

# ЭКОЛОГИЗАЦИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Г.Ю. Климентова  
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

В свете ухудшающихся экологических условий устанавливаются требования по минимизации сбросов и утилизации опасных отходов предприятий для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Нефтехимическую промышленность можно отнести к одному из наибольших источников загрязнений. Объем выбросов предприятий зависит не только от мощности технологического оборудования, его качества, но и от систем очистки сточных вод, отработанных газов и систем утилизации отходов. Каждое предприятие выбрасывает в окружающую среду вещества, которые являются «отпечатком» данного производства. При сохранении основного состава загрязняющих веществ в выбросах и сточных водах этот набор компонентов остается практически одинаковым. Нарастание мощностей производства приводит также к росту количества промышленных отходов, представляющих опасность для окружающей среды. Многие нефтехимические предприятия разрабатывают и внедряют мероприятия, направленные на повышение экологичности производства, что соответствует стратегии устойчивого развития. При этом планируются не только модернизация и усовершенствование технологических процессов, внедрение безотходных и ресурсосберегающих технологий, но и использование современных методов минимизации сбросов. В данной статье на примере крупнотоннажных производств фенола и ацетона, этилена, жироперерабатывающего производства рассмотрены возможные выбросы, загрязняющие воздушный и водные бассейны. Приведен обзор исследований, направленных на выделение ценных компонентов загрязнений и возврата их в технологический цикл или утилизацию, с получением целевых продуктов для дальнейшего использования. Рассмотрены способы, внедрение которых позволит повысить степень очистки газообразных выбросов и сточных вод с технологических установок, и приведет к улучшению экологической обстановки.

*Ключевые слова:* нефтехимическое производство, технология, выбросы, очистка, экология.

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты окружающей среды становится актуальной в настоящее время, как в мировом сообществе, так и в отдельных странах. Уровни загрязнений в ряде районов, особенно в крупных промышленных городах значительно превышают допустимые санитарные нормы. Выхлопные газы транспорта, выбросы промышленных и нефтехимических предприятий загрязняют воздушный и водный бассейны, почвенный покров планеты.

Доля выбросов химической промышленности в атмосферу возрастает из-за расположения технологических установок на открытых площадках и нарушения герметичности аппаратов.

Загрязнение окружающей среды оказывает непосредственное влияние на здоровье населения. По данным Всемирной организации здравоохранения от использования недоброкачественной питьевой воды ежегодно в мире страдает каждый десятый житель планеты [1].

Для повышения экологичности предприятия проводят мероприятия, направленные на усовершенствование существующих технологических процессов, внедряют безотходные технологии, замкнутые системы водного хозяйства, используют факельные системы и очистные сооружения.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Учитывая сложность экологической ситуации, интенсивно проводятся исследования по разработке современных методов очистки выбросов и сточных

вод химических предприятий. Обзор научных разработок, направленных на улучшение экологии представляет несомненный интерес.

Крупнотоннажное производство фенола и ацетона (по кумольному методу) относится к многостадийным процессам, включающим получение изопропилбензола (ИПБ), его окисление до гидропероксида (ГП ИПБ), сернокислотное разложения ГП ИПБ и выделение товарного фенола и ацетона.

На стадии окисления ИПБ с установки выводятся абсорбционные газы (абгазы), содержащие химические примеси, в том числе ИПБ. Часто на действующих предприятиях абгазы для обезвреживания направляются на узел адсорбционной очистки с использованием целолита NaX или на дожиг. При использовании метода термокаталитического дожига для очистки абгазов возникает ряд проблем: трудность поддержания температурного режима (300-600°C) реактора, дороговизна катализатора, безвозвратность потерь ИПБ.

Авторы [2] предлагают очистку абгазов осуществлять двухстадийным адсорбционным способом. Первоначально в качестве адсорбента используют силикагель, для поглощения ИПБ, на второй стадии адсорбируется метанол на полностью катионзамещенным цеолите типа X или Y. Обе стадии сопровождаются процессами десорбции водяным паром (100-120°C) для выделения ИПБ, метанола и регенерации адсорбентов. Следует отметить,

короткий срок эксплуатации адсорбентов, значительный расход пара и цикличность процесса.

Те же авторы [3] предложили метод адсорбционной очистки абгазов, где в качестве адсорбента используют цеолитсодержащий катализатор типа Цеокар, обладающий высокой сорбционной способностью, и используемый в процессе каталитического крекинга.

