

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологический факультет

Кафедра «Газохимия и моделирование химико-технологических процессов»

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА КОРОТКОЦИКЛОВОЙ АДСОРБЦИЕЙ

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
бакалаврская программа «Газохимия»

Выполнил: ст.гр. БТГи-19-01

Регина Рустемовна
Хуснутдинова

Руководитель: доцент, к.т.н.

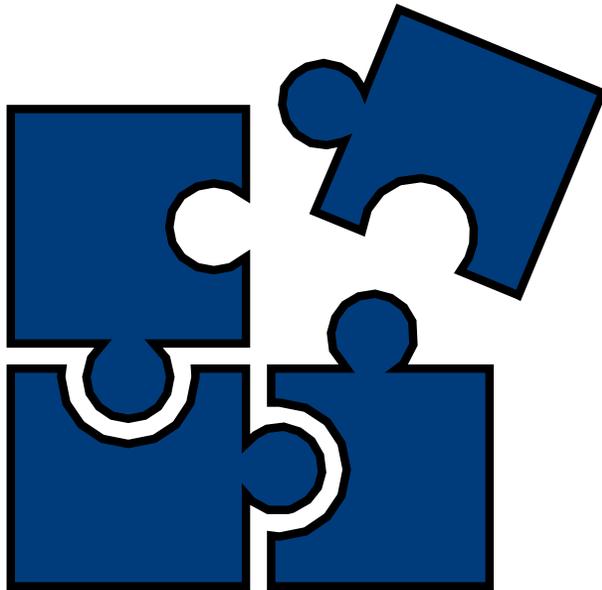
Николай Анатольевич
Руднев

Уфа 2023



- Более безопасное, надежное и выгодное производство водорода методом короткоцикловой адсорбции
