэрозольными фильтрами.
4. Номинальная производительность 20 м³/час.
5. Напряжение питания – 24 В (до 6 А).

- (в вариантном исполнении) – 12 В (до 12 А); ~220 В.
6. Габаритные размеры 240×320×600 мм.
7. Масса (без выпрямителя ФПЭ) 16 кг.
8. Время непрерывной работы без замены защитных патронов определяется ресурсом применяемых патронов и условий эксплуатации.

В последние годы при установке СГЗ-20М в кабинах самосвалов КАТ-785В, Юклид R-170 и ряда других машин в карьерах «Удачный», «Айхал» (Якутия), «Мурунтау» (Узбекистан) комплект защитных патронов на СГЗ-20М заменяется через 250 моточасов работы. Ежегодные затраты на замену защитных патронов по каждой установке СГЗ-20М (на каждом автосамосвале) составляют более 3200 долларов США в карьере «Удачный» и более 4000 долларов США в карьере «Мурунтау». По рекомендации ООО «Газозащита и комфорт», служб ВГСЧ и ТБ, в этих карьерах применяются защитные патроны, обеспечивающие очистку воздуха от оксидов азота и оксида углерода.

Недостатком установок СПГО и СГЗ в первую очередь являются очень высокая стоимость их при покупке и завышенные затраты на замену отработавших фильтроэлементов, а также большие габаритные размеры и вес. Также они не устанавливаются в кабинах самосвалов БелАЗ, Холпак и другой карьерной техники (бульдозеров, погрузчиков, виброкатков и пр.) без специальных приемов, которые ограничивают работу персонала либо требуют его обучения.

С учетом указанного, а также положительно оценивая потребительский рынок, автором была разработана новая система очистки воздуха для кабин автомобилей, в первую очередь грузовых автомобилей. Система очистки воздуха (СОВ) предназначена для очистки воздуха от всех вредных веществ в кабинах и салонах машин (карьерных самосвалов, грузовых и легковых автомобилей и т. д.) (рисунок 1).

Система очистки воздуха состоит из корпуса 1 с входным 2 и выходным 3 окнами. В корпусе имеется пульт управления 4, размещенный в зоне выходного окна, заглубленный на одном уровне с корпусом 1.

В корпусе 1 размещены также: вентилятор 5 с корпусом 6 и электродвигателем 7 и нагнетательным колесом с лопатками 8, блок очистки воздуха 9 с фильтрующими элементами от пыли 10 и сорбирующим элементом от углеводородов 11.

Блок очистки воздуха 9 дополнительно содержит сорбирующий элемент от оксида азота 12. В корпусе 1 системы размещен карман для установки пульта управления 4, причем вентилятор 5 с корпусом 6 вентилятора, с нагнетательным колесом, снабженным лопатками 8, размещен в зоне выходного окна 3, а электродвигатель 7, сблокированный с нагнетательным колесом, направлен вдоль оси корпуса 1 в сторону входного окна 2. Блок очистки воздуха 9 с фильтрующими элементами от пыли 10, сорбирующим элементом от углеводородов (акролеина, формальдегида и др.) 11 и сорбирующим элементом от оксидов азота 12 выполнен в виде охватывающего электродвигатель 7 блока 9 с внутренней нишей для размещения электродвигателя 7 и герметичной центральной проставкой со стороны входного окна 2, а по внешней стороне герметично размещен в корпусе 1 системы. Внутренняя перегородка 13 со стороны блока очистки воздуха 9 имеет центральное отверстие для поступления очищенного воздуха изнутри к лопаткам 8 нагнетательного колеса, по внешней стороне корпус 6 вентилятора соединен с выходным окном 3 корпуса системы 1.

В системе очистки воздуха модификация блока очистки воздуха 9 дополнительно содержит каталитический элемент 14 (в виде низкотемпературного катализатора), очищающий воздух от оксида углерода. Очистка воздуха в кабине от оксида углерода требуется для городского транспорта в первую очередь.