Авторы [4] предлагают новый метод очистки абгазов – адсорбция полимерными смолами. Для адсорбции ИПБ из абгазов наряду с классическим адсорбентом цеолитом NaX исследованы различные смолы. Лучший результат показали смолы: Dowex Optipore (V493, V503) и Amberlist XAD 4. Их сорбционные способности намного превосходили цеолит NaX.

При абсорбционной очистке абгазов полиалкилбензолами [5] требуется большой расход энергоносителей, обеспечивающих необходимый температурный режим (ниже 10°C), дополнительные затраты на извлечение ИПБ из насыщенного адсорбента. Причем этот метод характеризуется низкой степенью извлечения ИПБ.

К наиболее перспективным методам очистки абгазов относится конденсационный способ, осуществляемый при низких температурах (минус 40-50°C) [6]. Из абгазов, прошедших систему охлаждения, в сепараторе отделяются жидкие примеси и очищенный газ, изоэнтропно расширяясь в детандере, возвращается в систему как хладагент.

На стадии разложения ГП ИПБ реакционная масса содержит серную кислоту, которая в дальнейшем нейтрализуется слабоосновной анионообменной смолой. Предложен способ утилизации серной кислоты из смесей с получением коагулянта –  $Al_2(SO_4)_3$  [7]. Смесь доводят до кипения водяным паром и направляют на ректификацию, с выделением 45 % серной, которую используют в производстве коагулянта.

Способ нейтрализации серной кислоты, предложенный в патенте [8], реализуется на действующих предприятиях. В качестве реагента используют едкий натр или фенолят натрия, нейтрализации подвергается не только реакционная масса разложения (РМР), но кислые компоненты с узлов выделения ацетона и фенола. Выделение образующихся солей происходит на узле ректификации – совместно с фенольной смолой, что вызывает затруднение при извлечении из нее остатков фенола.

Авторы [9] предложили способ более легкого извлечения из РМР образующихся при нейтрализации солей. Перед нейтрализацией РМР в нее вводят 3- 5% ИПБ, что способствует отделению солей. Следует отметить, что введение большего количества ИПБ приводит к плохому разделению компонентов в

процессе последующей ректификации и снижению чистоты продуктов.

На стадии выделения фенола в качестве побочного продукта выделяется фенольная смола, которую использовали в качестве котельного топлива. Авторы [10] предлагают способы рационального ее использования с получением целевых продуктов. Нагретую до 90°C фенольную смолу охлаждают в естественных условиях (0°C), вводят низкомолекулярный полиэтилен (15-25%), нагрев и охлаждение повторяют и получают состав, который используется в виде «клея» для защиты от вредителей лесных насаждений. При термокаталитической деструкции фенольной смолы, димеры альфаметилстирола и кумилфенол, входящие в ее состав, превращаются в  $\alpha$ -метилстирол и фенол, которые выделяют. Они могут быть использованы при производстве битума, модификаторов алкидных смол, изоляционных материалов.

Наиболее распространенным в промышленности методом получения олефинов является пиролиз углеводородных фракций. Производство основных мономеров крупнотоннажное, получаемые продукты широко используется для получения полимеров, окисей низших этиленовых углеводородов, лежащих в основе синтеза многих органических соединений. Высокотемпературный процесс пиролиза протекает в печах, температуру которых поддерживают за счет сгорания топливного газа. Дымовые газы печей, содержащие CO, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, сбрасываются в атмосферу.

Для очистки дымовых газов и их утилизации авторы [11] предложили схему устройства, позволяющего использовать очищенные от оксидов азота и пыли газы в тепличном хозяйстве.

В патенте [12] описан метод очистки дымовых газов от вредных оксидов за счет их прокачки через трифторуксусную кислоту, насыщенную кислородом. Постоянный контроль состава очищенного газа позволяют достичь 100% удаления загрязнений.

При адсорбционном методе очистки дымовых газов [13] от оксидов азота, углерода, серы (IV) соблюдается последовательность пропускания через адсорбент (цеолит) и слой окислительно-восстановительного катализатора на основе оксидов Mn и Cu. Предварительно дымовые газы очищают на фильтре, из графитированного материала, от твердых примесей. При прохождении фильтра, содержащиеся в дымовых газах монооксид азота и диоксид серы восстанавливаются, и далее поток газа поступает на адсорбцию. Данный метод позволяет произвести очистку одновременно от основных токсичных оксидов с высокой эффективностью.