- Низкая себестоимость водорода по сравнению с другими методами его получения
- Отсутствие затрат на дополнительный подвод тепла и большое количество электроэнергии
- Технология КЦА предполагает экологически чистое, практически безотходное производство





Изучить влияние технологических параметров и типа адсорбента на процесс для подбора оборудования и разработки установки короткоцикловой адсорбции



провести расчет и моделирование установки в прикладной программе

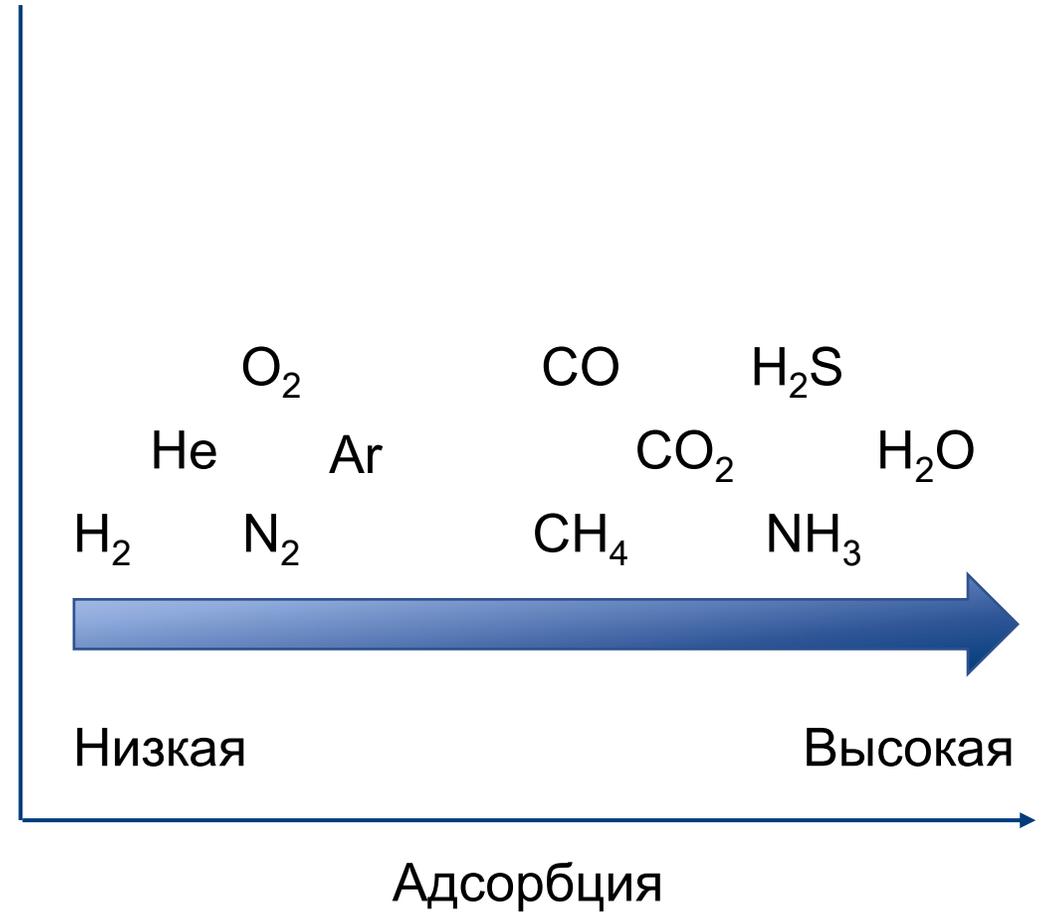
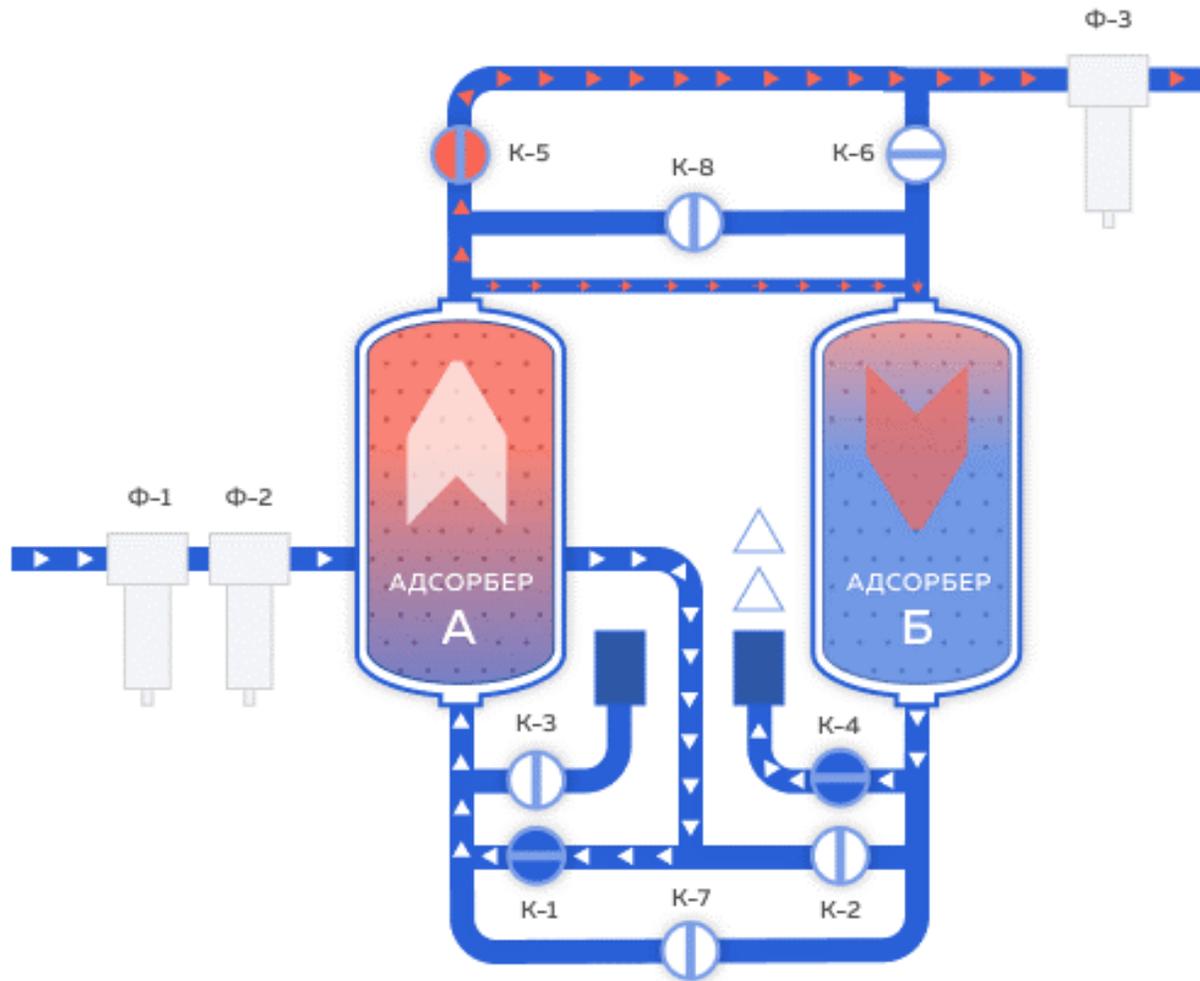


