

Черных А.А., магистрант,
Кожанова Е.А., магистрант,
Токач Ю.Е., канд. техн. наук, доц.,
Рубанов Ю.К., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОХРАНЫ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА*

tokach@bk.ru

Неуклонное увеличение потребления топлива как в самой энергетике, так и различных отраслях промышленности и на транспорте приводит к росту объема поступающих в атмосферу вредных веществ. При этом энергетика (потребляющая более трети добываемого топлива) представляет собой наиболее крупный источник выбросов в атмосферу твердых частиц (сажа, пыль, зола), оксидов серы SO_2 , SO_3 , азота NO , NO_2 , а также оксидов углерода CO , CO_2 . Серьезную озабоченность вызывает возрастающая загрязненность атмосферы оксидами углерода (CO_2 - один из «парниковых» газов). В настоящее время промышленные установки по очистке дымовых газов действуют в Японии, Германии и США. В России же ни на одной из ТЭС не проводится глубокая очистка газовых выбросов и тем более не осуществляется на практике очистка выхлопных газов автотранспорта. В настоящей статье, касающейся проблем экологической защиты воздушной среды исследовано извлечение экологически опасных составляющих из газовой фазы с использованием промышленных отходов для получения из них эффективного и недорогого сорбента. Предложена технологическая схема, включающая абсорбционную очистку газов промышленным измельченным отходом поливинилхлорида.

Ключевые слова: дегидрохлорированный поливинилхлорид, отходящие газы, монооксид углерода, промышленные выбросы, технологические процессы, обезвреживание газов.

Введение. Окружающий нас воздух является одним из основных компонентов обеспечения жизни на земле. Для поддержания процессов жизнедеятельности живых организмов необходим воздух, не содержащий примесей и однородный по составу. По мере развития промышленности и повышения интенсивности транспорта чистота атмосферы стала подвергаться постоянной угрозе [1].

Проблема охраны воздушного бассейна сводится к ликвидации вредных выбросов в атмосферу вообще или к замене высокотоксичных веществ, содержащихся в этих выбросах, на менее токсичные (практически нетоксичные) компоненты. Борьба с загрязнениями атмосферы проводится по трем основным направлениям:

- 1) создание новых технологических процессов, основанных на безотходном принципе;
- 2) усовершенствование технологических процессов, позволяющее ликвидировать или уменьшить выбросы токсичных веществ в атмосферу;
- 3) обработка промышленных газовых выбросов с целью извлечения примесей и дальнейшего их использования или нейтрализации их вредного воздействия на окружающую среду.

Монооксид углерода встречается везде, где существуют условия для неполного сгорания веществ, содержащих углерод. CO входит в состав газов, выделяющихся в процессах выплавки и переработки черных и цветных металлов, при

работе энергетических установок, содержится в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания (ДВС), отходящих газов от мусоросжигающих заводов и т.д. Монооксид углерода способен оказывать непосредственное токсическое действие на клетки, уменьшать потребление тканями кислорода, угнетать активность печени, сердца.

В статье представлены данные по созданию систем, предназначенных для процессов обезвреживания газовых выбросов от оксида углерода.

В настоящее время разработано и применяется в промышленности большое количество различных методов очистки газов от технических загрязнений: NO_x , SO_2 , H_2S , NH_3 , CO_2 , различных органических и неорганических веществ [2,3].

Авторами исследовано извлечение экологически опасных составляющих из газовой фазы с использованием промышленных отходов для получения из них эффективного и недорогого сорбента.

Цель исследований – снижение воздействия на окружающую среду, повышение эффективности очистки отходящих газов за счет сорбционной очистки с использованием ПВХ.