Известен абсорбционный метод очистки дымовых газов [14] от кислых компонентов с использованием в качестве адсорбента сточных вод. Первоначально сточные воды подщелачивают (рН 9-11) и направляют

в скруббер, куда подают дымовые газы. Образующиеся соли отделяют от воды за счет испарения, а газовый поток последовательно очищают в циклоне и скруббере, за счет подачи сточной воды. Из скруббера отработанная вода направляется на подщелачивание, а газовый поток в дымовые трубы. Данный метод позволяет одновременно утилизировать сточные воды и очищать дымовые газы.

На стадии газоразделения пирогаза отходом является кубовая остаток, состоящий из высокомолекулярных углеводородов, воды, кокса и смолы, который утилизируется. В патенте [15] предложен способ утилизации смоловодной системы. Первый этап – обезвоживание, для отделения воды добавляют коагулянт. Следующий этап очистки – термохимическая обработка (пиролизное масло, ПАВ, 120°C). Полученная обезвоженная (1.5%) тяжелая пиролизная смола может быть использована в качестве топлива, пиролизного масла или растворителя.

Метод утилизации легкой пиролизной смолы [16] включает трехступенчатую ректификацию. Выделяют бензольную фракцию (75-85°C) – готовый продукт, и два типа растворителей получают смешением остальных фракций: 35-75°C и 85-140°C – легкий; 35-75°C и 140-220°C – тяжелый.

При совместном производстве жирных кислот и глицерина часто используется натуральное сырье – растительные масла. Это многостадийный процесс, включающий рафинацию, гидрирование (в случае получения насыщенных кислот) с получением саломаса, расщепление и выделение товарных продуктов. В процессе рафинации используются неорганические кислоты серная и фосфорная, которые могут присутствовать в воздухе и удаляются из рабочей зоны вентиляционной системой.

В работе [17] предложено устройство для очистки от паров кислот, работающее бесшумно. Под действием электромагнитного поля воздух нагревается (на несколько градусов), попадает в устройство, контактирует с катализатором и очищается. Авторы патента [18] предлагают другое устройство с виброкипящим слоем катализатора, который нейтрализует пары кислот.

Разработан газоразрядный блок для электроочистки газов [19]. Под действием разряда происходит разложение загрязняющих веществ и образование активных ионов, радикалов, которые под действием озона окисляются до безвредных соединений.

Авторы [20] предложили устройство для управления очисткой воздуха, которое позволяет контролировать текущее качество очищаемого воздуха, варьировать длительность процесса очистки.

На стадии гидрогенизации жиров в качестве побочного продукта образуется акролеин за счет

термодеструкции триглицеридов. В патенте [21] предложена эффективная двухстадийная очистка воздуха от акролеина. На первой стадии газ проходит ловушку, заполненную 10% водным раствором NaOCl. Далее газ подогревается в группе теплообменников до 350°C и направляется на каталитический (Pd, Pt) дожиг. Очищенный воздух сбрасывается в атмосферу.

На стадии рафинации и дистилляции жирных кислот сточные воды содержат жиры и частично жирные кислоты, которые направляют в жиroleушки. Авторы патента [22] предложили очистку сточных вод от нефте- и маслопродуктов за счет модернизации отстойников и аэротенков специальными полузаглубленными лотками, блоком фильтрования со сменными картриджами. Подобная модернизация повышает устойчивость биологической ступени очистки.

В патенте [23] предложен экологически чистый биотехнологический метод очистки сточных вод от жиров и масел. В сточные воды (pH 7, 15-50°C) добавляют минеральные компоненты и биомассу, наличие которых приводит к полной деструкции жиров.

Новый биопрепарат «Липойл», описанный в [24], используют для очистки сточных вод от жиров. Входящая в его состав смесь микроорганизмов позволяет достичь высокой эффективности очистки.

На ряде действующих предприятий используют метод [25], позволяющий отделить и вернуть в технологический процесс, жиры, содержащиеся в сточных водах, и образующую соль (NaCl). Данный способ очистки удешевляет процесс и делает более стабильное его протекание.

