

УДК 678.686

Е. Э. САМОЙЛОВА, А. В. АНАНЬЕВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. Эпоксидные смолы и материалы на их основе все шире применяются в различных отраслях народного хозяйства: в машиностроении, автомобильной промышленности, строительстве, производстве газоразделительных элементов и др. В связи с постоянным увеличением выпуска эпоксидных смол и материалов на их основе возрастает актуальность проблемы обезвреживания газовых выбросов, образующихся при их производстве. Выбор оптимального способа очистки газовых выбросов зависит от многих факторов, главными из которых являются состав и концентрация в выбросах вредных компонентов, объем выбросов. В процессе работы проведены экспериментальные исследования по разработке способа очистки газовых выбросов производства газоразделительных элементов на опытно-промышленной установке ТКРВ-0,75 в условиях опытного цеха ГП «ГосНИИпластмасс». В результате исследования разработан способ термokatалитического обезвреживания газовых выбросов производства газоразделительных элементов. Степень очистки газовых выбросов 98 ± 1 %.

Ключевые слова: эпихлоргидрин, толуол, газоразделительные элементы, катализатор, каталитическое окисление.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Весьма перспективным является метод каталитического окисления для обезвреживания газовых выбросов с многокомпонентным составом органических примесей, низкой концентрацией этих примесей. Этот метод выгодно отличается от сорбционных способов, а именно отсутствием сточных вод и отработанных сорбентов, а также компактностью оборудования и существенно меньшими площадями застройки, простотой аппаратного оформления газоочистных установок предприятий, где по каким-либо причинам невозможно внедрение безотходных технологических процессов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка способа очистки газовых выбросов в производстве газоразделительных элементов.

Газоразделительные установки – оборудование для выделения необходимых газов из газовой смеси. К газоразделительному оборудованию относятся азотные установки (станции), кислородные установки (станции), водородные установки, системы подготовки ПНГ и другое оборудование. В настоящее время существуют три основных метода разделения газа: адсорбционное, мембранное и криогенное [1].

Адсорбционный метод разделения газов основан на принципе поглощения определённого газа специальным веществом – адсорбентом. Очищенная таким способом от лишних газов газовая смесь подается далее в систему, а на следующем этапе газоразделения происходит очистка (продувка) адсорбента от поглощенного газа [1].

Мембранное разделение газов – это технология, использующая принцип фильтрации газов через специальные мембраны. Мембранная газоразделительная установка включает в себя блок мембранных модулей, через которые продувается подготовленный газ. Полволоконные мембраны, входящие в состав мембранных модулей, представляют собой трубки со стенками решетчатой структуры, через которые наружу проходят только молекулы определённых газов, молекулы других газов остаются в

© Е. Э. Самойлова, А. В. Ананьев, 2020

трубке. Газы, находящиеся снаружи и внутри мембранных трубок, разводятся по разным газопроводам [2].

Криогенные установки газоразделения работают при очень низких температурах, когда газы принимают жидкое агрегатное состояние. При криогенном разделении газов используется принцип испарения различных газов в своём температурном диапазоне.

Выбор метода очистки зависит от многих факторов: концентрации извлекаемого компонента в отходящих газах, объема и температуры газа, содержания примесей, наличия хемосорбентов, возможности использования продуктов рекуперации, требуемой степени очистки. Выбор производят на основании результатов технико-экономических расчетов [3].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по разработке способа очистки газовых выбросов в производстве газоразделительных элементов проводились с помощью лабораторной и опытно-промышленной установок термического обезвреживания, основным элементом которых является термокаталитический реактор. Т. е. в основе этого способа лежит каталитический метод очистки.

Каталитические методы очистки основаны на химических превращениях токсичных компонентов в нетоксичные на поверхности твердых катализаторов. Очистке подвергаются газы, не содержащие пыли и катализаторных ядов. Методы используются для очистки газов от оксидов азота, серы, углерода и от органических примесей. Их проводят в реакторах различной конструкции [4, 5].

Для выбора режимов очистки газовых выбросов в производстве газоразделительных элементов исследовались следующие катализаторы: НИИОГАЗ-17Д; НИИОГАЗ-10ДА; АП-56 (алюмоплатиновый); СТК-1-7.

Катализатор НИИОГАЗ-17Д представляет собой свитую в спираль нихромовую проволоку серого цвета, на поверхность которой наносится палладий в количестве десятых долей процента. Диаметр спиралей 4...5 мм, насыпной вес 0,7...0,9 г/см³. Ориентировочный срок службы этого катализатора в процессах газоочистки не менее 1 года.

Катализатор НИИОГАЗ-10ДА – алюминиевый носитель Д161 в виде цилиндров и полуцилиндров неправильной формы с диаметром 6...8 мм, на поверхность которого наносятся десятичные доли палладиевой черни. Насыпная масса катализатора 1,05...1,10 г/л.

Катализатор АП-56 представляет собой платину, равномерно распределенную по внешней и внутренней поверхности таблеток фторированной активной окиси алюминия. Массовая доля платины 0,56±0,03 %. Размер таблеток: диаметр 2,5...3,0 мм; высота 5...7 мм; насыпная масса катализатора 0,65 г/см³.