Блок очистки воздуха 9 изготавливается также с элементами очистки воздуха от отравляющих веществ и запаха.

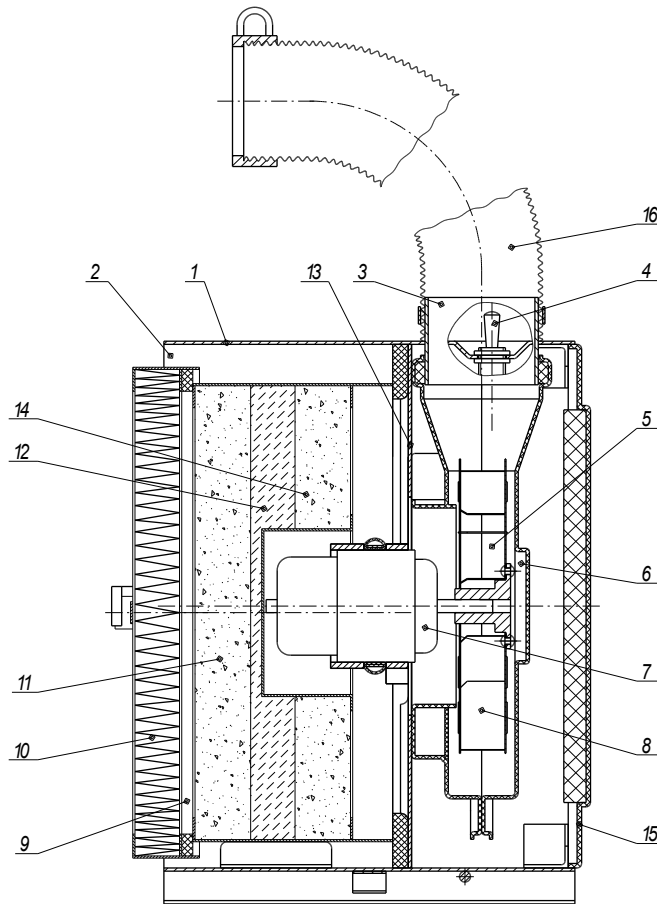


Рисунок 1. Система очистки воздуха:

1 – корпус системы; 2 – входное окно; 3 – выходное окно; 4 – пульт управления;
5 – вентилятор; 6 – корпус вентилятора; 7 – электродвигатель; 8 – нагнетательное колесо с лопатками;
9 – блок очистки воздуха; 10 – фильтрующий элемент от пыли; 11 – фильтрующий элемент по углеводородам; 12 – сорбирующий элемент от оксидов азота; 13 – перегородка с центральным отверстием; 14 – каталитический элемент очистки от оксида углерода; 15 – шумопоглощающий кожух с шумопоглощающим покрытием; 16 – гибкий элемент (воздуховод) для подачи очищенного воздуха в зону дыхания водителя

Система очистки воздуха снабжена системой индикации с индикатором, выполненным в виде канала с заглушкой, соединяющего зону в районе центрального отверстия в перегородке 13 с атмосферой.

СОВ выполняется и в модификации, при которой она снабжена двумя индикаторами, из которых первый размещен в зоне выходного окна 3 системы, а второй – в зоне входного окна 2 системы.

Корпус системы очистки воздуха с внешней торцевой стороны корпуса 6 вентилятора снабжен шумопоглощающим кожухом 15, соединенным с корпусом 1 системы очистки воздуха. Шумопоглощающий кожух 15 изнутри дополнительно может покрываться шумопоглощающим материалом.

В системе очистки воздуха в блоке 9 очистки воздуха элементы очистки установлены по направлению движения воздуха в следующей последовательности: элемент очистки от пыли 10, далее – от углеводородов 11, оксидов азота 12, оксида углерода 14.

Система очистки воздуха работает следующим образом.