На многих нефтехимических предприятиях, для сжигания некондиционных газов при нормальном технологическом режиме или в аварийных случаях, используют факельные системы. Полнота сгорания газов, бездымность систем – одни из основных требований, предъявляемых к факельным установкам.

Авторы патента [26] предлагают способ сжигания газов, при их переменном расходе, давлении и составе, исключающих образование дыма. Причем, без использования пара, воды – средств снижения дымообразования. Тот же автор [27] модернизировал оголовки факельной системы дополнительной обечайкой, что позволило увеличить длительность сжигания и срок эксплуатации установки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен обзор по ряду нефтехимических производств, их выбросам и рассмотрены результаты научных исследований, внедрение которых приведут к снижению экологической нагрузки. Показана возможность переработки загрязняющих веществ, в результате которой получены продукты, нашедшие практическое применение.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Проблемы снабжения населения качественной питьевой водой. Научно-методический семинар Аналитического управления Аппарата Совета Федерации. // Аналитический Вестник. – 2019. – № 13. – С.5--27.

2. Пат. 2142326 Российская Федерация, МПК В01D 53/04, В01D 53/72. Способ очистки абгазов процесса окисления кумола [Текст] / Закошанский В.М.; заявитель и патентообладатель Закошанский В.М. - № 97118276/12; заявл. 03.11.1997, опуб. 10.12.1999.- Электронные данные - Доступ из сайта ФГБУ ФИПС.

3. Пат. 2129905 Российская Федерация, МПК В01D53/04, В01D53/72 Способ очистки абгазов процесса окисления кумола [Текст] / Закошанский В.М, Васильева И.И.; заявитель и патентообладатель Закошанский В.М. - № 93053704/25, заявл. 01.12.1993, опуб. 10.05.1999.- Электронные данные - Доступ из сайта ФГБУ ФИПС.

4. Э.И. Мусина. Изучение адсорбционной способности полимерных смол по изопропилбензолу / Э.И. Мусина, Е.В. Марянина, Е.Е. Бобрешова, Ч.Б. Медведева, В.Н. Кудряшов // Материалы научной конференции "Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых" Материалы публикуются в авторской редакции./ Технический редактор З. Е. Маркова. Учебное издание – СПб: ХИМИЗДАТ, 2006 – 207с.

5. Пат. 2300412 Российская Федерация, МПК В01D 53/14, С07С 15/085. Способ очистки абгазов окисления кумола [Текст] / Афонин А.В., Рамазанов К.Р., Ханин А.В.; заявитель и патентообладатель ООО "Саратоворгсинтез" - № 2005127311/15; заявл. 30.08.2005, опуб. 10.06.2007.- Электронные данные - Доступ из сайта ФГБУ ФИПС.

6. Пат. 2640781 Российская Федерация, МПК В01D 53/00, F25J 3/00, С07С 15/085. Способ очистки отходящих газов окисления изопропилбензола [Текст] / Нестерова Т.Н., Востриков С.В., Мазурин О.А. ; заявитель и патентообладатель Самарский государственный технический университет- № 2016132741; заявл. 08.08.2016, опуб. 11.01.2018.- Электронные данные - Доступ из сайта ФГБУ ФИПС.

7. Пат. 2216508 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>: С01В 17/94, С01F 7/74. Способ утилизации серной кислоты из отработанных нитратных смесей. [Текст] / Куцак В.С., Тимин К.И. - №2001106796/12; заявл. 13.03.2001, опуб. 27.05.2003.- Электронные данные - Доступ из сайта ФГБУ ФИПС.

8. John W. Fulmer and etc. , «Removal and neutralization of acid catalyst from products of cumene hydroperoxide cleavage Inventor» U.S. Patent 5510543 A, April 23, 1996.

9. Werner Pompetzki, Otto Gerlich. «Verfahren zur Entfernung von organischen und/oder anorganischen Säuren aus Spaltproduktphasen», DE Patent 19900387, July 13, 2000.

10. Пат. 2081103 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> А 01 М 1/14. Способ получения структурированной фенольной смолы из отходов производства фенола и ацетона кумольным методом [Текст] / Сангалов Ю.А., Кащощевич Е.В., Ильясова А.И., Мусин М.А., Федосеев Ф.Г.; заявитель и патентообладатель Сангалов Ю.А., Кащощевич Е.В., Ильясова А.И., Мусин М.А., - №208113 /14; опубл. 20.03.2013

11. Пат. 2655127 Российская Федерация, МПК В01D 53/00. Метод очистки дымовых газов от оксидов азота и пыли [Текст] / Уваров В.А., Староверов С.В., Юдин А.И.; патентообладатель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова - № 2017146923; заявл. 28.12.17; опубл. 23.05.18, Бюл. № 15. – 4 с.

