

# 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.

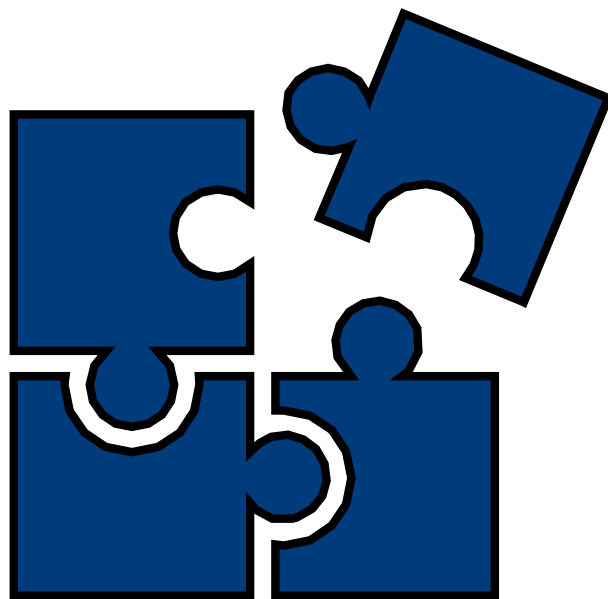
Николай Анатольевич  
Руднев

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

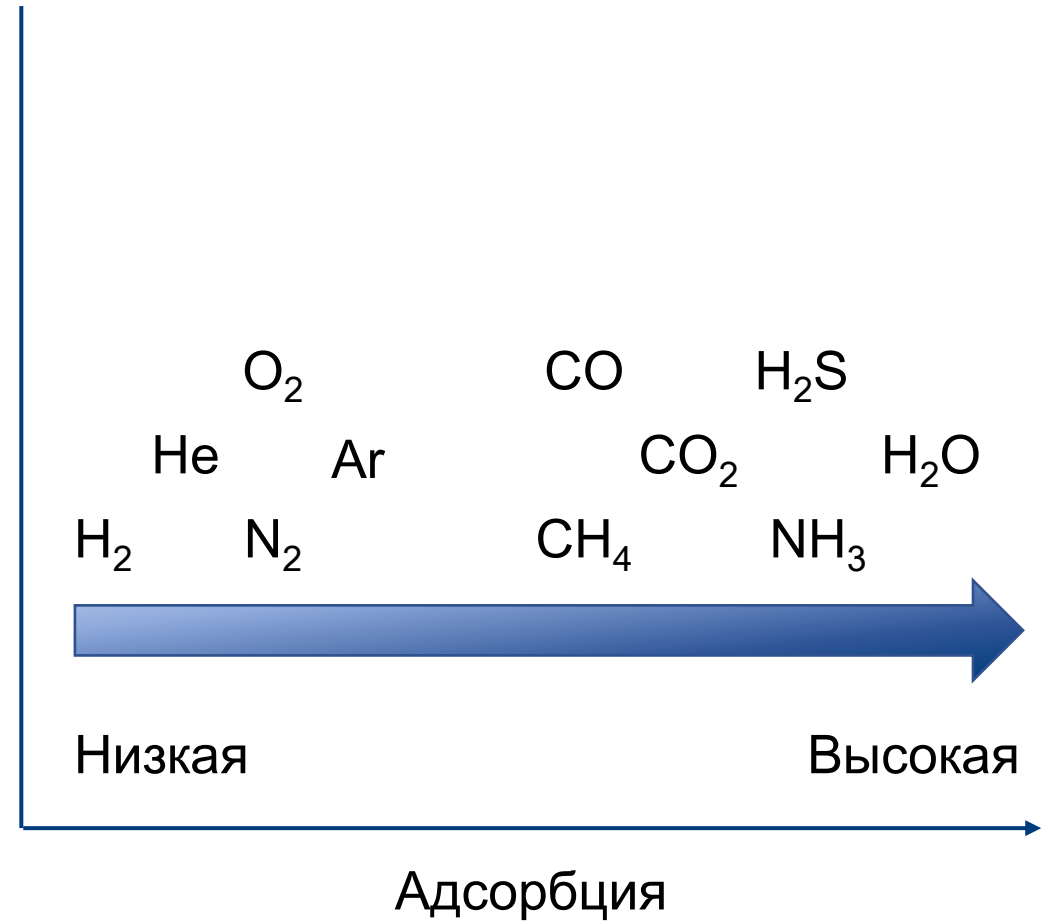
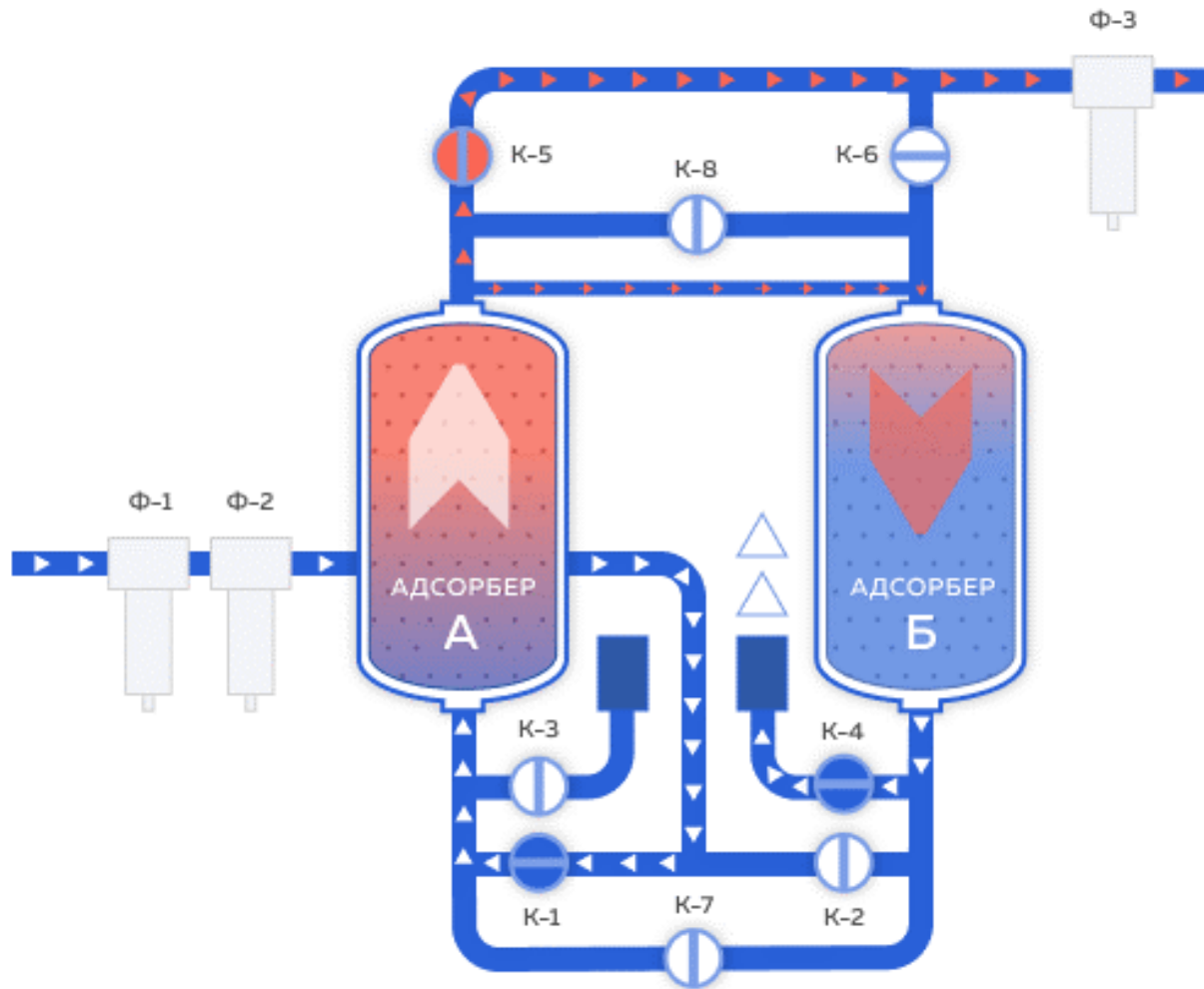