Методология. Объектом исследований служила газоздушная смесь содержащая оксид углерода с концентрацией 1417 мг/л. В качестве сорбента использовался отход

поливинилхлорида (ПВХ). Основные свойства поливинилхлорида представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные свойства поливинилхлорида

Плотность, г/см ³	Прочность при растяжении, МПа	Прочность при сжатии, МПа	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Водопоглощение, %
1,35 – 1,43	40 – 70	60 – 160	0,16 – 0,19	0,1

Основная часть. Экспериментально установлена возможность использования дегидрохлорированных отходов ПВХ для удаления СО из отходящих газов. При термодеструкции ПВХ без доступа воздуха в интервале температур 241 – 342°С происходит потеря массы полимера до 60% с выделением, в основном, газовых продуктов, содержащих 96,3 – 99,2% молекулярного хлористого водорода. Процессы выделения HCl и образования сопряжённых двойных связей протекают по цепному механизму.

При отщеплении низкомолекулярных продуктов происходит внутримолекулярная перестройка полимера, которая сопровождается сначала появлением двойных связей в цепи, затем поперечных связей между цепями и так вплоть

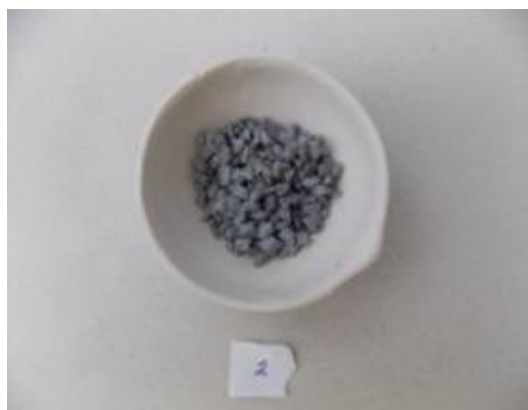
до образования нелетучего пространственно сшитого карбонизированного остатка. Этот карбонизированный нелетучий продукт может изменять условия массо- и теплообмена на границе раздела фаз в системе, где он размещен, и влиять на последующие реакции в газовой фазе.

Выделяющийся хлористый водород при термодеструкции хлорсодержащих полимеров способствует образованию высокопористой структуры карбонизированного остатка, объём которого увеличивается более чем в 1,5 раза [4].

При исследованиях влияния поливинилхлорида на содержание монооксида углерода использовали гранулы ПВХ с размером 1-2 мм, предварительно дегидрохлорированного при температуре 250°С (рис.1).



а)



б)

Рис. 1. Дегидрохлорированный ПВХ
а) размер гранул 1мм; б) размер гранул 2мм

Было выявлено, что карбонизированный остаток уменьшает содержание СО в отходящих газах на 97,6 %. Зависимость дисперсности ПВХ

на эффективность очистки газа от СО представлена на рис. 2.

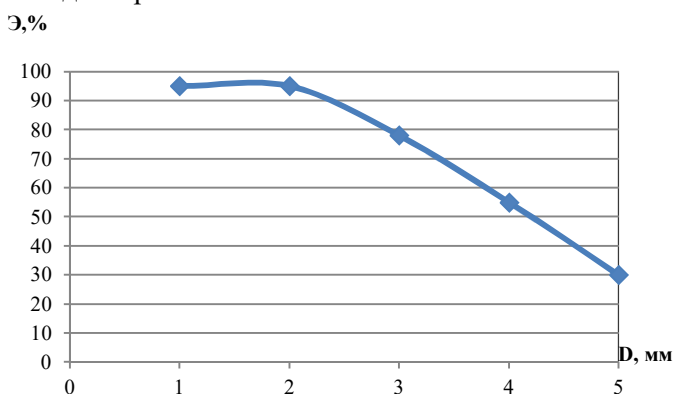


Рис. 2. Зависимость дисперсности ПВХ на эффективность очистки газа

Температура доокисления СО создавалась за счет тепла очищаемого газового потока. Наиболее эффективная очистка происходит при температуре 120°C и составляет 96%, при даль-

нейшем повышении температуры происходит спекание сорбента и эффективность очистки снижается (рис. 3).