12. Патент 2292939 Российская Федерация, МПК В01D53/60. Способ очистки отходящих дымовых газов от токсичных оксидов [Текст] / Вишнецкая М.В., Заворотный В.А. и др.; патентообладатель Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина - № 2005122743/15; заявл. 18.07.05; опубл. 10.02.07, Бюл. № 4.

13. Пат. 2676642 Российской Федерации, МПК В01D 53/02. Способ комплексной очистки дымовых газов [Текст] / Ткаченко И.Г.), Шаблия С.Г., Твардиевич С. В. и др.; патентообладатель ООО

«Газпром трансгаз Краснодар» - № 2018104414; заявл. 05.02. 18; опубл. 09.01.19, Бюл. № 1.

14. Пат. 2377056 Российской Федерации, МПК В01D 53/34. Способ очистки дымовых газов от кислых компонентов [Текст] / Белинский Б.И., Горбунов И.В., Бердников В.М. и др.; патентообладатель ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром добыча Астрахань» - № 2005127905/15; заявл. 07.09. 05; опубл. 27.12.09, Бюл. № 36.

15. Пат. 2223299 Российской Федерации, МПК С10С1/04. Способы подготовки и утилизации тяжелой пиролизной смолы. [Текст] / Шарифуллин В.Н., Кудряшов В.Н., Файзрахманов Н.Н., Шарифуллин А.В.; патентообладатель Казанское ОАО "Органический синтез" - № 2002104722/ 04; заявл. 21.02.02; опубл. 10.02.04, Бюл. № 4.

16. Пат. 2278143 Российской Федерации, МПК С10G7/00, С07С7/04. Способ обработки и утилизации легкой пиролизной смолы. [Текст] / Кручинин А.С., Файзрахманов Н.Н.; патентообладатель ООО "СИНТЕЗХИМИНВЕСТ" - № 2005102254/04; заявл. 31.01.05; опубл. 20.06.06, Бюл. № 17.

17. Пат. 2334175 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> F 24 F 13/00. Индукционный очиститель воздуха [Текст] / Е.П. Шелудяков; патентообладатель Шелудяков Е.П. - №2007114263/06; заявл. 16.04.07; опубл. 20.09.08, Бюл. № 26. – 5 с.

19. Пат. 2453337 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> В 03 С 3/02. Газоразрядный блок установки для очистки газов [Текст] / Стегленко А.В.; заявитель Стегленко Александр ладимирович - № 2009108044/03; заявл. 06.03.09; опубл. 20.06.12, Бюл. № 17. – 4 с.

20. Пат. 2453337 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> В 03 С 3/02. Газоразрядный блок установки для очистки газов [Текст] / Стегленко А.В.; патентообладатель Стегленко Александр ладимирович - № 2009108044/03; заявл. 06.03.09; опубл. 20.06.12, Бюл. № 17. – 4 с.

21. Пат. 2150989 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> В 01 D 53/44. Способ очистки газовых выбросов от акролеина [Текст] / Аликин В.Н., Кузьмицкий Г.Э., Чернышова С.В., Осташевский Ю.А.; патентообладатель Завод им. С.М. Кирова. - № 99100147/12; заявл. 05.01.1999; опубл. 20.06.2000, Бюл. № 17. – 7 с.

22. Пат. 2431608 Российская Федерация, МПК С02F1/40. Способ удаления нефте- и маслопродуктов из сточных вод [Текст] / Шишло Г. В.; патентообладатель Шишло Г. В.- № 2009125066/05S заявл. 30.06.2009; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29.

23. Пат. 2161595 Российская Федерация, МПК С02F 3/34. Биотехнологический способ очистки сточных вод от пищевых масел и жиров [Текст] / Мурзаков Б.Г, Заикина А.И, Зобнина В.П, и др.; патентообладатель Российско-японская компания ЗАО "Биотэк-Япония". - 98103932/13 заявл. 03.03.1998., опубл. 10.01.2001, Бюл. №1.