проанализировать влияние различных факторов на основные показатели процесса



разработать бизнес-план и оценить его экономическую эффективность

Короткоцикловая адсорбция



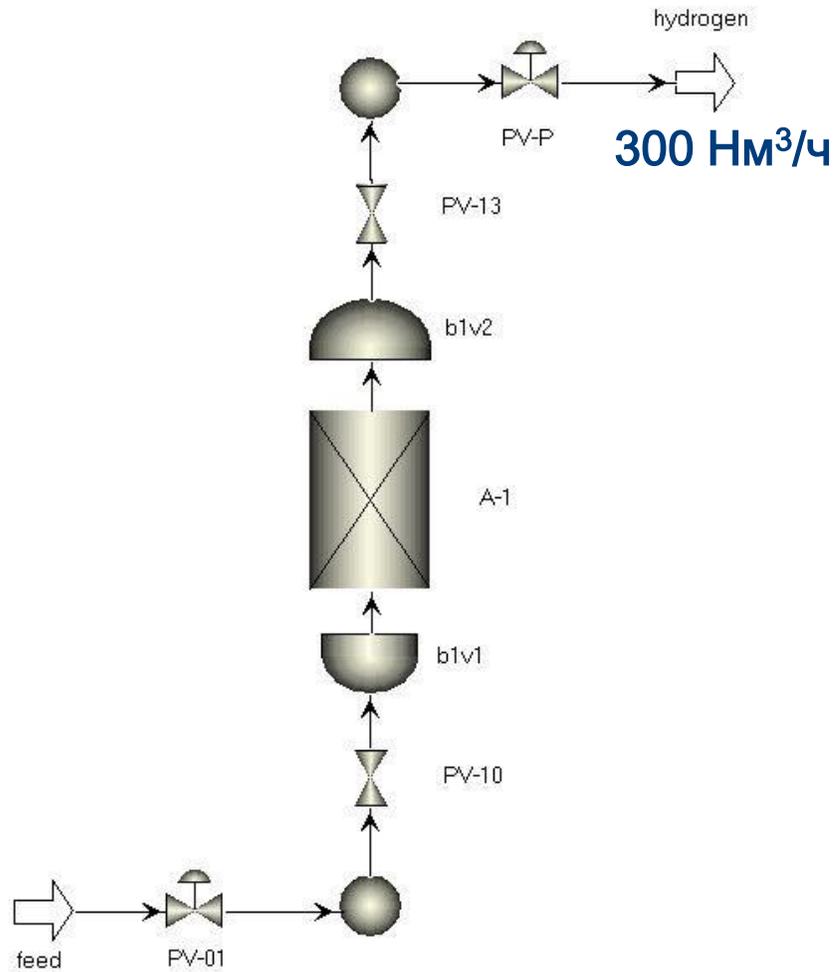
Материальный баланс

6

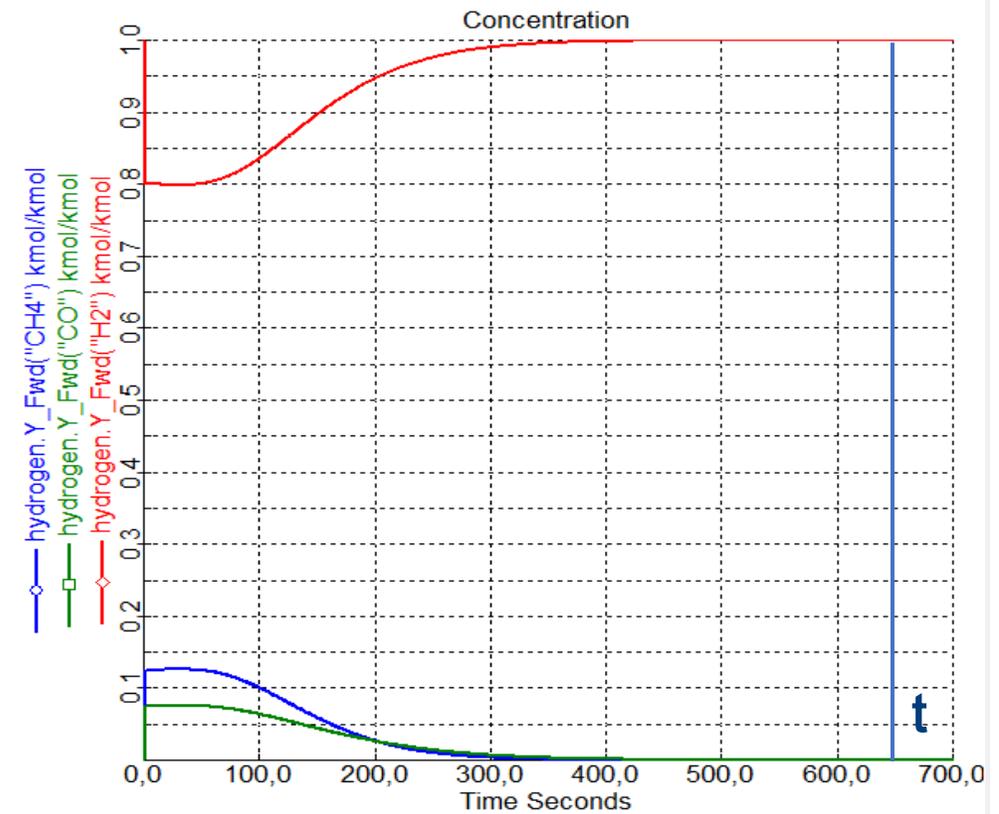
| Приходит на установку | | Уходит с установки | |
|-----------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| Наименование потока | Расход, Нм ³ /ч | Наименование потока | Расход, Нм ³ /ч |
| ВСГ | 536 | Очищенный водород | 300 |
| | | Отдувочный газ | 236 |
| Итого | 536 | Итого | 536 |

Моделирование упрощенной схемы

7



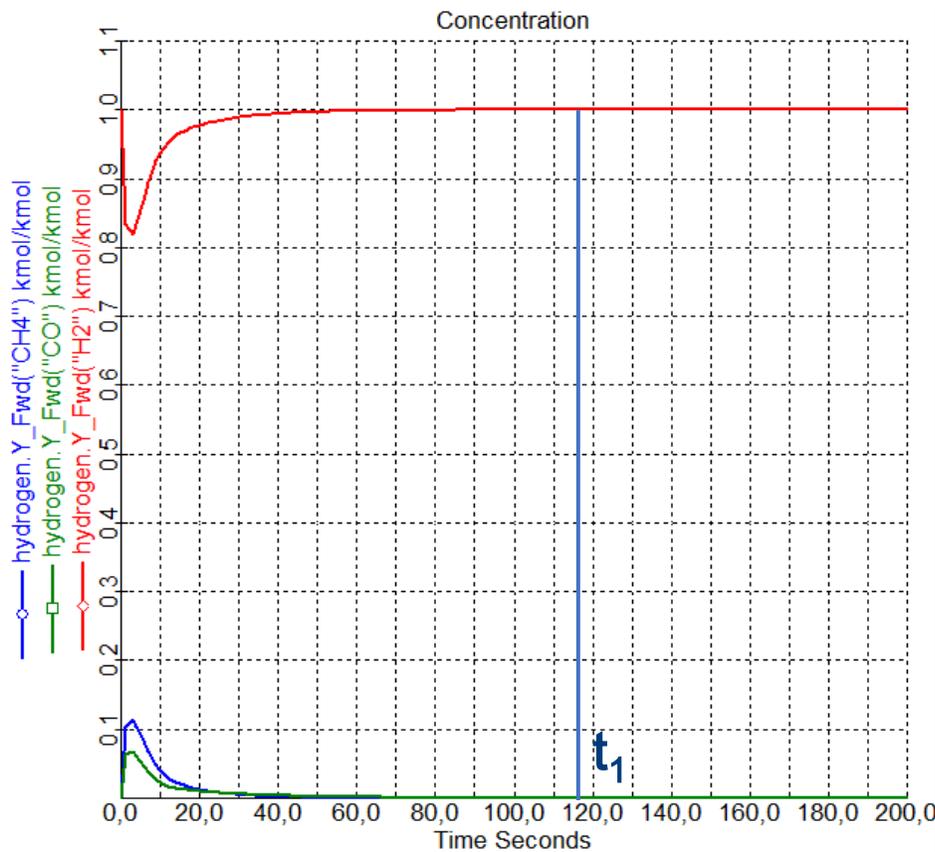
Адсорбция на цеолите
при давлении – 25 бар



