6. Tekla Structures 2017 Справочник атрибутов шаблонов © 2017 Trimble
7. Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Зобова А.Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №5. С. 171-181.
8. Zubin Khabazi. Generative algorithms using grasshopper; Journal, Morphogenesim. 2010. С. 48.
9. Xudong Wang. Rhinoceros parametric design and architecture; China, Information and computer. 2014.
10. Ying Wei, Haitao Zhao. Parametric design based on Rhino construction; China, Steel construction. 2014. С. 181.

Ларионов П.Д., Рязанцева А.В., Усанова О.Ю.
Очистка отходящих газов от оксидов азота и серы

*Московский политехнический университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-01-2022-14

Аннотация

В этой обзорной статье анализируются данные отечественной научной литературы за последние пять лет об основных методах, способах и оборудовании для одновременного улавливания оксидов азота и оксидов серы на ТЭС.

Ключевые слова: оксид серы, оксид азота, адсорбенты, скрубберы, выбросы в атмосферу, улавливание оксидов.

Abstract

This review article analyzes the data of the domestic scientific literature over the past five years on the main methods, methods and equipment for simultaneous capture of nitrogen oxides and sulfur oxides at thermal power plants.

Keywords: sulfur oxide, nitric oxide, adsorbents, scrubbers, emissions into the atmosphere, capture of oxides.

Атмосферный воздух это одна из самых важных природных сред, обеспечивающих жизнь всему живому [1].

Он состоит из смеси различных газов и аэрозолей в приземном слое атмосферы.

В настоящее время в экологической ситуации в России происходит деградация окружающей природной среды. Обильное попадание в атмосферу загрязняющих веществ, вызывает нарушение её функций [2].

Интенсивность загрязнения атмосферного воздуха по регионам России, также зависит от таких факторов как урбанизированность региона, от промышленности региона, от применяемых технологий на производстве [3].

В настоящий момент, одним из приоритетных факторов в вопросе экологии атмосферного воздуха является, воздействие его на здоровье человека [4].

Основные загрязняющие вещества попадают в атмосферу в результате сжигания различных по структуре органических топлив, таких как, природный газ, уголь, нефть и другие, в результате работы различных теплоэнергетических установок, работы двигателей автомобильного, судоходного и авиационного транспорта, а также при различных технологических процессах производства [5-8].

Комплексное решение задач на предприятиях строительной индустрии позволит обеспечить высокую эффективность очистки воздуха и защиту атмосферы.

В результате создания и внедрения технологических процессов и оборудования, отвечающих требованиям научно-технического прогресса, а также ввода в действие новых эффективных материалов, достигается значительное сокращение вредных выбросов предприятиями промышленной индустрии.

При условии газоочистки в промышленности улавливание таких газов как оксид и диоксид азота является незначительным, более часто газоочистку от таких компонентов проводят в пищевом производстве, медицине и ряде других условий [2].

Диоксид азота является, одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды он образуется, при сжигании углеводородного топлива.

Диоксид азота при контакте с атмосферными осадками провоцирует образование азотной кислоты.

Существуют различные методы очистки дымовых газов от оксида и диоксида азота. Улавливание диоксида азота в большей степени происходит селективно, поэтому большую актуальность в настоящее время приобретает комплексная газоочистка [3].

Наиболее эффективными аппаратами являются мокрые насадочные скрубберы. Сорбционная очистка основана на применении технических средств, в которых присутствует жидкий или твердый поглотитель загрязнителя.

В зависимости от механизма поглощения различают две разновидности процесса (рис. 1).

Рисунок 1. Разновидности процесса сорбции

Если молекулярные силы, лежащие в основе адсорбции, не изменяют молекулярные свойства улавливаемого загрязнителя (адсорбента), адсорбцию называют физической [9].

Абсорбция жидким поглотителем. В процессах газоочистки абсорбция применяется для удаления водорастворимых газообразных загрязнителей (например, NO, SO, NO₂, SO₂) из отходящих газов. При выборе технологии очистки необходимо, прежде всего, учитывать растворимость конкретного загрязнителя в воде: если вещество достаточно трудно растворяется либо необходимо улавливать несколько газообразных загрязнителей следует регулировать pH поглотителя. В качестве примера рассмотрим эту особенность при необходимости очистки газов, содержащих диоксиды серы и углерода [5].

Диоксид серы SO₂ характерен низкой растворимостью, в связи с чем необходимо применять щелочную абсорбирующую жидкость, что позволяет нейтрализовать SO₂ в жидкой пленке поглотителя, снизить давление диоксида серы и увеличить абсорбцию. В то же время диоксид серы чаще всего является продуктом сгорания и, следовательно, наряду с SO₂ газы содержат и диоксид углерода, т.е. загрязнитель газов является комплексным. В этом случае применение сильно щелочных растворов (pH > 9) благоприятствует абсорбции SO₂, но одновременно абсорбируются и большие количества CO₂. Очистка газов от этих загрязнителей будет эффективна, но при этом повышается расход щелочи и твердых реагентов [6].