24. Пат. 2660196 Российская Федерация, МПК С12N 1/20. Биопрепарат для очистки сточных вод от масложировых загрязнений [Текст] / Забелин В.А, Алексеев А.Ю, Шестопалов А.М.; патентообладатель ООО "Биоойл". - № 2017116942 заявл. 15.05.2017., опубл. 05.07.2018, Бюл. №19.

25. Пат. 2142420 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> С 02 F 1/24. Способ очистки подмыльного щелока [Текст] / Сухарев Ю.И, Гофман В.Р., Абдрашитов Р.Р. и др.; заявитель АО закрытого типа "Институт химических проблем промышленной экологии АЕН" - № 98112896/12; заявл. 30.06.98; опубл. 10.12.99, Бюл. № 34. - 4 с.

26. Пат. 2289755 Российская Федерация, МПК F23 D14/20. Способ бездымного сжигания газов на факельной установке [Текст] / Парфенов Л. Н.; заявитель Парфенов Л. Н. - № 2005110256/06; заявл.08.04.05; опубл. 12.12.06, Бюл. № 35.

27. Пат. 2562329С2 Российская Федерация, МПК F23D 14/20. Факельная установка бездымная Парфенова [Текст] / Парфенов Л.Н.; заявл. Парфенов Л.Н. – 2012122574/06; заявл. 01.06.2012; опубл. 10.09.2015 Бюл. № 25.

*Климентова Галина Юрьевна – доцент. ФГБОУ ВО «КНИТУ», кафедра «Технология основного органического нефтехимического синтеза», тел. +79178991022. e-mail: klimentova.galin@mail.ru*

# ECOLOGIZATION OF PETROCHEMICAL PRODUCTIONS

G.Yu. Klimentova

Kazan National Research Technological University

In light of the deteriorating environmental conditions, requirements are established to minimize discharges and utilize hazardous waste from enterprises to reduce the negative impact on the environment. The petrochemical industry can be attributed to one of the largest sources of pollution. The volume of emissions from enterprises depends not only on the capacity of technological equipment, its quality, but also on wastewater treatment systems, waste gases and waste disposal systems. Each enterprise emits substances into the environment that are the "imprint" of this production. While maintaining the basic composition of pollutants in emissions and wastewater, this set of components remains practically the same. The increase in production capacity also leads to an increase in the amount of industrial waste that is dangerous to the environment. Many petrochemical enterprises develop and implement measures aimed at improving the environmental friendliness of production, which is in line with the strategy of sustainable development. At the same time, it is planned not only to modernize and improve technological processes, to introduce waste-free and resource-saving technologies, but also to use modern methods of minimizing discharges. In this article, using the example of large-scale production of phenol and acetone, ethylene, fat-processing production, possible emissions that pollute the air and water basins are considered. An overview of studies aimed at the isolation of valuable components of pollution and their return to the technological cycle or utilization, with the receipt of target products for further use, is given. Methods are considered, the introduction of which will increase the degree of purification of gaseous emissions and wastewater from technological installations, and will lead to an improvement in the environmental situation.

*Key words: petrochemical production, technology, emissions, purification, ecology.*