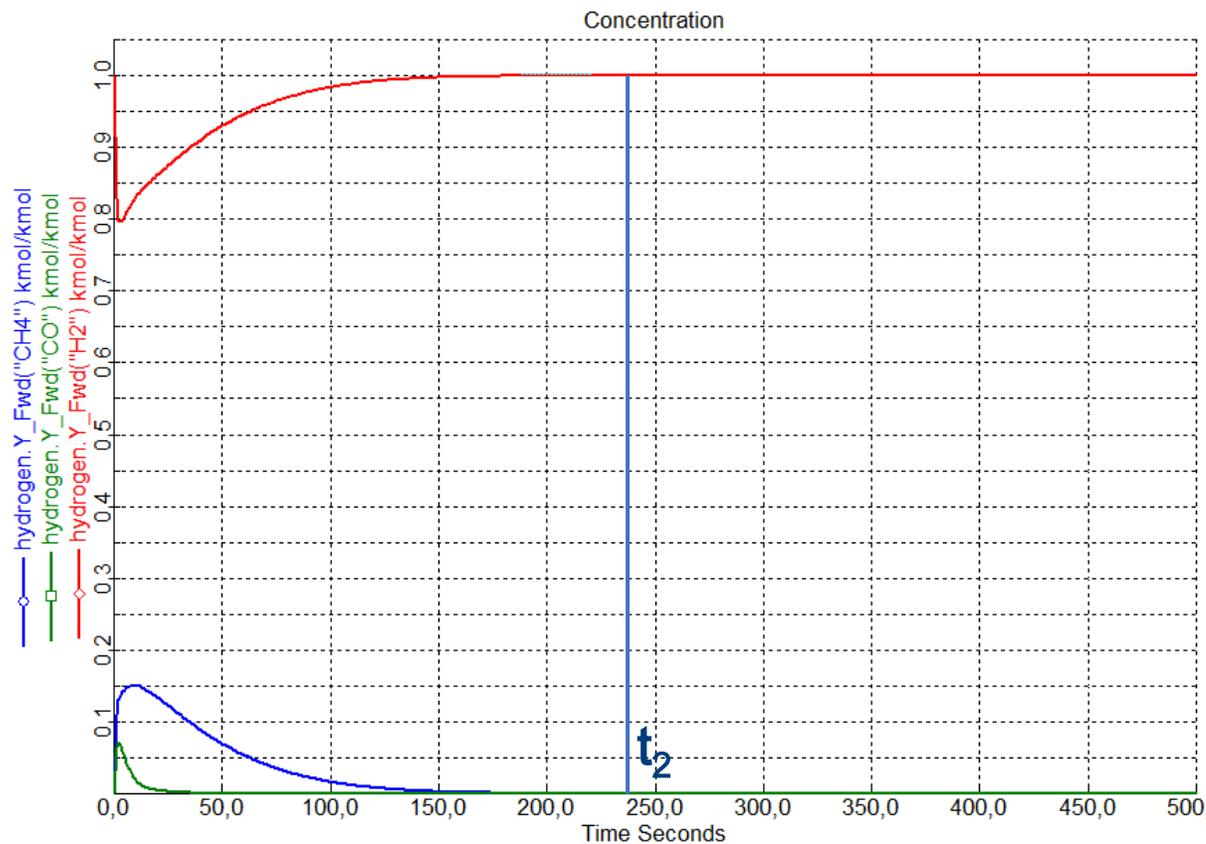
Чистота водорода 99,99% при t = 649 секунд

Влияние адсорбента

1. Адсорбция на цеолите при давлении – 9,8 бар



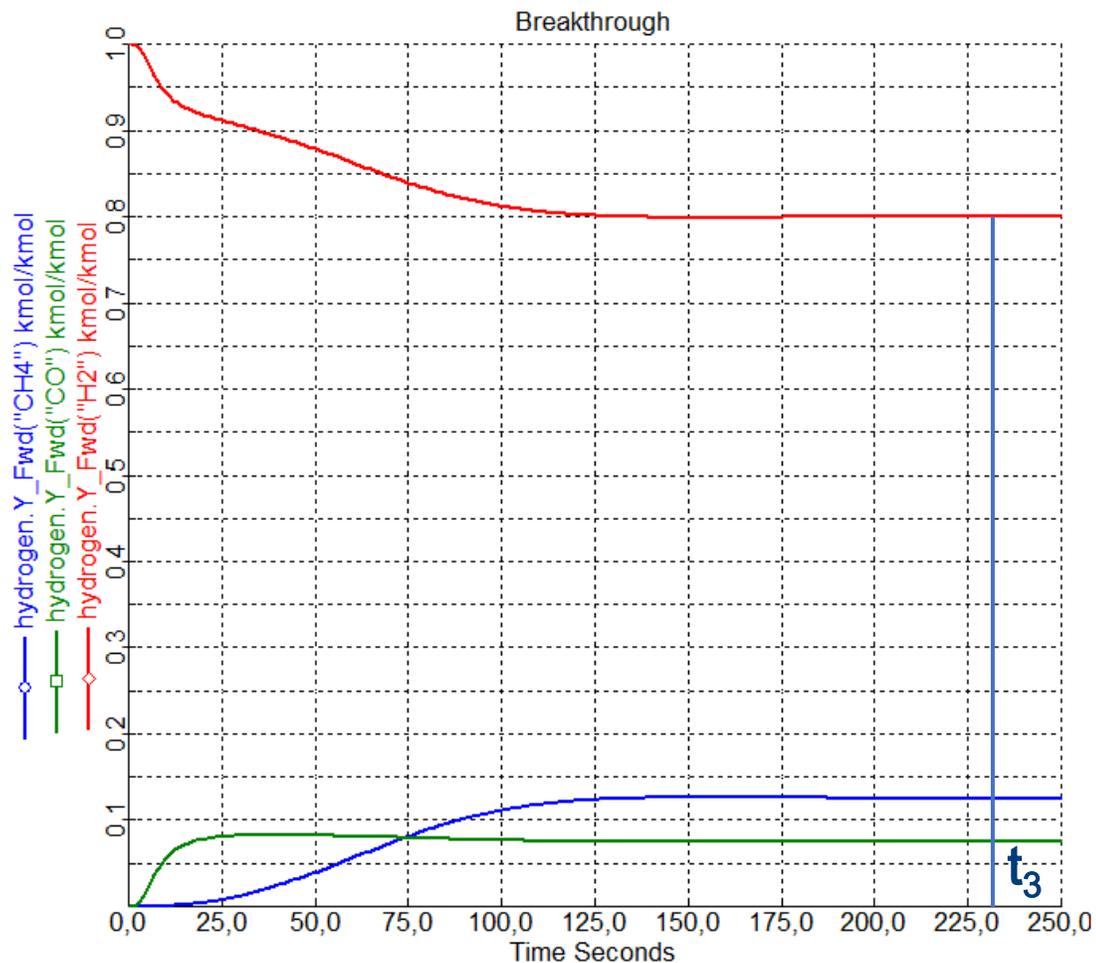
2. Адсорбция на активированном угле при давлении – 9,8 бар