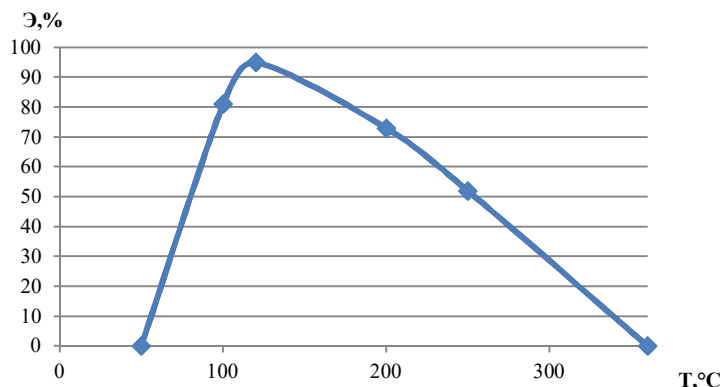


Рис. 3. Эффективность очистки от оксида углерода при различных температурах

Анализ всей совокупности проведенных исследований позволяет сделать вывод о том, что отходы промышленных предприятий можно использовать для реальных объектов и снижать с их помощью содержание экологически опасных составляющих до норм ПДК.

На рис. 4 представлена схема лабораторной установки очистки оксида углерода гранулами ПВХ. В термостойкую колбу помещены смеси нагретых кислот серной и щавелевой. Колба помещена на плитку и закрыта пробкой, в которую вставлена капельная воронка и трубка отводящая газ. К отводящей трубке присоединена индикаторная трубка, в результате нагрева выделяется газ содержащий оксиды углерода и индикаторный порошок после воздействия на него газа меняет окраску от темно зеленого до коричневого. Затем открываем выход газа через трубку, погруженную, в сорбент ПВХ время пропускания газа через сорбент составляет 10 минут. В течение этого времени сорбент не менял окраску, что свидетельствует об очистке газа от оксида углерода[5].

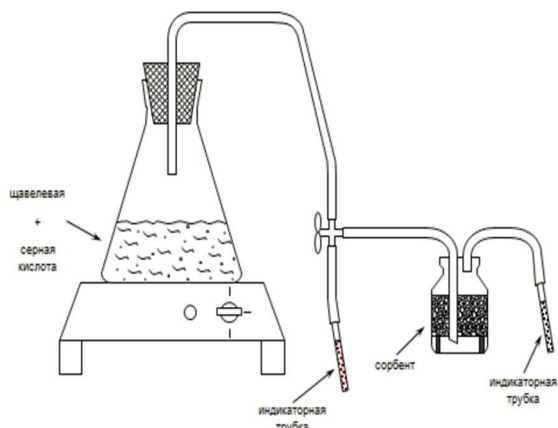


Рис. 4. Схема лабораторной установки очистки CO сорбентом ПВХ

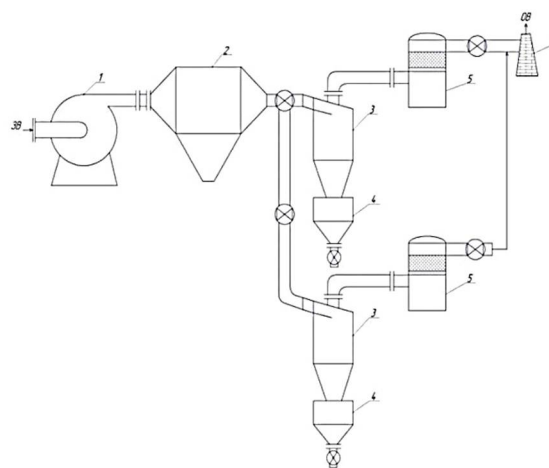


Рис. 5. Технологическая схема очистки отходящих газов от оксида углерода
 1 – центробежный вентилятор; 2 – пылесадительная камера; 3 – циклон;
 4 – бункер; 5 – фильтр; 6 – труба.