## REFERENCES

1. Problems of supplying the population with quality drinking water. Scientific and methodological seminar of the Analytical Management of the Staff of the Council of the Federation. // Analytical Bulletin. - 2019. - No. 13. - P.5-27.
2. Pat. 2142326 Russian Federation, IPC B01D 53/04, B01D 53/72. Method of purification of off-gases from the cumene oxidation process [Text] / Zakoshansky V.M. ; applicant and patent holder V. Zakoshansky - No. 97118276/12; declared 03.11.1997, publ. 10.12.1999.- Electronic data - Access from the website of FGBU FIPS.
3. Pat. 2129905 Russian Federation, IPC B01D53 / 04, B01D53 / 72 Method of purification of off-gases from the cumene oxidation process [Text] / Zakoshanskiy V.M., Vasilyeva I.I. ; applicant and patentee Zakoshanskiy V.M. - No. 93053704/25, app. 01.12.1993, publ. 10.05.1999.- Electronic data - Access from the website of the Federal State Budgetary Institution FIPS.
4. E.I. Musina. Study of the adsorption capacity of polymer resins for isopropylbenzene / E.I. Musina, E.V. Maryanina, E.E. Bobreshova, Ch.B. Medvedeva, V.N. Kudryashov // Materials of the scientific conference "Prospects for the development of chemical processing of fossil fuels" Materials are published in the author's edition; / Technical editor 3. E. Markova. Educational edition - SPb: KHIMIZDAT, 2006 - 207p.
5. Pat. 2300412 Russian Federation, IPC B01D 53/14, C07C 15/085. Method of purification of off-gases from oxidation of cumene [Text] / Afonin AV, Ramazanov KR, Khanin AV; applicant and patentee of OOO Saratovorgsintez - No. 2005127311/15; declared 30.08.2005, publ. 10.06.2007.- Electronic data - Access from the website of the Federal State Budgetary Institution FIPS.
6. Pat. 2640781 Russian Federation, IPC B01D 53/00, F25J 3/00, C07C 15/085. Method of purification of exhaust gases from oxidation of isopropylbenzene [Text] / Nesterova T.N., Vostrikov S.V., Mazurin O.A. ; applicant and patentee Samara State Technical University - No. 2016132741; declared 08.08.2016, publ. 11.01.2018.- Electronic data - Access from the website of the Federal State Budgetary Institution FIPS.
7. Pat. 2216508 Russian Federation, MPK7: C01B 17/94, C01F 7/74. A method for recycling sulfuric acid from waste nitration mixtures. [Text] / Kutsak V.S., Timin K.I. -No.2001106796 / 12; declared 03/13/2001, publ. 27.05.2003.- Electronic data - Access from the website of the Federal State Budgetary Institution FIPS.
8. John W. Fulmer and etc. , «Removal and neutralization of acid catalyst from products of cumene hydroperoxide cleavage Inventor» U.S. Patent 5510543 A, April 23, 1996.
9. Werner Pompetzki, Otto Gerlich, «Verfahren zur Entfernung von organischen und/oder anorganischen Säuren aus Spaltproduktphasen», DE Patent 19900387, July 13, 2000.
10. Pat. 2081103 Russian Federation, MPK8 A 01 M 1/14. The method of obtaining structured phenolic resin from wastes of phenol and acetone production by the cumene method [Text] / Sangalov YA, Katsyutsevich EV, Ilyasova AI, Musin MA, Fedoseev FG; applicant and patentee Sangalov YA, Katsyutsevich EV, Ilya-sova AI, Musin MA, - No. 208113/14; publ. 03/20/2013
11. Pat. 2655127 Russian Federation, IPC B01D 53/00. Method of cleaning flue gases from nitrogen oxides and dust [Text] / Uvarov VA, Staroverov SV, Yudin AI; Patent holder Belgorod State Technological University named after V.I. V.G. Shukhov - No. 2017146923; declared 12/28/17; publ. 05/23/18, Bul. No. 15. - 4 p.
12. Patent 2292939 Russian Federation, IPC B01D53 / 60. Method of cleaning exhaust flue gases from toxic oxides [Text] / Vishnetskaya M.V., Zavorotny V.A. and etc.; patentee of the Russian State University of Oil and Gas. THEM. Gubkin - No. 2005122743/15; declared 07/18/05; publ. 02.10.07, Bul. No. 4.
13. Pat. 2676642 Russian Federation, IPC B01D 53/02. Method for complex cleaning of flue gases [Text] / Tkachenko I.G.), Shablya S.G., Tvardievich S.V., etc. ; Patent holder of OOO Gazprom transgaz Krasnodar - No. 2018104414; declared 05.02. eighteen; publ. 01/09/19, Bul. No. 1.
14. Pat. 2377056 Russian Federation, IPC B01D 53/34. Method of cleaning flue gases from acidic components [Text] / Belinsky BI, Gorbunov IV, Berdnikov VM. and etc.; patentee of Gazprom VNIIGAZ LLC, Gazprom Dobycha Astrakhan LLC - No. 2005127905/15; declared 07.09. 05; publ. 27.12.09, Bul. No. 36.
15. Pat. 2223299 Russian Federation, IPC C10C1 / 04. Methods for the preparation and disposal of heavy pyrolysis resin. [Text] / Sharifullin VN, Kudryashov VN, Fayzrakhmanov NN, Sharifullin AV; patent holder Kazan OJSC "Organic synthesis" - No. 2002104722/04; declared 02.21.02; publ. 10.02.04, Bul. No. 4.