Чистота водорода 99,99% при $t_1 = 116$ секунд и $t_2 = 226$ секунд

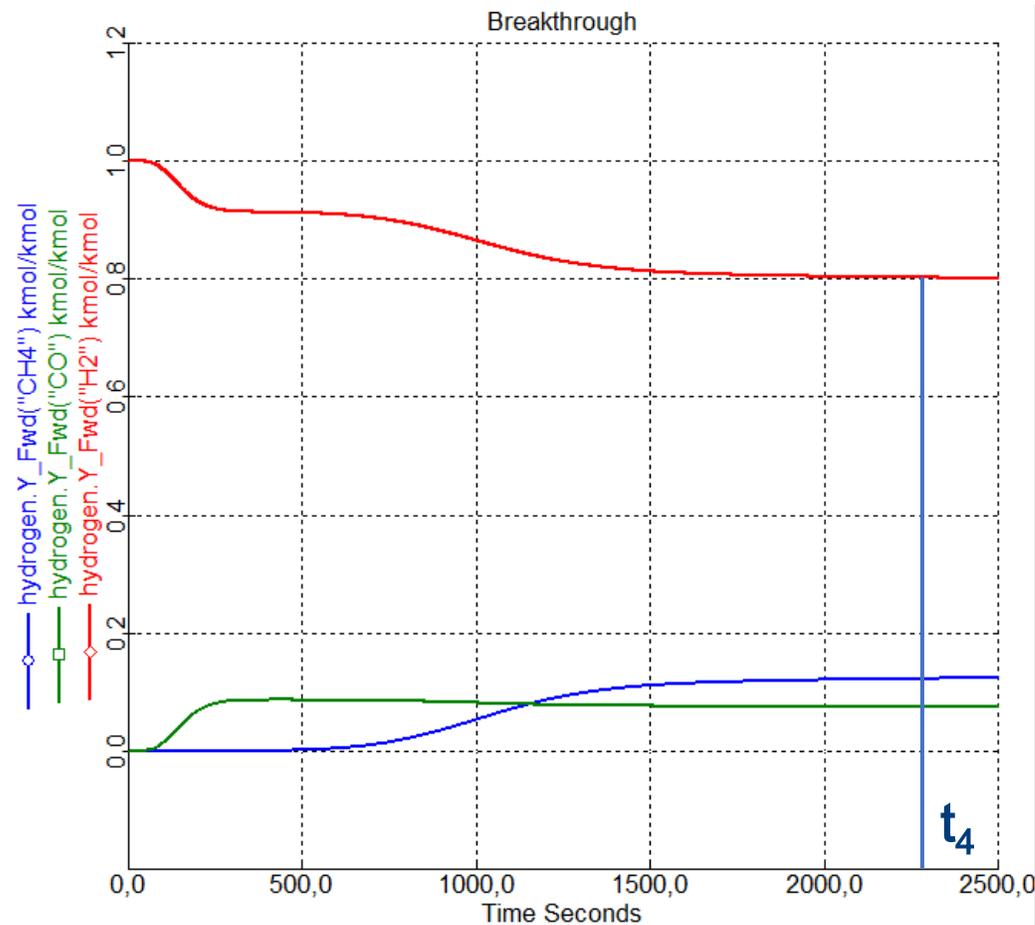
Влияние параметров

Давление – 9,8 бар



Высота слоя – 1 м

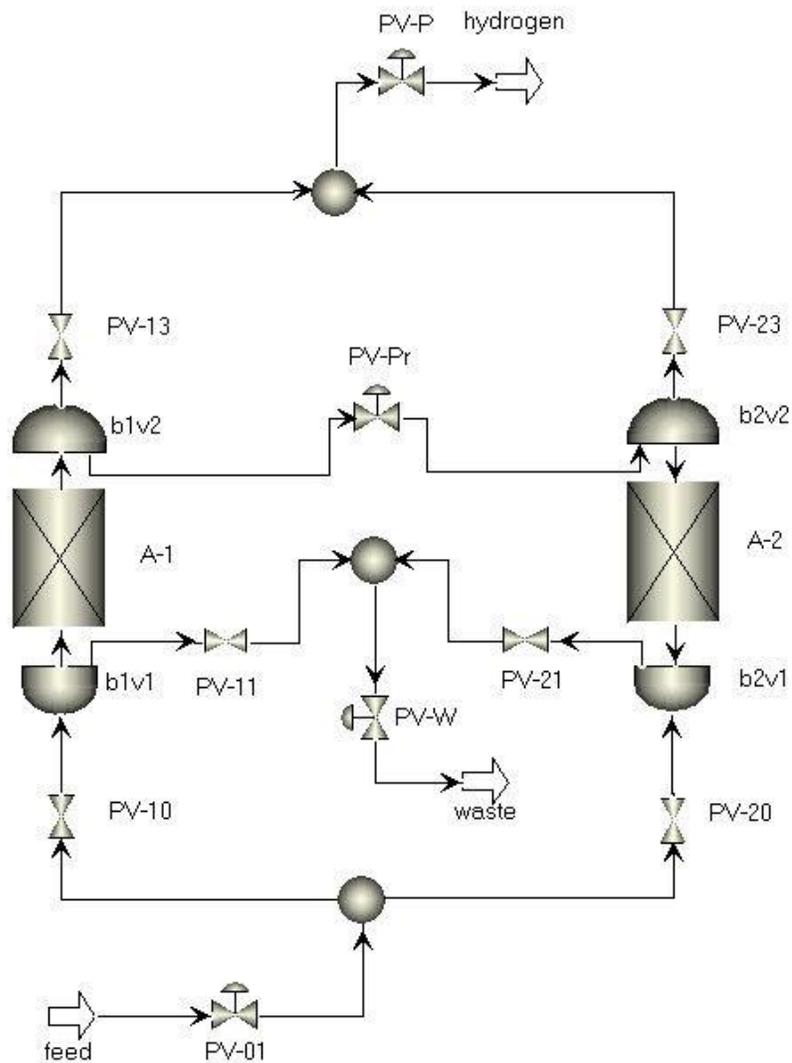
Давление – 25 бар



Высота слоя – 3 м

Моделирование цикла

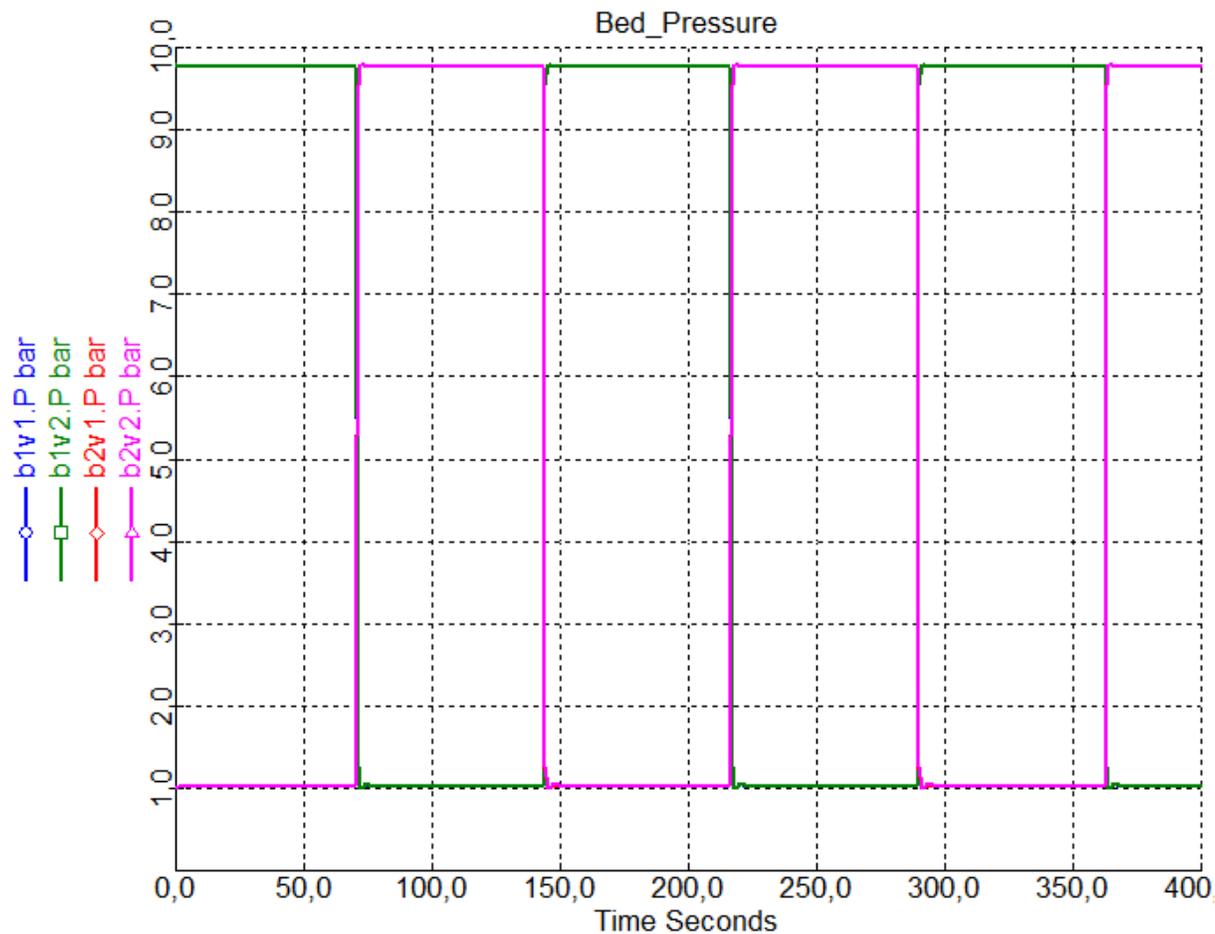
10

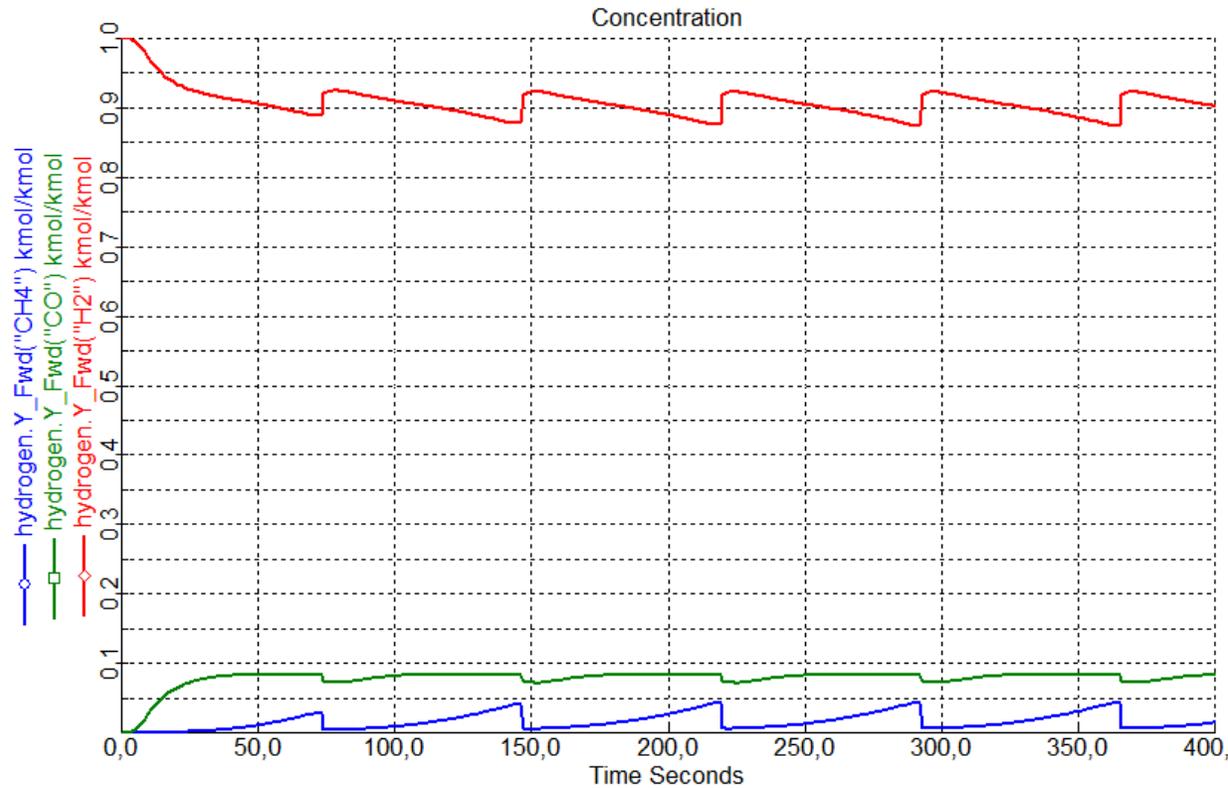


| Шаг | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|----|---|----|---|
| Время, с | 70 | 3 | 70 | 3 |
| PV-Pr | 0 | 3 | 0 | 3 |
| PV-10 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| PV-13 | 0 | 3 | 3 | 3 |
| PV-11 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| PV-20 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| PV-23 | 3 | 3 | 0 | 3 |
| PV-21 | 0 | 3 | 3 | 0 |