В связи с этим величина pH абсорбирующей жидкости должна быть в пределах 8,0 – 8,5, а для поддержания в отработанной жидкости pH 7 (по условиям ее очистки) обеспечивают регулирование отношения скоростей газового потока и поглотителя. Максимальная величина движущей силы абсорбции достигается при встречном направлении потоков газа и поглотителя в аппарате очистки [5].

Исключительную важность имеет предварительная очистка газов, подвергаемых абсорбции жидкими поглотителями, от твердых загрязнителей и соблюдение температурного режима процесса для исключения трансформации загрязнителей, образующих твердые частицы при конденсации [6].

Основным аппаратом абсорбционной мокрой очистки газов от химических загрязнителей является форсуночный скруббер-абсорбер.

В данном аппарате обеспечивается нормальное давление жидкости, что существенно упрощает отвод поглотителя с растворенным загрязнителем [5].

Наличие гидрозатвора, в котором уровень воды уравнивает давление газа в скруббере, обеспечивает безопасный отвод загрязненного поглотителя [7].

Широкое применение находят скрубберы повышенного давления, позволяющие регулировать давление паров очищаемых газов с учетом абсорбционных свойств загрязнителя [6].

Представленные выше аппараты в отечественной практике часто называют полыми скрубберами, а за рубежом – распиливающими колоннами. Основной технологической особенностью абсорберов является непосредственный контакт очищаемого газа с жидким поглотителем, который диспергирован с образованием мелких капель или пленок. Контактующий жидкий поглотитель непрерывно обновляется, в связи с чем массоперенос возрастает, а движущая сила абсорбции поддерживается на высоком уровне. Одним из основных технологических показателей является плотность орошения – количество поглотителя (м^3), подаваемого на 1 м^2 сечения скруббера за 1 час [8].

В связи с тем, что ряд поглотителей в процессе абсорбции склонен к образованию накипи и распыление его ухудшается при засорении форсунок, применяются также аппараты без форсуночного типа – насадочные колонны с отражателями, центробежные абсорберы и ряд других аппаратов специальной конструкции [3].

Сравнительно недавно появилась разработка еще одного аппарата абсорбционной мокрой очистки газов от химических загрязнителей – дезинтегратора-абсорбера (рис. 2).

Рисунок 2. Дезинтегратор-абсорбер

Дезинтегратор-абсорбер обладает высокой эффективностью и низкими капитальными и эксплуатационными затратами, а также минимальными габаритными размерами [10, 11, 12, 13, 14].

Адсорбция твердым поглотителем. Поглощение газообразных загрязнителей твердыми адсорбентами характерно более низкой эффективностью по сравнению с абсорбцией жидкими поглотителями, однако твердые адсорбенты в виде оксидов или сульфидов металлов находят применение при очистке газов от некоторых загрязнителей.

Использование в качестве насадки скруббера гранулированного оксида железа Fe_2O_3 позволяет удалять сероводород H_2S ; при этом оксид сульфидируется и при обработке воздухом регенерируется для повторной загрузки в аппарат [15].

Перечень применяемых в настоящее время твердых поглотителей оксидов азота довольно разнообразен, но в большей степени большинство сорбентов изготавливается на основании цеолита и активированного угля.

Монооксид азота характеризуется тем, что его сорбция активированным углем проходит довольно слабо, даже в условиях высокого парциального давления. Что характерно диоксида азота, то активированный уголь характеризуется высокой степенью адсорбции, степень адсорбции может снижаться вследствие повышения влажности среды [15].

Так же большой интерес отмечен при использовании природных адсорбентов при очистке от монооксида азота.

На обезвреживание газовых составляющих, содержащих монооксид азота, в настоящее время используют органические полимеры. В качестве примера, полимерных материалов можно отметить твердый экстрагент который включающий стирол, дивинилбензол [16].

Твердый экстрагент, практически не содержащий воду, с достаточной скоростью поглощает высшие оксиды азота, а его емкость зависит от парциального давления NO_x . При использовании влажного ТВЭКС эффективность сорбции повышается.

Это говорит о том, что в настоящее время существенно возрос интерес исследователей к изучению новых сорбционных материалов.

Адсорбционные методы очистки газов от оксидов азота могут быть применены в основном для небольших по объему предварительно обеспыленных газовых выбросов, содержащих низкие концентрации NO_x .

Адсорбционная очистка газов классифицируется в зависимости от характера изменения валентности азота в начальных и конечных продуктах как окислительные или восстановительные. В разных процессах могут применяться адсорбенты на основе комплексобразующих соединений [6].

Основные недостатки методов очистки, во-первых, цикличность, а во-вторых – это регенерация, с дальнейшей утилизацией. Широкое внедрение адсорбционных методов в промышленность осложняется и тем, что адсорбент поглощает, не только примеси, но и влагу. Один из основных факторов который говорит о проблематичности методов адсорбции, это то, что адсорбент поглощает, не только примеси, но и газы.