16. Pat. 2278143 of the Russian Federation, IPC C10G7 / 00, C07C7 / 04. Method of processing and disposal of light pyrolysis resin. [Text] / Kruchinin AS, Fayzrakhmanov NN; patent holder LLC SINTEZKHIMINVEST - No. 2005102254/04; declared 01/31/05; publ. 06.20.06, Bul. No. 17.
17. Pat. 2334175 Russian Federation, MPK8 F 24 F 13/00. Induction air purifier [Text] / E.P. Sheludyakov; patent holder E.P. Sheludyakov - No. 2007114263/06; declared 04.16.07; publ. 09.20.08, Bul. No. 26. - 5 p.
18. Pat. 2521385 Russian Federation, MPK8 B 01 J 8/40. A device for neutralizing gases [Text] / Sverd-lik GI, Tryapitsyn IV; patent holder North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (SKGMI) (GTU) - No. 2013103118/05; declared 01/23/13; publ. 06/27/14, Bul. No. 18. - 5 p.
19. Pat. 2453337 Russian Federation, MPK8 B 03 C 3/02. Gas-discharge unit of the gas purification unit [Text] / Steglenko A.V. ; applicant Steglenko Alexander Ladimovich - no. 2009108044/03; declared 03/06/09; publ. 06/20/12, Bul. No. 17. - 4 p.
20. Pat. 2453337 Russian Federation, MPK8 B 03 C 3/02. Gas-discharge unit of the gas purification unit [Text] / Steglenko A.V. ; patent holder Steglenko Alexander Ladimovich - No. 2009108044/03; declared 03/06/09; publ. 06/20/12, Bul. No. 17. - 4 p.
21. Pat. 2150989 Russian Federation, MPK8 B 01 D 53/44. Method for cleaning gas emissions from acrolein [Text] / VN Alikin, GE Kuzmitsky, SV Chernyshova, Yu.A. Ostashevsky; patentee Plant im. CM. Ki-rova. - No. 99100147/12; declared 01/05/1999; publ. 06/20/2000, Bul. No. 17. - 7 p.
22. Pat. 2431608 Russian Federation, IPC C02F1 / 40. Method for removing oil and oil products from wastewater [Text] / Shishlo G. V; patent holder Shishlo G. V. - No. 2009125066/05 \$ app. 06/30/2009; publ. 20.10.2011, Bul. No. 29.
23. Pat. 2161595 Russian Federation, IPC C02F 3/34. Biotechnological method of wastewater treatment from edible oils and fats [Text] / Murzakov BG, Zaikina A.I., Zobnina V.P., etc. ; patentee of the Russian-Japanese company CJSC Biotech-Japan. - 98103932/13 app. 03.03.1998., Publ. 01.10.2001, Bul. # 1.
24. Pat. 2660196 Russian Federation, IPC C12N 1/20. Biological product for wastewater treatment from oil and fat pollution [Text] / Zabelin VA, Alekseev A.Yu, Shestopalov AM; patent holder Biooil LLC. - No. 2017116942 App. 05/15/2017., Publ. 07/05/2018, Bul. No. 19.
25. Pat. 2142420 Russian Federation, MPK8 C 02 F 1/24. Method for cleaning soapy liquor [Text] /. Sukharev Yu.I., Gofman V.R., Abdrashitov R.R. and etc.; applicant of closed type JSC "Institute of Chemical Problems of Industrial Ecology AEN" - No. 98112896/12; declared 06/30/98; publ. 10.12.99, Bul. No. 34. - 4 p.
- 26.. Pat. 2289755 Russian Federation, IPC F23 D14 / 20. Method of smokeless combustion of gases in a flare installation [Text] / Parfenov L. N. ; applicant Parfenov L. N. - No. 2005110256/06; application 08.04.05; publ. 12.12.06, Bul. No. 35.
27. Pat. 2562329S2 Russian Federation, IPC F23D 14/20. Smokeless flare installation Parfenova [Text] / Parfenov LN; application Parfenov L.N. - 2012122574/06; declared 06/01/2012; publ. 09/10/201

*Klimentova Galina Yuryevna - associate professor. Kazan National Research Technological University, department "Technology of basic organic petrochemical synthesis", cal. +7 9178991022. e-mail: klimentova.galin@mail.ru*