

Обеспечение надежной комплексной защиты среды обитания от канцерогенных газов

Кирилл Н. Войнов, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия

Анниса Хилдаяти, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия

Гхеллаб Яхья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия



Кирилл Н. Войнов



Анниса Хилдаяти



Гхеллаб Яхья

Резюме. 2017 год назван годом экологии. Действительно, бурное развитие промышленных производств и транспортных средств, включая автомобили, самолеты, поезда, суда, ракеты и др., весьма интенсивно загрязняет среду обитания выхлопными газами и канцерогенным дымом промышленных предприятий, вылетающим из труб заводов, котельных, ТЭЦ, специализированных лабораторий. Поэтому воздушный бассейн начинает содержать порой недопустимую концентрацию вредных химических веществ, которые постепенно оседают на землю, включая выпадение в виде кислотных дождей. Загрязнение воздуха, земли и водных ресурсов приводит к крайне нежелательным влияниям на здоровье всего живого. Кроме того, постепенно происходит глобальное изменение климата на планете, создаются предпосылки к повышению температуры с образованием парникового эффекта, появления озоновых дыр, быстрому таянию ледников с подъемом уровня воды в океанах и др. Поэтому это превращается в проблему мирового масштаба, которую необходимо достаточно оперативно решать. В этой статье как раз и показана попытка надежного и кардинального технического решения. Данная ситуация, фактически, разрешена, хотя с учётом химического состава газов может быть частично модернизирована.

Ключевые слова: надежность, среда обитания, загрязнение атмосферы, газы из труб, защита.

Формат цитирования: Войнов К.Н., Хилдаяти Анниса, Гхеллаб Яхья. Обеспечение надежной комплексной защиты среды обитания от канцерогенных газов // Надежность. 2018. Т. 18, № 2. С. 46-49. DOI: 10.21683/1729-2646-2018-18-2-46-49

Введение

Тысячи тонн газа/дыма, непрерывно выбрасываемых промышленными предприятиями в атмосферу Земли, содержащих углекислый газ, несгоревшие частички топлива (например, угля), сажу, различные окислы, включая тяжелые металлы и азота, попадают в воздушный бассейн и разносятся ветром на сотни километров, отравляя природу и вызывая различные болезни у людей, включая раковые заболевания. Не меньший вред в этом плане создают выхлопные газы двигателей легковых и грузовых автомобилей, работающих на различных видах топлива. Попытки многих ученых и специалистов надежно защитить нашу среду обитания от дыма и газов пока существенных успехов не приносили [1–9]. В частности, постановка различных фильтров в трубах промышленных предприятий оказывается малоэффективным средством борьбы с выходящим из печей дымом, так как мелкие частички, которые содержатся в горячих газах, практически беспрепятственно вылетают в атмосферу, оседая в дальнейшем на землю и загрязняя ее. Кроме того, нет абсолютно универсальных фильтров, которые бы надежно спасали от всех химических элементов, присутствующих в дыме/газе. Решетки стандартных фильтров имеют малую надежность ра-

боты, перегорают, засоряются сажой и несгоревшими крупными частицами, а потому требуют ремонта или замены. Высокие трубы промышленных предприятий также не решают проблему, так как с высоты даже в 150 метров канцерогенные химические элементы все равно осадут на землю на большом расстоянии вокруг промышленного предприятия.

Практически подобная негативная ситуация также сложилась с выхлопными газами от многомиллионной массы выпущенных и эксплуатируемых автомобилей. В этом случае газы выбрасываются в непосредственной близости от пешеходов, от рабочих на станциях технического обслуживания автомобильной техники, в гаражах, на станциях обкатки или ремонта двигателей, в специализированных лабораториях. При длительной работе двигателей на холостых оборотах в местах ожидания транспорта начала движения или при ожиданиях, когда, например, к экскаватору или трактору подъедет грузовой автомобиль, перевозящий землю, мусор или породу, также выделяется большое количество вредных выхлопных газов, попадающих в атмосферу, что, безусловно, вредит здоровью людей.

Нами предложено техническое решение, которое максимально и комплексно обеспечивает надежную защиту среды обитания от различных газов и дыма.

Суть технического решения

В данном случае детально исследуется материал, изложенный в российском патенте [10].

Суть изобретения поясняется рисунком 1, на котором в стилизованном виде представлена общая компоновочная схема разработанного способа комплексной очистки воздушного бассейна от производственных отходов/выбросов из труб.

