

## Создание трехступенчатого реактора для производства элементарной серы из сероводорода на нефтеперерабатывающих заводах с использованием 3D-редактора BLENDER

**Разработчик:** Якименко Александр Владимирович, гр. ПН-31  
учащийся Мозырского государственного политехнического колледжа

**Руководитель:** Раевская Людмила Адольфовна, преподаватель спецдисциплин

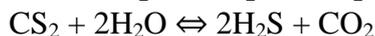
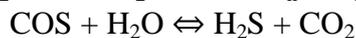
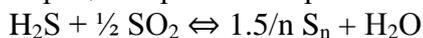
Сероводород, получаемый с гидрогенизационных процессов переработки сернистых и высокосернистых нефтей, газоконденсатов и установок аминной очистки нефтяных газов, используют на НПЗ для производства элементарной серы.

Основные стадии процесса производства серы из технического сероводорода: термическое окисление сероводорода кислородом воздуха с получением серы и диоксида серы; взаимодействие диоксида серы с сероводородом в реакторах, загруженных катализатором. Процесс был изобретен Карлом Фридрихом Клаусом, английским химиком, в 1883 году. Каталитическое окисление сероводорода до серы осуществляется в трехступенчатом реакторе (Рисунок 1).



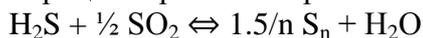
Рисунок 1- Трехступенчатый реактор

В реакторе первой ступени процесс протекает при температуре 270-350°C



Степень извлечения серы до 85-90%

В реакторе второй ступени процесс протекает при температуре 230-270°C



Степень извлечения серы до 96%

В реакторе третьей ступени процесс протекает при температуре 180-220°C

Реакторы рассчитаны на работу при температуре 220–360 °С и избыточном давлении 0,055 МПа. Выполнены из углеродистых сталей Ст3 сп, Ст20 сп, а также 12X18P10T и 10X17NB142T. Габаритные размеры: диаметр 3,4 м, высота – 4,85 м.

Целью данной работы являлось создание 3D-модели трехступенчатого реактора для технологического процесса производства серы, которая позволяет рассмотреть устройство аппарата для получения серы методом Клауса из сероводородсодержащих

газов на нефтеперерабатывающих заводах. Предназначена для применения на учебных занятиях.

На первом этапе осуществлялось моделирование корпуса (рисунок 2) реактора, который состоит из обечайки, крышек, штуцеров, смотровых окон (рисунок 3,4,5). Вход газа производится через входной патрубков, выход конвертированного газа – через выходной патрубков. Конвертеры оборудованы двумя люками: смотровым и для загрузки катализатора; для выгрузки отработанного катализатора



Рисунок 2- Трехступенчатый реактор

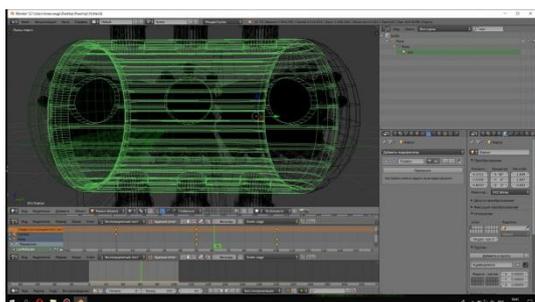


Рисунок 3- Режим редактирования обечайки аппарата

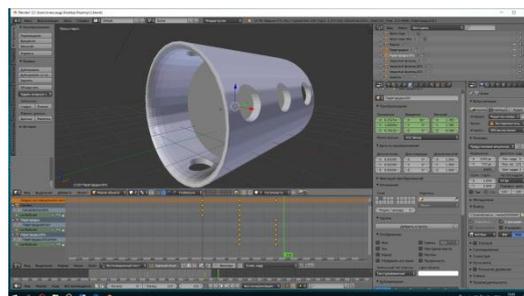


Рисунок 4- Обечайка аппарата

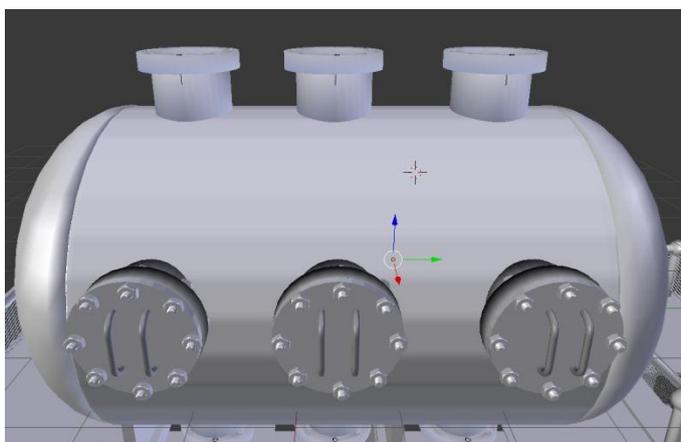


Рисунок 5- Расположение штуцеров, смотровых окон

Внутренняя часть оборудована опорной решеткой (рисунок 5), на которой находится загруженный катализатор (рисунок 6). Температура в слое катализатора

контролируется с помощью термопар с целью своевременного предотвращения самопроизвольного повышения температуры до недопустимой.