При включенном с помощью пульта управления 4 электродвигателя 7 начинает работать вентилятор 5. В результате из кабины (помещения) воздух через окно 2 в корпусе 1 подается (обтекая герметичную проставку) в блок 9 очистки воздуха. В блоке 9, проходя

элемент 10 и элементы 11, 12, загрязненный воздух очищается последовательно от пыли и углеводородов (акролеина, формальдегида), оксидов азота, снижается запах. Очищенный воздух из блока очистки 9 подается к лопаткам 8 вентилятора. Из корпуса 6 вентилятора очищенный воздух через выходное окно 3 выбрасывается обратно в кабину (помещение) машины.

Для более жестких требований, предъявляемых к очистке воздуха, и повышения эффективности работы, блок очистки воздуха 9 изготавливается с дополнительными элементами очистки воздуха от оксида углерода 14, других отравляющих веществ, выполненных в виде слоев (плоских или гофрированных) с сорбирующими, фильтрующими материалами или катализатором, разделенными между собой газопроницаемыми перегородками.

Эффективность очистки воздуха по любому из вредных компонентов находится в пределах 90-95 %.

По мере работы сорбирующие, фильтрующие элементы и катализатор теряют эффективность своей работы. Для определения времени начала снижения эффективности очистки воздуха в корпусе 1 системы очистки воздуха установлена система индикации. Индикатор 19 выполнен в виде полой трубки (трубки Пито), с помощью которой измеряют величину сопротивления блока очистки 9 путем подключения ее к U-образному водяному манометру либо любому другому устройству для измерения давления. Повышение перепада давления выше определенного уровня свидетельствует о необходимости обслуживания блока 9, например о необходимости замены либо регенерации фильтрующего элемента 10 от пыли. Индикатор также используется в виде пробоотборника для отбора проб воздуха с последующим его анализом на газоанализаторе по любому из вредных веществ.

При необходимости в корпусе 1 СОВ размещается второй индикатор (или индикаторная трубка), позволяющий проводить измерения газодинамического сопротивления блока очистки воздуха 9 либо использовать его в виде пробоотборника для последующего газового анализа.

В качестве индикаторов используются съемные либо неразъемные индикаторы, выполненные в виде электронных датчиков (или в виде таблеток с поглотителем, изменяющим свой цвет при превышении концентрации измеряемого вредного вещества выше заданного уровня).

Крепление электродвигателя 7 к перегородке 13 с помощью стоек позволяет обеспечить минимальное сопротивление данного участка газовоздушного тракта.

Размещение вентилятора 5 с нагнетательным колесом, имеющим лопатки 8 в зоне выходного окна 3, и электродвигателя 7, сблокированного с нагнетательным колесом, вдоль оси корпуса 1 в сторону входного окна 2 в нише блока очистки воздуха 9, позволило сделать конструкцию системы очистки воздуха максимально компактной, простой конструктивно и в обслуживании, отличающуюся малыми габаритами и весом, а простота газодинамической схемы позволила до минимума довести потребляемую мощность электродвигателя 7 на привод вентилятора 5 – она составляет < 24 Вт.

Система очистки воздуха является малошумной благодаря специально принятым мерам, в том числе за счет использования электродвигателя фирмы «БОШ» и установки дополнительного кожуха 15, который может быть покрыт шумопоглощающим материалом, обеспечивая любой требуемый уровень шума при работе системы.

Система очистки воздуха является универсальной и может применяться для очистки воздуха в салонах автомобилей и в кабинах водителей автобусов, грузовых машин, при эксплуатации в городских условиях, в кабинах самосвалов с дизельным приводом при работе в карьерах, в кабинах экскаваторов, грейдеров, виброкатков, фронтальных автопогрузчиков, буровых установок и т. д., в производственных помещениях (химических лабораториях, в цехах и т. д.), в помещениях и кабинах транспортных средств, находящихся в зонах пожаров и других экологически неблагоприятных условиях.

Система очистки воздуха выпускается по ТУ 2568-001-31880673-00. На СОВ и фильтрующее-сорбирующие блоки получены гигиенические заключения Минздрава РФ и сертификаты соответствия.