Поглощающее вещество – сорбент в технологиях газоочистки может быть представлен тремя основными разновидностями материалов: активированным углем; простыми или сложными оксидами; импрегнированными сорбентами. Последняя разновидность отличается тем, что сорбент предварительно пропитывается растворами химических реагентов либо катализаторами [9].

Наиболее полно применяемые разновидности поглощающих материалов и их технологические характеристики описаны в работе [3]; основные аспекты проблемы представлены ниже.

Активированный уголь является эффективным адсорбентом органических соединений из газов, содержащих влагу в количестве более 50 г/м^3 . Основным достоинством этого адсорбента является очистка влажных газовых потоков.

Так как уголь характерен отсутствием электрического межмолекулярного градиента, отсутствует и градиент потенциалов, обеспечивающих притяжение и ориентирование на угле полярных молекул загрязнителя более эффективно, чем неполярных.

Однако наличие влаги в газе повышает селективность данного адсорбента в отношении различных органических загрязнителей, поскольку взаимное притяжение полярных молекул воды весьма велико, как и велико притяжение молекул воды к поверхности нейтрального угля, причем часть воды обязательно адсорбируется [3].

Оксидные адсорбенты являются полярными, в связи с чем по отношению к полярным молекулам загрязнителей их селективность существенно выше, чем у угля; наличие влаги в газе в этом случае приводит к адсорбции собственно воды, а не газообразного загрязнителя.

При небольших объемах очищаемых газов применяются сменные контейнеры, заполненные гранулированным или порошкообразным в гильзах активированным углем.

Тонкослойные адсорберы имеют наименьшую производительность по газу, в связи, с чем отвод тепла при адсорбции не имеет принципиального значения.

1. Резчиков Е.А., Рязанцева А.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник / Москва, 2021. Сер. 76 Высшее образование (2-е изд., пер. и доп.). – 639 с.
2. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/ К.Ф. Павлов., П.Г. Романков, А.А. Носков – М.: «РусМедиаКонсалт», 2015. – 576 с.
3. Приборы и средства автоматизации. Каталог. – М.: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ. – 2015. – Т.2. – Приборы для измерения давления, перепада давления и разряжения. – С. 41.
4. Рязанцева А.В., Лукашина Г.В. Глобальное изменение климата. Учебно-методическое пособие / Москва, 2008. – 76 с.
5. Приборы и средства автоматизации. Каталог. – М.: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ. – 2015. – Т.4. – Приборы для измерения и регулирования уровня жидкости и сыпучих материалов. – С. 55.
6. Приборы и средства автоматизации. Каталог. – М.: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ. – 2015. – Т.5. – Приборы для определения состава и свойств газа, жидкости, твердых и сыпучих веществ. – С. 81.
7. Техника и технология защиты воздушной среды: учебное пособие для вузов /В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др. – М.: Высшая школа, 2016 – 390 с.
8. Швыдкий В.С. Очистка газов: Справочное издание / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. М.: Теплоэнергетик, 2016. – 640 с.
9. Приборы и средства автоматизации. Каталог. – М.: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ. – 2015. – Т.3. – Приборы для измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и учета тепловой энергии. – С. 44.
10. Лапшина А.В., Гуюмджян П.П., Лапшин В.Б. Устройство для улавливания пыли и вредных газов. Патент на изобретение RU 2201279 C2, 27.03.2003. Заявка № 2000114626/12 от 08.06.2000&
11. Рязанцева А.В. Использование дезинтеграторной технологии для интенсификации процессов в гетерогенных системах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иваново, 2003.
12. Лапшин В.Б., Колобов М.Ю., Колобова В.В., Рязанцева А.В. Применение дезинтегратора в различных технологиях. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2004. Т. 47. № 8. С. 71-75.
13. Основные пути и методы снижения выбросов оксидов азота. Вершинин Н.В., Шкорботов А.В., Рязанцева А.В. Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-2. С. 134-136.
14. Очистки дымовых газов от оксидов серы. Аминев Д.Д., Орехов В.Н., Трифонов М.Б., Янтурин Д.Н., Рязанцева А.В. Тенденции развития науки и образования. 2021. № 72-7. С. 72-76.
15. Процессы и аппараты защиты атмосферы / Практикум. В.В. Коростовенко, В.А. Стрекалова. КГАЦМиЗ. Красноярск, 2016. – 141 с.
16. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. – М.: Химия, КолосС, 2017. – 392 с.

Трусова Е.В.

Особенности производства и ремонта пресс-форм для производства изделий пластмасс

*Курский государственный университет
(Россия, Курск)*

doi: 10.18411/trnio-01-2022-15

Аннотация

В статье основные принципы и этапы создания пресс-формы для литья пластмасс. Описываются современные технологии производства пресс-форм позволяющие выполнять