проанализировать влияние различных факторов  
на основные показатели процесса



разработать бизнес-план  
и оценить его экономическую эффективность

# Короткоцикловая адсорбция



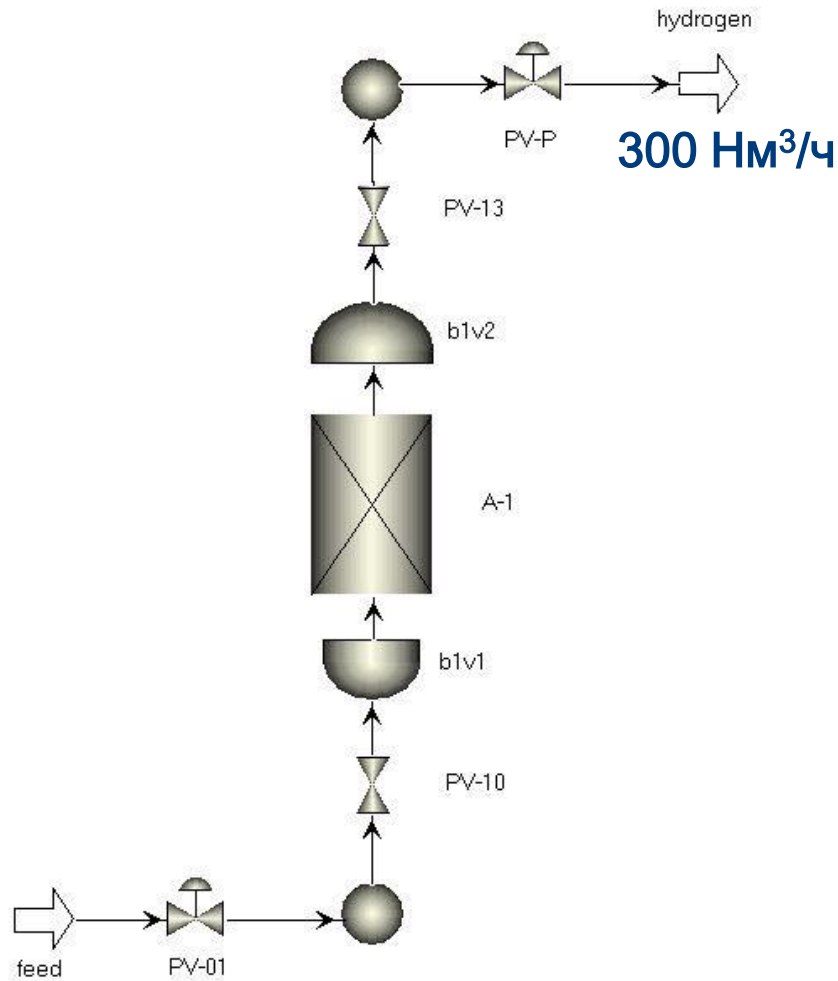
# Материальный баланс

6

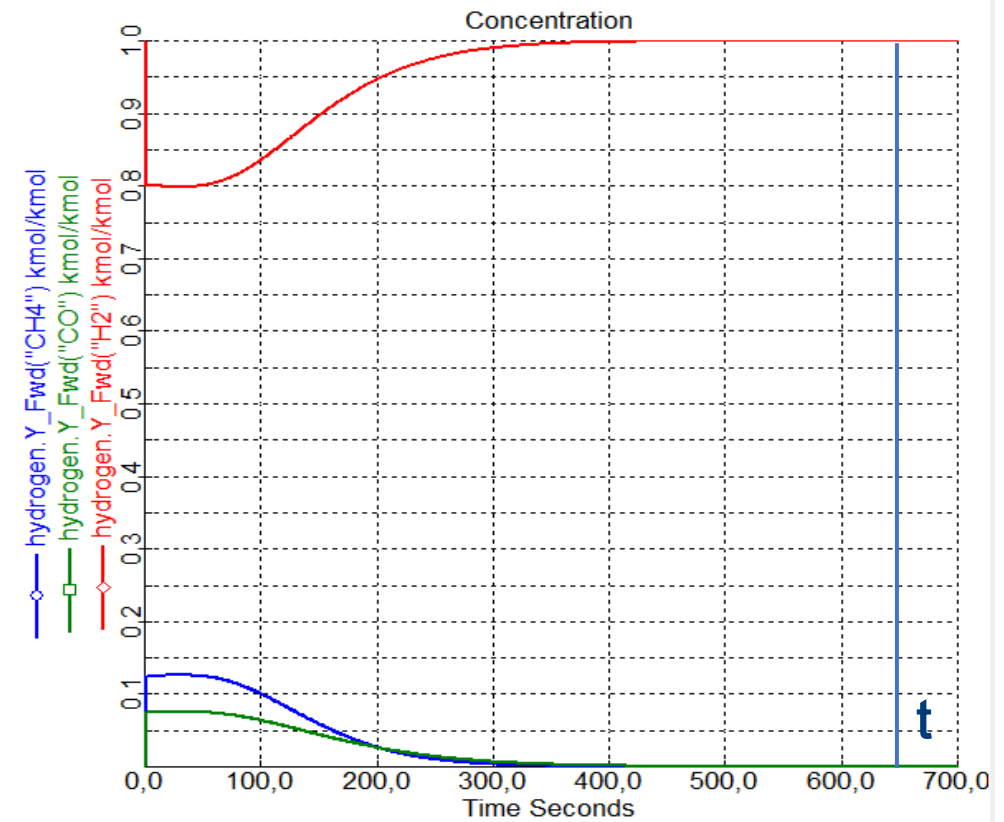
Приходит на установку		Уходит с установки	
Наименование потока	Расход, Нм <sup>3</sup> /ч	Наименование потока	Расход, Нм <sup>3</sup> /ч
ВСГ	536	Очищенный водород	300
		Отдувочный газ	236
Итого	536	Итого	536

