

Салохиддинов Ф.А.

преподаватель кафедры

«Технологические машины и оборудования»

Каршинский государственный технический университет

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЩЕЛОЧНОЙ КОЛОННЫ ОЧИСТКИ ПИРОГАЗА

Аннотация: Статья посвящена анализу технологического процесса щелочной очистки пирогаза. Рассмотрены конструктивные исполнение и технологические особенности эксплуатации колонны щелочной очистки, а также перспективы интенсификации процесса.

Ключевые слова: пирогаз, щелочная очистка, абсорбция, CO₂, H₂S, NaOH.

Salokhiddinov F.A.

Lecturer of the Department

"Technological Machines and Equipment"

Karshi State Technical University

ANALYSIS OF KEY PERFORMANCE INDICATORS OF THE ALKALINE COLUMN FOR PYROLYSIS GAS PURIFICATION

Abstract: The article is devoted to the analysis of the technological process of alkaline purification of pyrolysis gas. The structural design and technological features of the operation of the alkaline purification column are examined, along with the prospects for process intensification.

Keywords: pyrolysis gas, alkaline purification, absorption, CO₂, H₂S, NaOH

Пирогаз содержит смесь горючих газов и вредных примесей. Их удаление необходимо для повышения качества топлива и снижения вредных выбросов. Наиболее эффективным методом является щелочная очистка, основанная на реакциях нейтрализации.

Щелочная колонна является основным элементом установки очистки пирогаза, в которой происходит контакт газовой и жидкой фазы с целью

удаления кислотных примесей. Эффективная эксплуатация этого оборудования требует соблюдения ряда условий и учета эксплуатационных рисков.

Щелочная колонна представляет собой аппарат колонного типа, предназначенный для химической абсорбции кислотных примесей (CO_2 , H_2S) из пирогаза с помощью щелочных растворов (NaOH , KOH). Конструктивное исполнение колонны оказывает решающее влияние на эффективность процесса, удобство обслуживания и срок службы оборудования.

Стандартная щелочная колонна имеет вертикальную цилиндрическую форму, высота которой в 5–10 раз превышает диаметр. Оптимальное соотношение высоты к диаметру (H/D) зависит от интенсивности массообмена и состава газа. Диаметр подбирается исходя из требуемой пропускной способности, а высота – с учётом количества насадок и зон контакта.

Корпус колонны и её внутренние элементы (распределители жидкости, насадка, каплеуловители) должны быть выполнены из коррозионностойких материалов: нержавеющей стали (марки 12X18H10T, AISI 316), сплавов с молибденом, либо иметь антикоррозионные покрытия (фторопласт, эпоксидные смолы). Это обусловлено агрессивной средой, содержащей H_2S , CO_2 и щёлочь.

Поддержание стабильного режима абсорбции требует:

- равномерного распределения газа и жидкости по сечению колонны;
- поддержания заданной температуры (оптимально: 40–55 °С)
- регулирования скорости подачи щелочного раствора (например, 2–4 м³/ч на 1000 м³/ч пирогаза);
- контроля уровня пены и предотвращения её выброса за пределы колонны.

В практике применяются:

- насадочные колонны, содержащие керамические, металлические или пластиковые насадки (Pall, Berl saddles), которые обеспечивают развитую поверхность контакта;

- тарельчатые колонны, позволяющие гибко регулировать гидравлический режим и использовать пенное движение жидкости.

Выбор конструкции зависит от производительности установки, состава пирогаза и условий регенерации щёлочи.

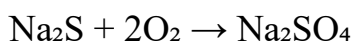
Ведение процесса очистки пирогаза в колонне щелочной очистки осуществляется регулированием следующих параметров работы колонны:

- скорость циркуляции раствора едкой щелочи;
- объём подпитки свежего раствора щелочи;
- объём подпитки воды разбавления;
- рабочая температура в колонне;
- удаление образовавшегося «желтого масла».