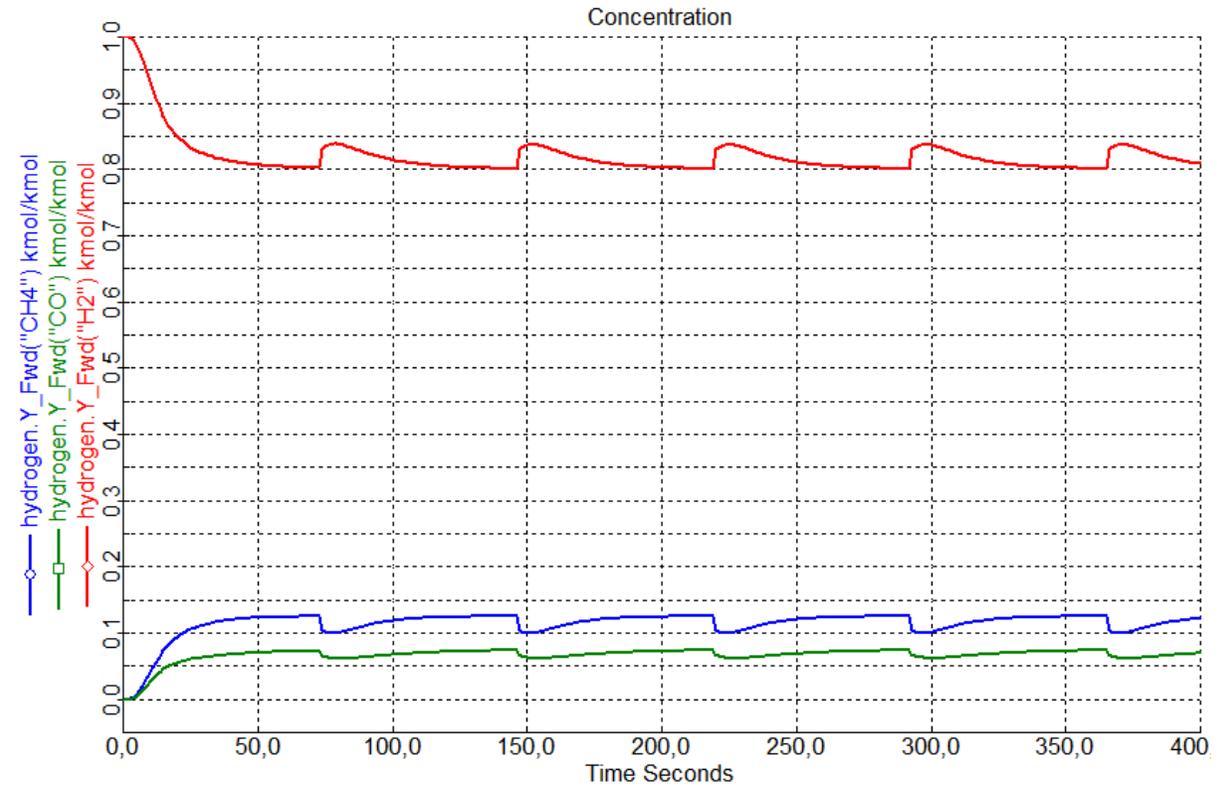
0 – открыт, 3 – закрыт

Постадийное изменение давления
в адсорберах

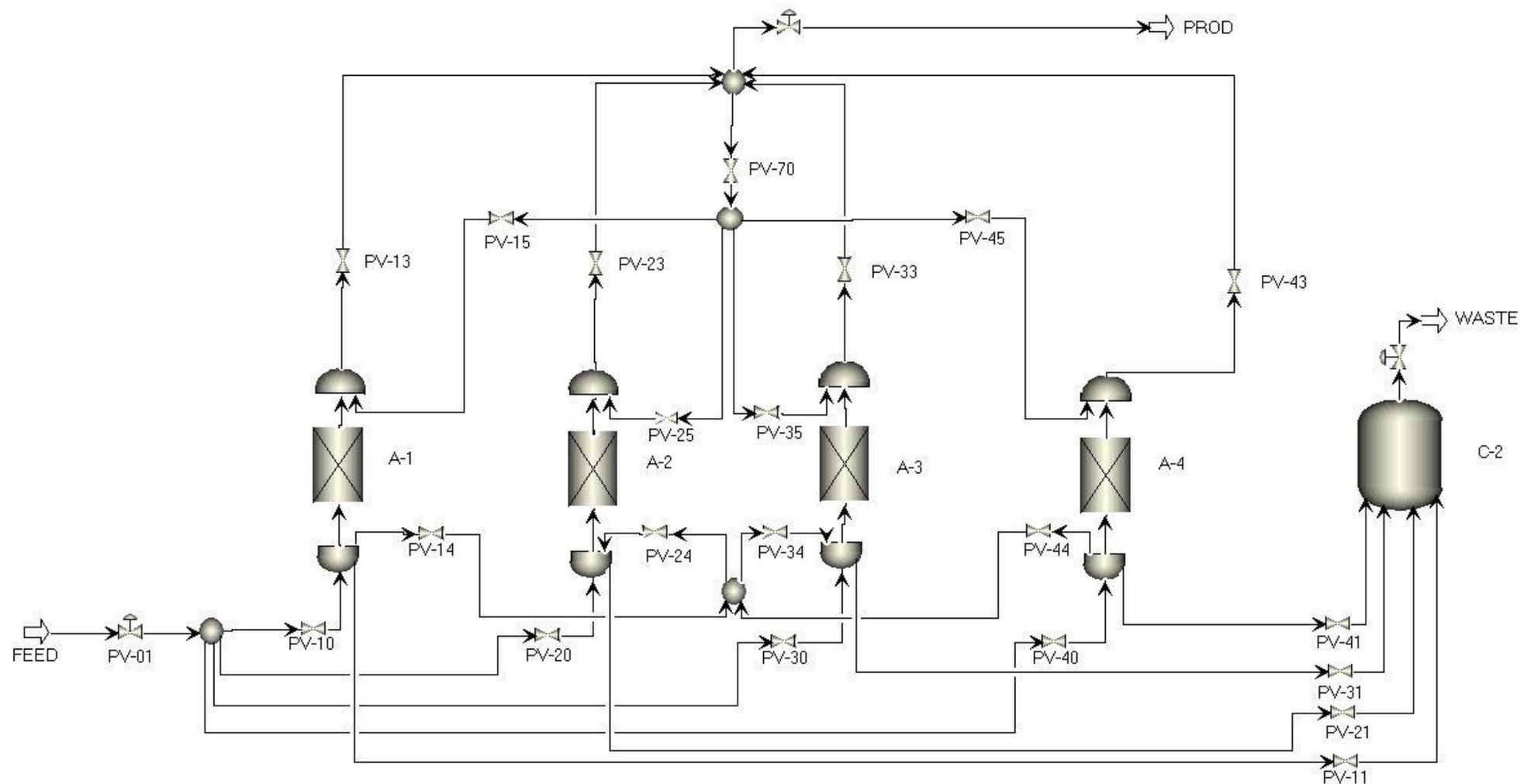




1. Адсорбция на активированном угле



2. Адсорбция на цеолите



Экономический эффект

14

CAPEX = 34 212,9 тыс. р.

| Показатель | Значение |
|--|-------------------|
| Чистый дисконтированный доход, тыс. руб. | 19 025,58 |
| Индекс доходности | 1,556 |
| Внутренняя норма доходности, % | 24 |
| Простой срок окупаемости, лет | 3 года 10 месяцев |
| Дисконтированный срок окупаемости, лет | 6 лет 2 месяца |

Целевая аудитория: предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли

- ✓ Разработана установка выделения водорода методом КЦА мощностью 300 Нм³/ч
- ✓ Рассмотрена работа цикла модели для ее автоматизированной работы
- ✓ Модель позволяет определить габариты оборудования, время срабатывания клапанов и режим работы для разных условий
- ✓ С помощью полученной модели можно создавать установки КЦА для различных мощностей
- ✓ Составлен бизнес-план по созданию установки КЦА необходимой для предприятия мощности

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологический факультет

Кафедра «Газохимия и моделирование химико-технологических процессов»

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА КОРОТКОЦИКЛОВОЙ АДСОРБЦИЕЙ

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
бакалаврская программа «Газохимия»

Выполнил: ст.гр. БТГи-19-01

Регина Рустемовна
Хуснутдинова

Руководитель: доцент, к.т.н.

Николай Анатольевич
Руднев

Уфа 2023