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

1 – предприятие или организация (завод, фабрика, ТЭЦ, НИИ, котельная, лаборатория, цех и т.п.), которая в традиционных схемах могла бы выбрасывать вредные газы или вещества в воздушный бассейн из возвышающихся над землей труб;

2 – труба основная отводная с отсасывающей установкой/насосом;

3 – труба отводная резервная с отсасывающей установкой/насосом;

4 – анализатор состава отходящих газов/сред двухсекционный;

5 и 5' – вентили/задвижки;

6 и 6' – клапаны перепускные;

7 – емкость основная, двухсекционная;

7' – емкость резервная, двухсекционная;

8 – пути удаления накопившихся отходов/выбросов из основной емкости;

8' – пути удаления отходов/выбросов из резервной емкости;

9 и 9' – трубы для подвода обеззараживающих или нейтрализующих составов.

Технический результат достигается путем создания многоуровневого каскада герметичных емкостей (например, в виде резервуаров, хранилищ, сборников или бассейнов), изолированных от внешней воздушной или водной среды с, как правило, многоэтапной автомати-

ческой, полуавтоматической или ручной регулировкой процессов очистки вредных газов или составов (выбросов) без использования торчащих труб, причем резервирование основных элементов, узлов, блоков, агрегатов и емкостей осуществляется как по принципу дублирования в масштабах 1:1, так, возможно, и в уменьшенных вариантах по габаритам. Последнее должно быть согласовано с длительностью циклов выполнения ремонта, профилактики, технического обслуживания, замены или очистки основных емкостей или оборудования от очищенных и/или очищаемых продуктов промышленных производств.

То есть, чем дольше цикл очистки, удаления отходов/выбросов или ремонта основного оборудования и емкостей, тем большие габаритные размеры должны иметь резервные емкости, чтобы процесс очистки воздушного бассейна не прерывался.

Более жирной линией отражается основной способ очистки, а более тонкой штриховой линией – резервный маршрут, что повышает общую надежность функционирования данного производственного объекта.

Положим, что имеется некое предприятие или какая-то организация 1, от производственной деятельности которой в окружающую среду могут попадать вредные для всего живого газы или элементы. От производственной печи или агрегата отходит отводная труба 2, которая не возвышается вверх, а вместо нее имеется отсасывающая установка или вытяжной насос. Параллельно установлена аналогичная отводная труба 3 в качестве резервной. Далее расположен двухсекционный анализатор 4 (газовый и/или химический) отходящих газов (одна секция в нем – резервная). Комплекты вентилей/задвижек 5 и 5' на трубах 2 и 3 размещены за анализатором. Потом установлены в параллель на этих трубах клапаны перепускные 6 и 6', трубы из которых входят в основную емкость 7 и в резервную 7' соответственно. Пути 8 и 8'