Катализатор железо-хромовый СТК-1-7 – это экструдат темно-бурого цвета с диаметром 7 мм и длиной 4...25 мм, имеющий следующий химический состав: Fe₂O₃ не менее 88 % масс.; Cr₂O₃ не менее 7,0 % масс.; SO₃ не более 0,4 % масс.; насыпная плотность 1 100–1 300 кг/м³; удельная поверхность 25...30 м²/г.

Разработка способа очистки газовых выбросов в производстве газоразделительных элементов осуществлялась на лабораторной установке ГП «ГосНИИпластмасс» г. Донецка. Схема лабораторной установки для исследования катализаторов и реакций глубокого окисления толуола и эпихлоргидрина представлена на рисунке.

Газовую смесь готовили в стеклянном сосуде путем смешивания паров исследуемого вещества с воздухом. Сосуд состоит из двух камер, разделенных перегородкой и сообщающихся между собой при помощи патрубка, находящегося в центре перегородки.

Верхняя камера служит смесителем, нижняя – испарителем 4, в который заливается испытуемое вещество.

Приготовление и дозировка паровоздушной смеси проводилась следующим образом: воздух от компрессора поступает в систему очистки (пемза, пропитанная серной кислотой, твердая гранулированная щелочь, аскарит) и разделяется на два потока. Один поток направляется в испаритель 4, где обогащается парами исследуемого вещества, а затем в смесителе разбавляется вторым потоком воздуха для создания заданной концентрации. Скорость подачи воздуха контролируется реометрами 2. Из смесителя 3 реакционная смесь поступает в реакторы 5 и 6, изготовленные из тугоплавкого стекла. Термокаталитический реактор имеет сетчатую перегородку, на которую засыпается требуемое количество катализатора. Температура на поверхности катализатора измеряется хромель-капельной термопарой, соединенной с милливольтметром. Газовый поток из реакторов, пройдя через реометры 2, выбрасывается в атмосферу. В одном из реакторов, контрольном, находится 50 мг активного алюмоплатинового

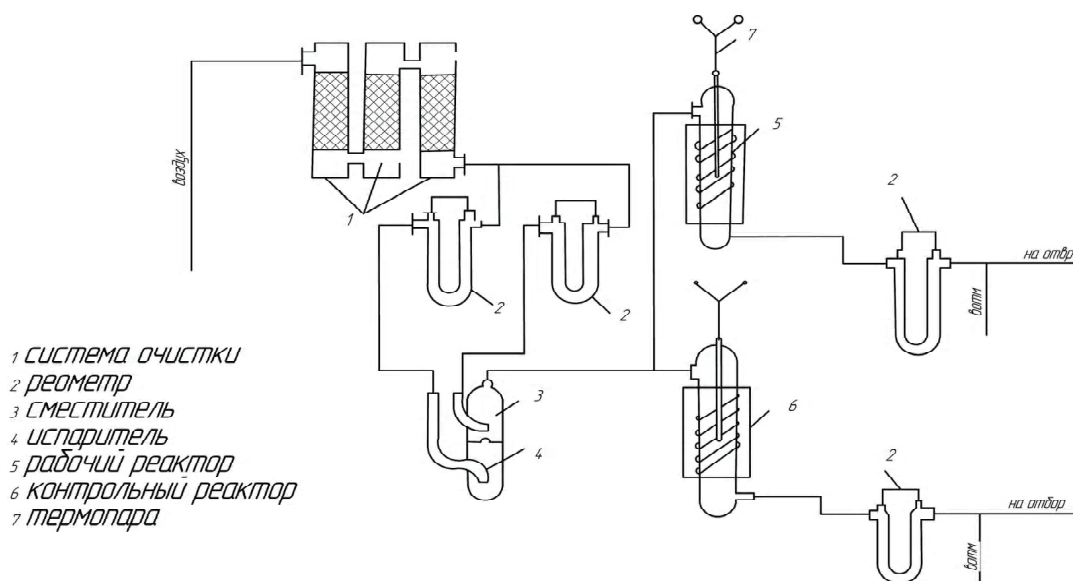


Рисунок – Схема лабораторной установки каталитического окисления.

катализатора АП-56, на котором при температуре 500 °С и объемной скорости газового потока 2 000 ч⁻¹ происходит 100%-е окисление исследуемых веществ.

В рабочий реактор поочередно загружали испытуемые катализаторы. Перед каждым экспериментом катализаторы в обоих реакторах продували очищенным воздухом при температуре 500 °С для удаления адсорбированных органических веществ. После этого при заданных условиях проводили серию опытов. Особое внимание уделяли созданию постоянных условий проведения опыта, исключали колебания скорости подачи газовой смеси; отклонения температуры от созданной не превышали ±5 °С, колебания концентрации составляли не более 5 %.