Для очистки атмосферного воздуха от оксида углерода, автором статьи предложена технологическая схема, включающая абсорбционную очистку газов промышленным измельченным отходом поливинилхлорида (рис. 5). Загрязненный воздух через центробежный насос (1) подается в пылесадительную камеру (2), где под действием гравитационных сил происходит осаждение (улавливание) крупных фракций пыли. Далее запылённый газ поступает в циклон (3) через входной патрубок тангенциально в верхней части. В аппарате формируется вращающийся поток газа, направленный вниз, к конической части аппарата. Вследствие силы инерции (центробежной силы) частицы пыли выносятся из потока и оседают на стенках аппарата, затем захватываются вторичным потоком и попадают в нижнюю часть, через выпускное отверстие в бункер (4) для сбора пыли. Очищен-

ный от пыли газовый поток движется снизу вверх и выводится из циклона через соосную выхлопную трубу. После циклона недоочищенный газ поступает в фильтр (5), где и происходит основная очистка газа. Очищенный газ через трубу (6) выходит в атмосферу.

Следует отметить, что сложный химический состав выбросов и высокие концентрации токсичных компонентов заранее определяют многоступенчатые схемы очистки, представляющие собой комбинацию разных методов.

Выводы. Наиболее эффективным направлением снижения выбросов является создание безотходных и малоотходных технологических процессов, предусматривающих, например, внедрение замкнутых газообразных потоков, однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов. При этом под очисткой газа понимают отделение от газа или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Экономический эффект от внедрения предлагаемого метода составит 671475 руб/год. Экономический эффект достигается от недопущения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и от ликвидации ущерба окружающей среды, которое будет поступать в атмосферу сразу после очистки.

**Работа выполнена в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям социально-экономического развития Белгородской области.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мырзалиева С.К. Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан. - Алматы, Казахстан, 2009. 35 с.
2. Очистка пылегазовой фазы от экологически опасных составляющих с использованием промышленных отходов: Режим доступа: <http://www.vozdyx.ru/serch/65.htm>.
3. Воропанова Л.А. Теория, методы и практика извлечения цветных металлов из слабоконцентрированных растворов при комплексной переработки руд: диссертация доктора технических наук: 05.16.02. Северо – Кавказский горно – металлургический институт. – Владикавказ, 2003. 365 с.
4. Черных А.А., Токач Ю.Е. Очистка газовых выбросов от оксида углерода // Молодежная научная конференция «Совет молодых ученых и специалистов по Белгородской области». Сборник трудов молодых ученых и специалистов Белгородской области, Белгород: Изд-во «Константа», 2014. Т.2. С. 55-59.
5. Черных А.А., Токач Ю.Е. Очистка газообразных выбросов от оксида углерода с использованием дегидрохлорированного поливинилхлорида // 16-ая Международная научно-практическая конференция «Экономика, экология и общество России в 21-м столетии». Сборник научных трудов, Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2014. С. 323-326.

Chernykh A.A., Kozhanova E.A., Tokach Y.E., Rubanov Y.K.

UTILIZATION OF INDUSTRIAL WASTES FOR THE PROTECTION OF THE AIR BASIN

A steady increase in the fuel consumption in the energy sector and various industries and transport leads to an increase in volume coming into the atmosphere of harmful substances. While energy (consuming more than one-third of the extracted fuel is the largest source of emissions of particulate matter (soot, dust, ash), sulfur oxides SO₂, SO₃, NO nitrogen, NO₂, oxides of carbon, CO, CO₂. A serious concern is the increasing pollution by oxides of carbon (CO₂ - one of the greenhouse gases). Currently, industrial plant flue gas are in Japan, Germany and the USA. In Russia, however none of the TPP is not a deep cleaning gas emissions and especially not carried out in practice the purification of exhaust gases of vehicles. In this article, issues of environmental protection of the air environment are investigated removing environmentally hazardous constituents from the gas phase with the use of industrial waste for obtaining from them effective and inexpensive sorbent. The proposed technological scheme, including absorption gas cleaning industrial shredded waste polyvinyl chloride.

Key words: dehydrochlorinated polyvinyl chloride, flue gases, carbon monoxide, industrial emissions, technological processes, disposal of gases.