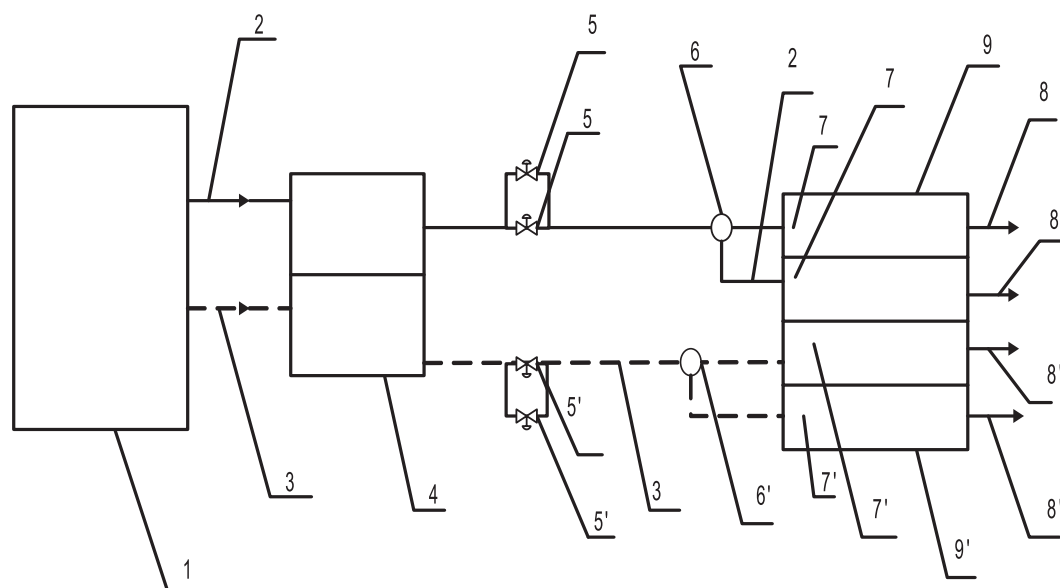


Рисунок 1 – Общая компоновочная схема ликвидации вредных выбросов газов из труб любых производственных предприятий или лабораторий

обеспечивают не только выпуск сред, но также доступ персонала в емкости 7 и 7' соответственно. Требуемая нейтрализация или обеззараживание канцерогенных выбросов в основной и резервной емкостях обеспечивается за счет подвода в них по трубам 9 и 9' жидких, газообразных или порошковых составов в требуемом количестве, дисперсности и химическом составе.

В разработанном варианте через основную отводную трубу 2 такие выбросы направляются в газоанализатор или химический анализатор (далее – анализатор) 4, что обеспечивается использованием вытяжного/отсасывающего насоса, который встроен в трубу 2. Параллельно этой схеме размещена аналогичная резервная схема с отводной трубой 3, которая включается в работу только при повреждении или в случае профилактики трубы 2 и насоса. Наличие двух независимых секций в анализаторе 4 позволяет их поочередно использовать при отказе одной работающей секции. Такой контроль позволяет регулировать содержание среды, налитой или размещенной в основной емкости 7 и в резервной 7', которые работают во взаимозаменяемом режиме. После анализатора 4 отсасываемая и очищаемая среда по трубам 2 или 3 через открытые вентили/задвижки 5 или 5' поступает в основную емкость 7 или в резервную 7' в случае ремонта или очистки основной емкости. При этом как основная отводная труба 2, так и резервная труба 3 опущены в воду или в иную обеззараживающую среду, которой наполнены емкости 7 и 7'. С помощью перепускных клапанов 6 и 6' при производственной необходимости можно перенаправлять отходящие канцерогенные среды в соответствующие емкости 7 (основную) или 7' (резервную). При этом габариты и вместимость резервной емкости 7' таковы, что позволяют не прекращать процесс даже непрерывной очистки отходящей с предприятия/организации 1 среды, так как это согласуется с максимальной длительностью очистки или ремонта основной емкости 7, то есть размеры резервной емкости могут быть меньшими, чем у основной. При этом каждая из емкостей обязательно имеет сверху крышу (целиковую или при больших габаритах составную), что позволяет поднимающимся испарениям превращаться на внутренней стороне крыши в капли и струйки, далее падающие опять в свои емкости, то есть обеспечивается почти полная замкнутость пространства процесса очистки от внешней среды. Окончательно обеззараженные среды отводятся (путь 8 и/или 8').

Для обеспечения высокой надежности работы системы одновременно используется резервирование также по насосам, задвижкам и иным блокам управления общим процессом комплексной очистки воздушной среды от производственных отходов/выбросов, чем и обеспечивается безостановочная работа предприятия/организации в целом при любой окружающей температуре и высокая степень очистки атмосферы от газов.

Совершенно по аналогичной схеме очистку воздуха можно эффективно производить на станциях технического ремонта или обслуживания легковых или грузовых автомобилей, тракторов и иной подобной техники, выхлопные газы от которых через шланг должны направляться в небольшие резервуары или бассейны с водой.

Некоторые схемы и расчетные зависимости, связанные с обеспечением надежности работы оборудования

Известно, что вероятность p безотказной работы системы находится в пределах $0 \leq p \leq 1$ (чем p ближе к единице, тем выше надежность). Формула для расчета надежности для варианта а) блок-схемы на рисунке 2 имеет вид:

$$P=[1-(1-p)^2]^n,$$

а для варианта б) формула следующая:

$$P=[1-(1-p)^n]^2,$$

Нетрудно убедиться, что поэлементное резервирование 1+1 дает более высокую надежность, чем резервирование 1+1 всей системы полностью. Эта схема справедлива для насосов, вентилях, патрубков/труб, резервуаров, приборов.