За меру каталитической активности была принята температура 100%-го превращения исследуемого вещества в углекислый газ и воду. По содержанию углекислого газа рассчитывали концентрацию исследуемого вещества. Степень превращения (η , %) вычисляли по формуле:

$$\eta = (a^{\circ}\text{CO}_2 / a^{\circ}\text{CO}_2) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $a^{\circ}\text{CO}_2$ – массовая концентрация углекислого газа в паровоздушной смеси после рабочего реактора, г/м³;
 $a^{\circ}\text{CO}_2$ – массовая концентрация углекислого газа после контрольного реактора, отвечающая полному окислению, г/м³.

Газовые выбросы анализировали на содержание основных компонентов до и после термокаталитического окисления: эпихлоргидрин (окислением до формальдегида с последующим определением с хромотроповой кислотой) и толуол (линейно-колористическим методом).

Т. о. для способа очистки газовых выбросов в производстве газоразделительных элементов выбран оптимальный метод – каталитического окисления, который отличается простотой аппаратного оформления и небольшой энергоемкостью (процесс идет при 300...450 °С). Этот способ можно применять, когда невозможно внедрение безотходных технологических процессов или когда требуется усовершенствование действующей технологии, что является важным государственным мероприятием, которое обеспечивает выполнение положений Закона Донецкой Народной Республики «Об охране атмосферного воздуха».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды [Текст] / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – М. : Химия, 1989. – 511 с.
2. Родионов, А. И. Технологические аспекты экологической безопасности [Текст] / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. – Калуга : изд. Н. Бочкаревой, 2000. – 800 с.

3. Техника и технология защиты воздушной среды [Текст] / В. В. Юшин, В. М. Попов, П. П. Кукин [и др.]. – М. : Высш. шк., 2005. – 391 с.
4. Защита атмосферы от промышленных загрязнений : в 2 ч. [Текст] = Справочник / Под ред. С. Калверта, Г. Инглунда. – М. : Metallurgia, 1988. – 758 с. Ч. 1 / пер. : А. А. Бондарев и др. – 1988. – 758 с. : Ч. 2 / пер. : А. А. Бондарев и др. – 1988. – 758 с.
5. Страус, В. Промышленная очистка газов [Текст] / В. Страус ; пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.

Получена 19.12.2019

О. Е. САМОЙЛОВА, А. В. АНАНЬЄВ
РОЗРОБКА СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ У ВИРОБНИЦТВІ
ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Епоксидні смоли і матеріали на їх основі все ширше застосовуються в різних галузях народного господарства – в машинобудуванні, автомобільній промисловості, будівництві, виробництві газорозподільних елементів і ін. У зв'язку з постійним збільшенням випуску епоксидних смол і матеріалів на їх основі зростає актуальність проблеми знешкодження газових викидів, що утворюються при їх виробництві. Вибір оптимального способу очищення газових викидів залежить від багатьох факторів, головними з яких є склад і концентрація у викидах шкідливих компонентів, обсяг викидів. В процесі роботи проведені експериментальні дослідження по розробці способу очищення газових викидів виробництва газорозподільних елементів, на дослідно-промисловій установці ТКРВ-0,75 в умовах дослідного цеху ДП «ДержНДІпластмас». В результаті дослідження розроблено спосіб термокаталітичного знешкодження газових викидів виробництва газорозподільних елементів. Ступінь очищення газових викидів 98 ± 1 %.

Ключові слова: епіхлоргідрин, толуол, газорозподільні елементи, каталітичне окислення.

HELEN SAMOJLOVA, ANDREY ANANYEV
DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CLEANING GAS EMISSIONS IN THE
PRODUCTION OF GAS SEPARATING ELEMENTS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Epoxy resins and materials based on them are increasingly used in various sectors of the national economy – in mechanical engineering, automotive industry, construction, production of gas separation elements, etc. due to the constant increase in the production of epoxy resins and materials based on them, the urgency of the problem of neutralization of gas emissions generated during their production increases. The choice of the optimal method for cleaning gas emissions depends on many factors, the main of which are the composition and concentration of harmful components in the emissions, and the volume of emissions. In the process experimental studies of method of cleaning of gas extrass of production of gazdivision elements, on the experience-industrial setting of TKDS-0,75 in the conditions of anexperience workshop of SE «State Research Institute of plastics». As a result of research the method of the temprecher catalytic rendering of gas extrass of production of gazdivision elements harmless is worked out. Degree of cleaning of gas extras 98 ± 1 %.

Key words: epichlorgidrin, toluene, cleaning of gas extras, catalyst, oxidization of catalyst.

Самойлова Елена Эдуардовна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной химии; кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: физико-химические исследования полимерных композиционных материалов; управление техносферной безопасностью.

Ананьев Андрей Валериевич – магистрант кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: управление техносферной безопасностью.

Самойлова Олена Едуардівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної хімії; кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: фізико-хімічні дослідження полімерних композиційних матеріалів.

Ананьев Андрій Валерійович – магистрант кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: управління техносферною безпекою.

Samojlova Helen – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department; Applied Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physico-chemical studies of polymer composite materials.

Ananyev Andrey – master's student, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technosphere security management.