# Моделирование упрощенной схемы

7



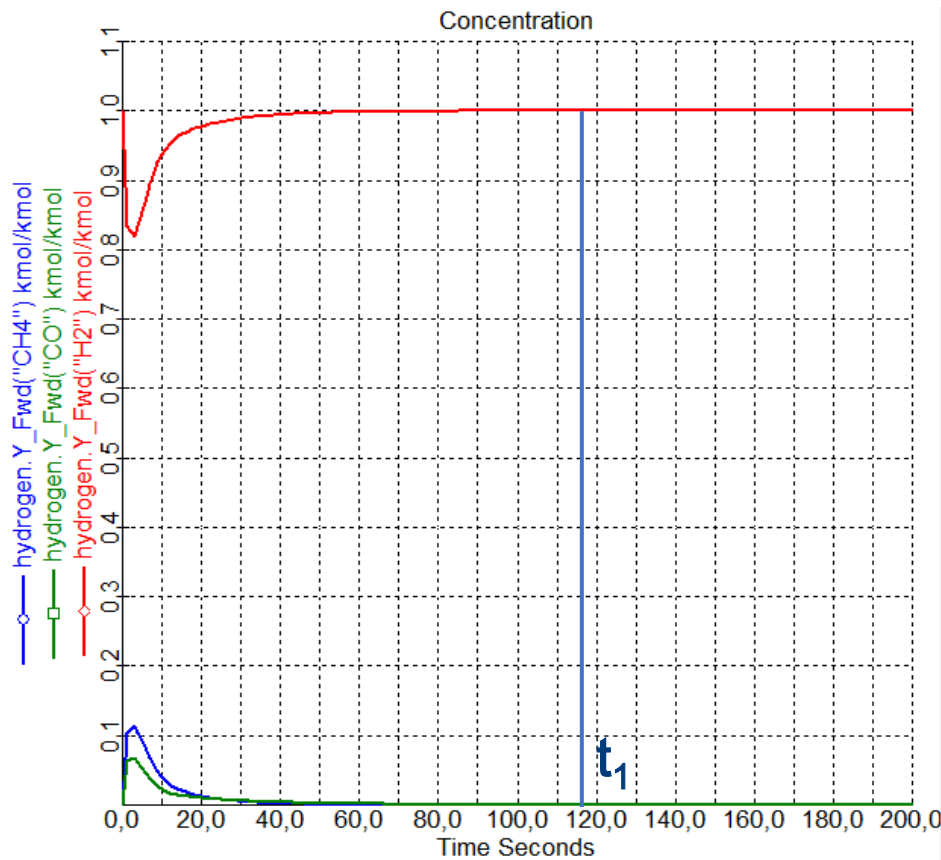
Адсорбция на цеолите  
при давлении – 25 бар



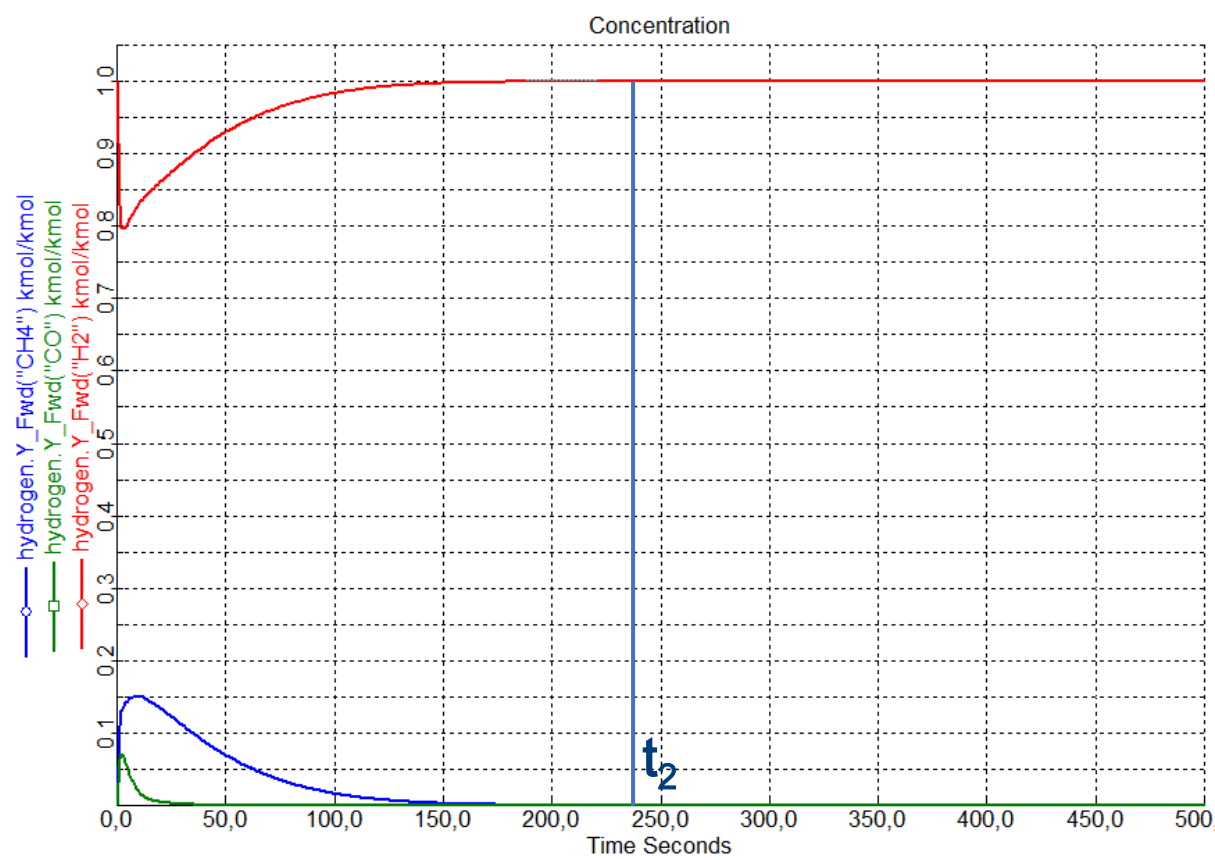
Чистота водорода 99,99% при t = 649 секунд