В результате испытаний и массовой эксплуатации в карьерах «Удачный», «Юбилейный» (Якутия), «Мурунтау» (Узбекистан) подтверждена эффективность очистки воздуха по каждому компоненту на уровне 90-95 % при ресурсе блоков очистки не менее 1000 моточасов работы систем СОВ в карьере «Удачный» и не менее 1500 моточасов в карьере «Мурунтау» на автосамосвалах КАТ-785В, ЮКЛИД R-170, ХОЛПАК, КОМАЦУ НД-1200, БелАЗ всех модификаций с грузоподъемностью от 70 до 136 тонн, бульдозерах и других карьерных машинах.

Технические данные СОВ (ТУ 2568-001-31880673-00)

Производительность, м ³ /час, не менее	
при нормальном режиме работы	20
при повышенном режиме работы	30
Количество установок СОВ в салоне объемом до 3 м ³ , шт.	1
Напряжение питания, В	– 24; – 12; ~ 220
Потребляемый ток, А, не более	0,7; 1,4; 0,1
Содержание вредных веществ в воздухе на выходе из СОВ	Ниже ПДК по ГОСТ 5106-98 (оксиды азота, оксид углерода, акролеин), ГОСТ 12.1.005-88 (пыль, формальдегид и др.)
Габариты, мм	240×240×200
Масса (с блоком очистки), кг, не более	7,3
Масса (без блока очистки), кг, не более	5,0
Блок очистки	Повышенной длительности работы, ЕКТЦ 061429.014.000 ТУ
Электродвигатель	Фирмы «БОШ» (Германия)
Ресурс СОВ, моточасы, не менее	6000
Месяцы, не менее	12
Ресурс блока очистки, моточасы, не менее	1000
Ресурс электродвигателя, месяцы, не менее	12

Очищаемые компоненты и равный ресурс блоков очистки по каждому компоненту подбирается в блоках очистки для каждого карьера индивидуально.

Таким образом, использование систем очистки воздуха в кабинах позволяет практически полностью исключить остановку работы технологического транспорта в карьерах из-за загрязнения атмосферы рабочих мест.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гетманец Г. В., Лиханов В. А. Социально-экологические проблемы автомобильного транспорта. Москва : ФГУП «Издательство «Наука», 1993. 330 с. EDN WLOBYH
2. Козлов М. Чем дышит водитель. Полезные страницы // За рулем. 1999. № 4. С. 212-215.
3. Горбунов В. В., Патрахальцев Н. Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие. Москва : Изд-во РУДН, 1998. 214 с.
4. Автомобильные кондиционеры. Полезные страницы // За рулем. 1999. № 4. С. 145-150.
5. Легкое дыхание в замкнутом цикле // Деньги. 1998. № 33. С. 31-33.
6. Сытенков В. Н. О целесообразности искусственного проветривания глубоких карьеров // Горный журнал. 1997. № 3 С. 47-49.
7. Ржевский Б. Н., Душин А. С. Теория и практика борьбы с загазованностью глубоких карьеров ОАО «АПАТИТ» // Горный журнал. 1998. № 4. С. 85-88.

8. Иванов В. П., Сытенков В. Н., Лепешкин С. М. Оперативный контроль санитарно-гигиенических параметров воздушной среды в карьерах // Горный журнал. 1994. № 2. С. 50-53.
9. Шитько В. В., Михайлов А. М. Зависимость количества выбросов вредных веществ от состояния технологического транспорта карьеров Кривбасса // Горный журнал. 1997. № 3. С. 51-52.
10. Бойко А. Н., Кочетов А. В., Савицкий В. И. Обеспечение допустимых санитарно-гигиенических условий труда при работе в загрязненной атмосфере карьеров // Горный журнал. 1998. № 8. С. 71-74.
11. Система обеспечения микроклимата в кабине // Грузовик. 1996. № 1. С. 38-41.