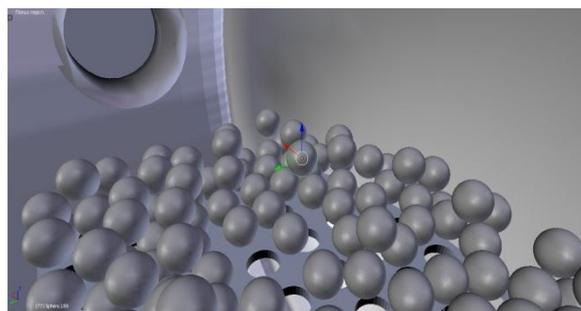
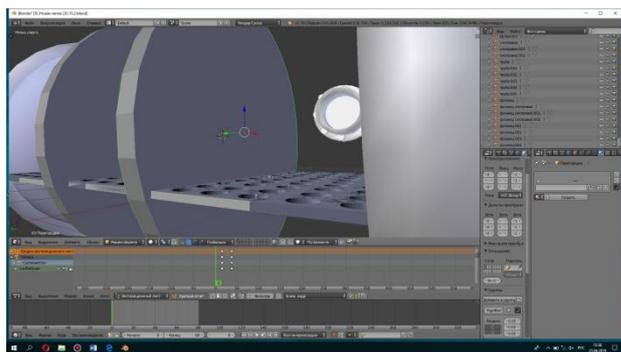


Рисунок 6 - Моделирование опорной решетки Рисунок 7- Размещение катализатора

Ниже слоя катализатора для предотвращения уноса катализатора укладывают слой шаров из оксида алюминия. На него укладывают слой шаров меньшего диаметра. Аналогичные слои насыпаются на верхнюю поверхность катализатора для более равномерного распределения газа по слою. Как правило, используют керамические шары.

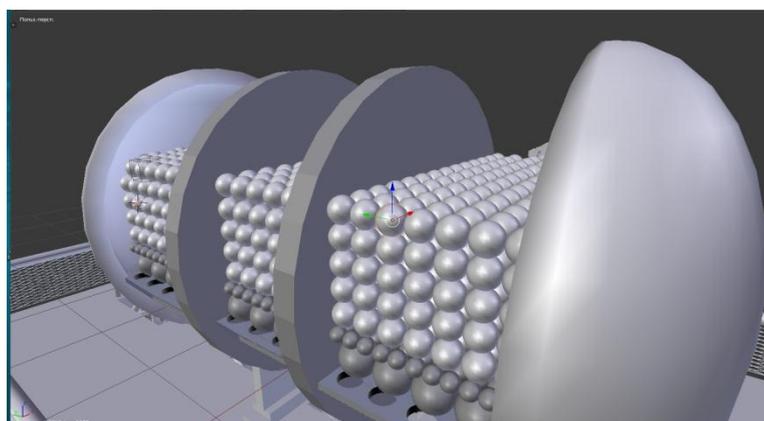


Рисунок 8 – Расположение керамических шаров

В реактор первой ступени загружается титано- и алюмосодержащий катализаторы ( $\text{TiO}_2$   $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) высотой 1,3 м.; В реакторы второй и третьей ступени – титаносодержащий катализатор высотой 1,3 м

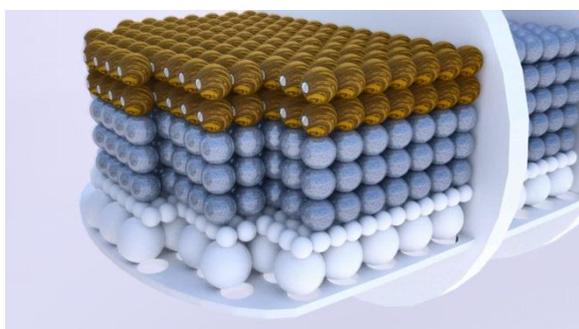


Рисунок 9-Катализаторы первой ступени

Степень извлечения серы до 98%

Наиболее высокая конверсия сероводорода в процессе Клауса до 99,8% (содержание серы в газе на выходе -  $0,05-0,15 \text{ г/м}^3$ , основная часть - в твердом виде) достигается при  $110-120^\circ\text{C}$ .

Следующим этапом является создание анимации движения сероводородсодержащего газа через слой катализатора.

Заключение.

Выполненная модель реактора в 3D-редактора BLENDER более эффективно отражает для восприятия конструкцию и принцип его действия.

Список литературы

1. Технологический регламент установки регенерации моноэтаноламина и производства серы. - Мозырь :ОАО "МНПЗ", 2003.—207с.
2. Дидушинский Я.Н. Основы проектирования каталитических реакторов. - М.: Химия, 1972. - 375с.
3. Огородников С.Н. Справочник нефтехимика. Том 2., - Л.: Химия, 1978. -587с.