# Влияние адсорбента

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



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

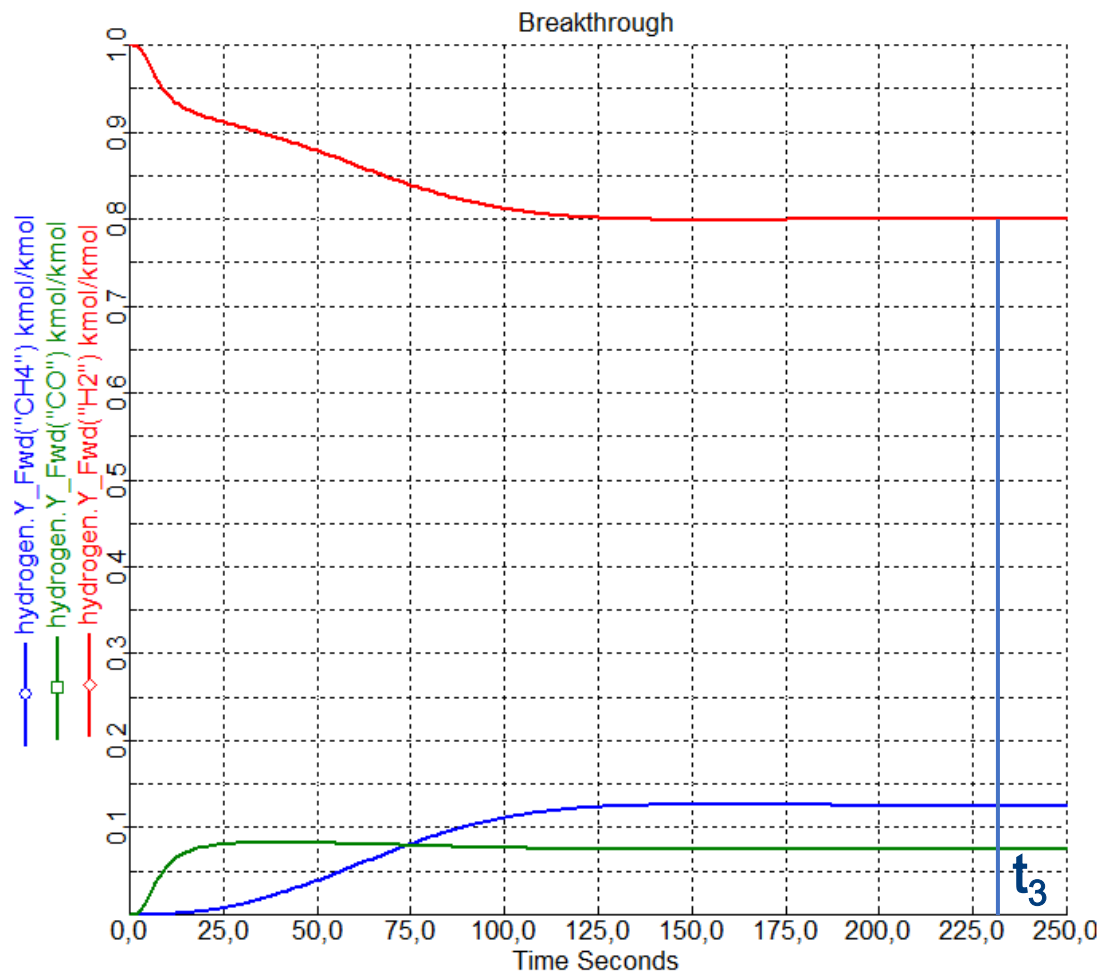


Чистота водорода 99,99% при  $t_1 = 116$  секунд и  $t_2 = 226$  секунд



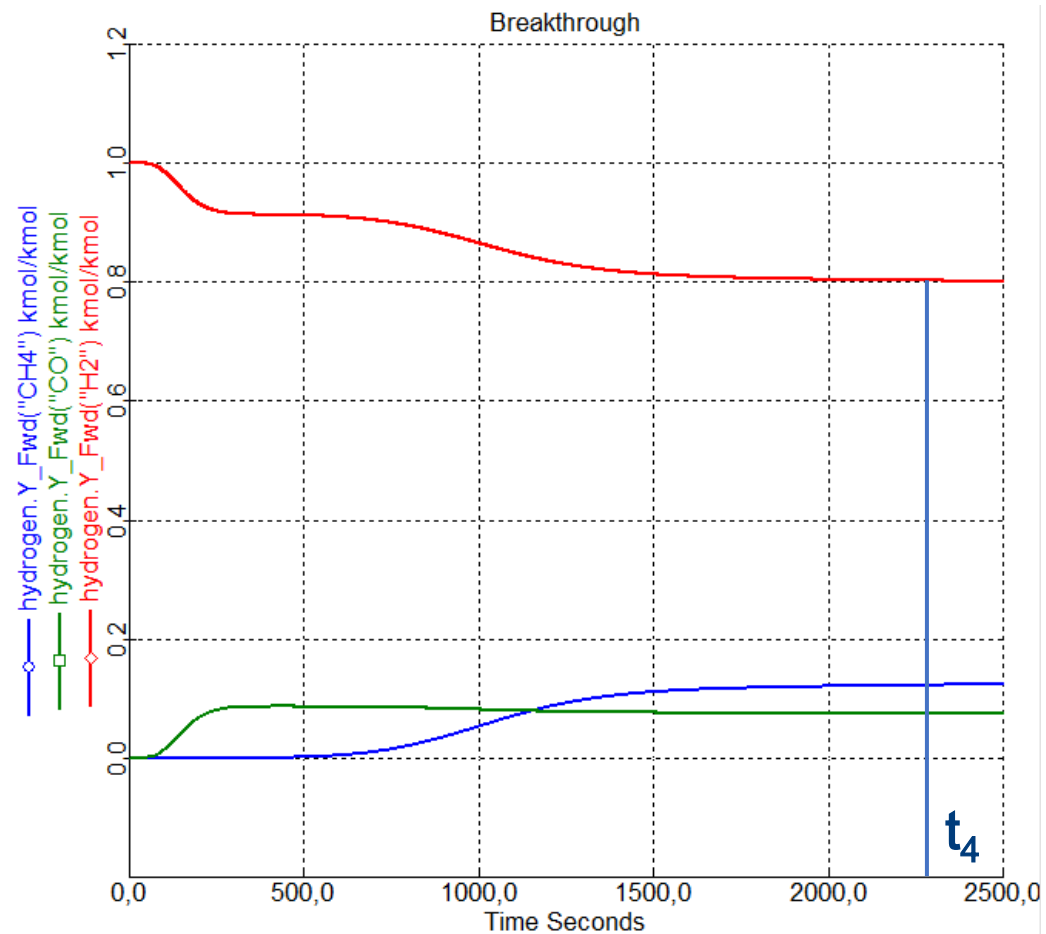