Эффективность и надёжность процесса щелочной очистки пирогаза напрямую зависят от правильной эксплуатации оборудования, качества реагентов и соблюдения технологических режимов. Рассмотрим ключевые эксплуатационные особенности:

В процессе работы растворы щёлочей насыщаются продуктами абсорбции -карбонатами и сульфидами натрия. Это приводит к снижению абсорбционной способности, изменению pH и увеличению вязкости раствора. Требуется регулярный контроль химического состава и проведение регенерации или частичной замены щёлочи.

Возможна организация замкнутого цикла с регенерацией щелочного раствора. На практике применяются окислительные или термические методы для восстановления щёлочи. Пример реакции регенерации с кислородом:



Однако эти процессы требуют энергозатрат и специализированного оборудования.

Щёлочь агрессивна к некоторым металлам и уплотнительным материалам. В связи с этим оборудование (реакторы, насосы, трубопроводы) изготавливается из коррозионностойких сплавов (нержавеющая сталь, титан) или с использованием защитных покрытий.

Таблица 1. Условия абсорбции

Параметр	Значение	Примечание
Температура	30–60 °С	Оптимальная зона
Давление	до 0.6 МПа	Рабочее давление
Конц. NaOH	5–15 %	Концентрация раствора

Слишком высокая температура способствует испарению воды из раствора и снижению эффективности абсорбции, а слишком низкая — увеличивает вязкость и затрудняет подачу раствора. Оптимальная рабочая температура составляет 30–60 °С.

На основании проведённого анализа технологических параметров и эксплуатационных характеристик щелочной колонны очистки пирогаза сформулированы следующие научные положения и практические выводы:

Установлено, что степень очистки пирогаза от кислотных компонентов (прежде всего сероводорода и углекислого газа) находится в прямой зависимости от параметров процесса — концентрации щёлочного раствора, температуры и скорости подачи исходного газа. Определены оптимальные диапазоны этих параметров, способствующие достижению высокой эффективности абсорбции.

Показано, что равномерность распределения фаз в рабочем объёме колонны, обеспечиваемая применением эффективных насадочных структур, играет ключевую роль в интенсификации массообменных процессов.

Применение насадок с развитой поверхностью позволяет увеличить зону взаимодействия фаз, что положительно сказывается на глубине очистки.

Проведён сравнительный анализ устойчивости конструкционных материалов колонн. Экспериментально и расчетно подтверждена

целесообразность использования коррозионностойких сталей и специальных полимерных покрытий, обладающих высокой химической инертностью к щелочной среде и продуктам абсорбции.

Установлено, что применение теплообменных устройств для предварительного подогрева пирогаза повышает общую энергоэффективность технологического процесса. Экономический анализ показал снижение удельных энергозатрат до 12–15% при сохранении стабильности эксплуатационных показателей.

Выявлено, что побочные продукты щелочной очистки (сульфиды, бикарбонаты и карбонаты) требуют системного подхода к утилизации или вторичному использованию.

Обоснована необходимость модернизации щелочных колонн путём внедрения автоматизированных систем контроля и управления, включая онлайн-мониторинг уровня pH, температуры и концентрации загрязняющих компонентов в очищенном газе.

Использованные источники:

1. Лихачев С.А. Очистка газов от примесей. – М.: Химия, 2020.
2. Федоров В.Н., Борисов А.Л. Технология пиролиза углеводородов. – СПб.: Наука, 2019.
3. Салохиддинов, Ф. А. (2024). Повышение эффективности процесса в установках пиролиза. Экономика и социум, (6-1 (121)), 1572-1575.
4. Salokhiddinov F. A. Abdirazzokov D. F., Pyrolysis of hydrocarbon feedstock. International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR). ISSN: 2643-9123. Apartment: A7 1625 Parkside Dr. Bowling Green, KY 42101 USA. №5. 2021, Pages: 180-183
5. Салохиддинов, Ф. А. (2023). Основные показатели печей пиролиза в газохимическом отрасли. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, (1-1), 116-121