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. Предложенный способ комплексной очистки воздушного бассейна может использоваться для исключения влияния на окружающую среду паров, газа, дыма, аэрозолей, твердых частиц, сажи, пепла, пыли, масляного тумана, запахов и пр., либо совокупно. Дополнительные положительные эффекты от внедрения данной разработки следующие: практически полностью защищается окружающая среда от вредных выбросов/отходов производственных процессов, а также от вы-

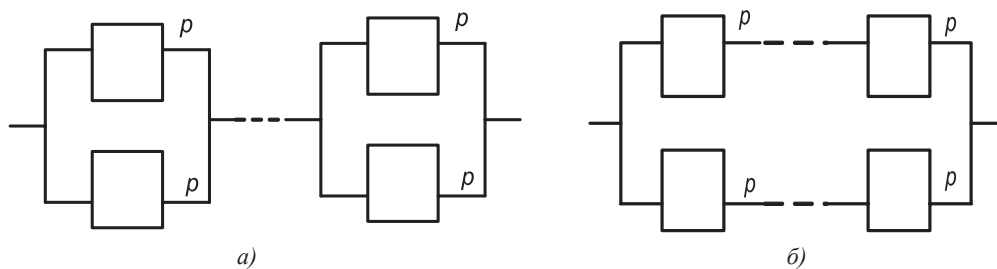


Рисунок 2 – Логические блок-схемы оценки надежности систем с резервированием: а) поэлементное и б) всей системы полностью

хлопных газов автомобилей и иной подобной техники; исключается развитие парникового воздействия; не требуется устройство высоких труб (отсутствие возможных препятствий для низколетящих вертолетов/самолетов, особенно в тумане или при плохой видимости); не требуется установка фильтров, которые часто загрязняются/забиваются и не всегда достаточно эффективны и надежны.

Библиографический список

1. Базовский И. Надежность: теория и практика. Перевод с англ. /Под ред. Б.Р. Левина. М.: Мир, 1965. – 373 с.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. М.: Советское радио, 1969. – 488 с.
3. Герцбах И.Б., Кордонский Х.Б. Модели отказов. М.: Советское радио, 1966. – 166 с.
4. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965. – 524 с.
5. Горский Л.К. Статистические алгоритмы исследования надежности. М.: Наука, 1970. – 400 с.
6. Половко А.М. Основы теории надежности. М.: Наука, 1964. – 446 с.
7. А. Хилдаяти. Проблемы, связанные с загрязнением воздушного бассейна. Международная энциклопедия. Том XII: Особенности работы трибосопряжений в специфических условиях /Под общ. ред. д.т.н., проф., академика К.Н. Войнова. Санкт-Петербург: Нестор-История, ISBN 978-5-4469-0817-2, 2017. С. – 52-58.
8. Войнов К.Н., Yahia Ghellab. О загрязнении воздуха автомобильными газами. Международная энциклопедия. Том XII: Особенности работы трибосопряжений в специфических условиях /Под общ. ред. д.т.н., проф., академика К.Н. Войнова. Санкт-Петербург: Нестор-История, ISBN 978-5-4469-0817-2, 2017. С. – 127-129.

9. Войнов К.Н., Васильев В.А., А. HILDAYATI, Y. GHELLAB. Новый подход к уменьшению загрязнения воздушного пространства. Международная энциклопедия. Том XII: Особенности работы трибосопряжений в специфических условиях /Под общ. ред. д.т.н., проф., академика К.Н. Войнова. Санкт-Петербург: Нестор-История, ISBN 978-5-4469-0817-2, 2017. С. – 130-133.

10. Патент №2604816: Способ комплексной очистки воздушного бассейна от производственных отходов/выбросов из труб. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 22 ноября 2016 г. Автор – Войнов К.Н.

Сведения об авторах

Кирилл Н. Войнов – доктор технических наук, профессор, академик, профессор кафедры «Системы промышленной климатотехники» и «Инженерное проектирование» Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия, тел. (812) 376-89-72, e-mail: forstar@mail.ru

Анниса Хилдаяти – аспирант кафедры «Системы промышленной климатотехники» Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, Россия, тел. (931) 227-98-86, e-mail: hildayati.annisa@mail.ru

Гхеллаб Яхья – аспирант кафедры «Системы промышленной климатотехники» Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) Санкт-Петербург, Россия, тел. (900) 656-45-12, e-mail: ghellabyahia@yahoo.com

Поступила: 09.06.2017