# Влияние параметров

Давление – 9,8 бар



Высота слоя – 1 м

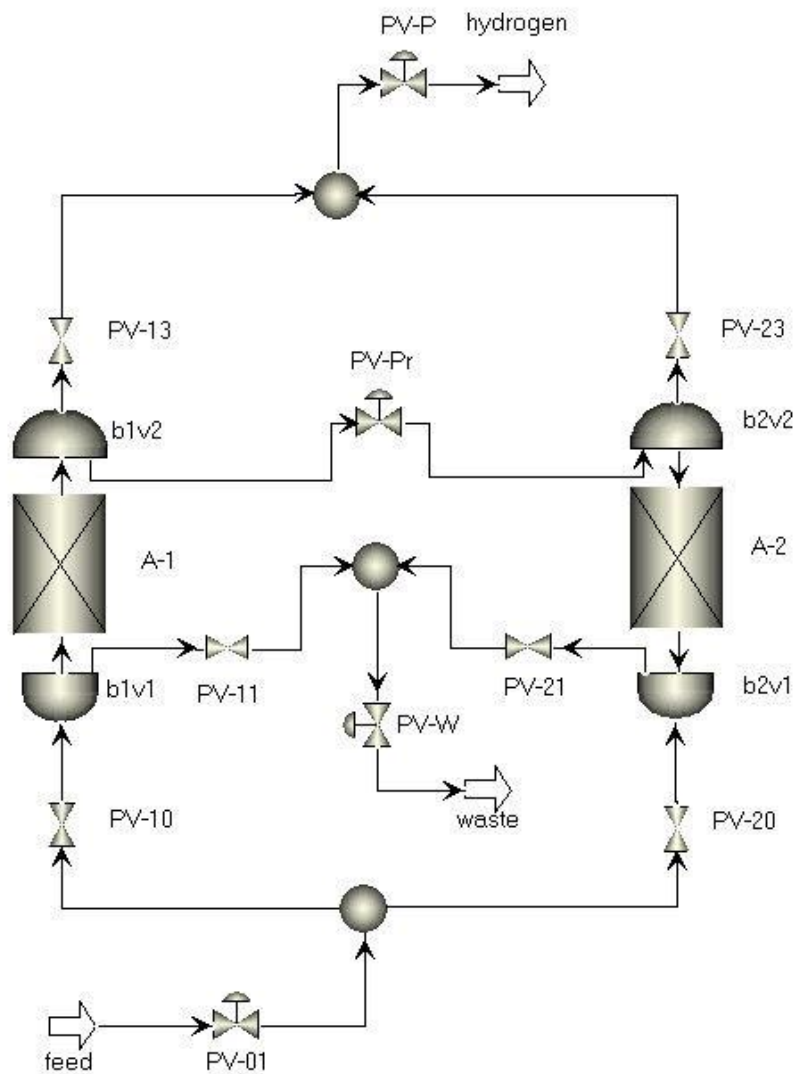
Давление – 25 бар



Высота слоя – 3 м

# Моделирование цикла

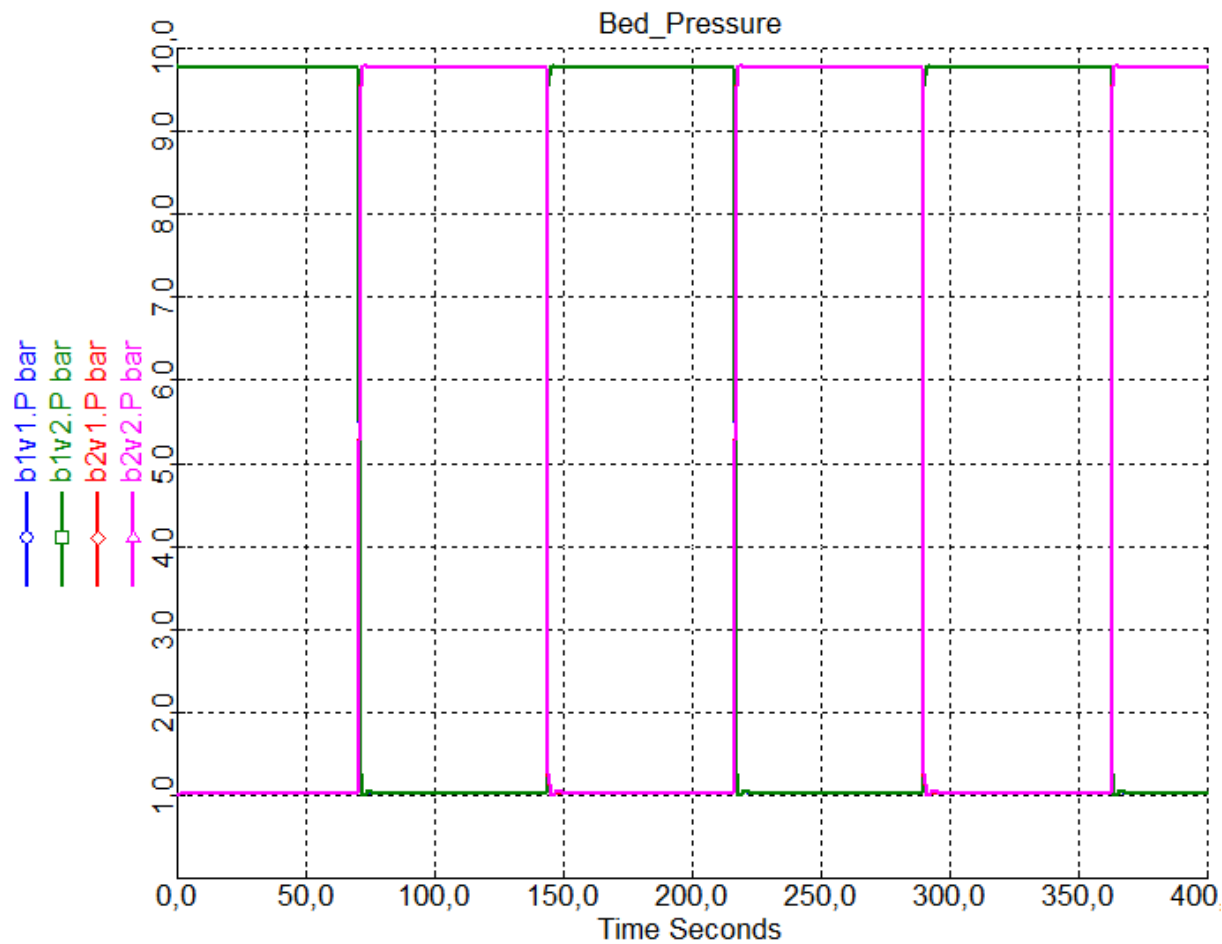
10

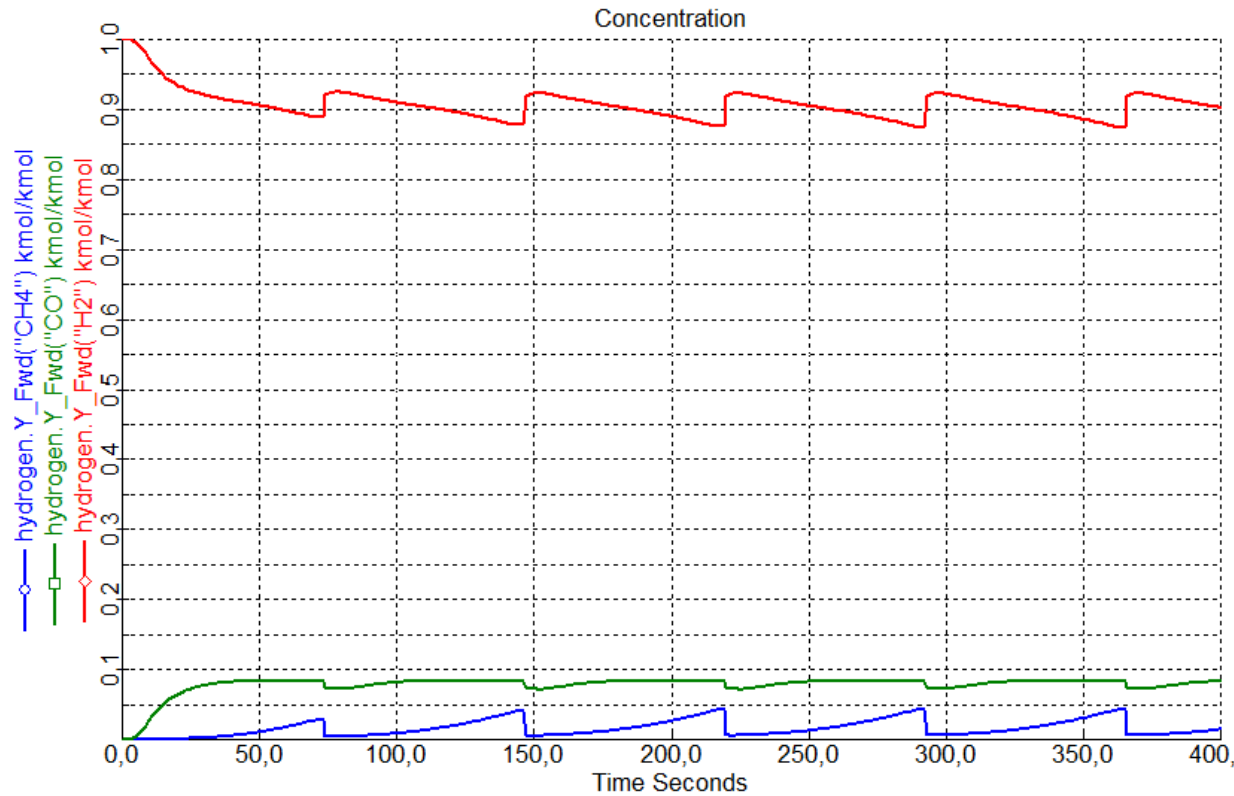


Шаг	1	2	3	4
Время, с	70	3	70	3
PV-Pr	0	3	0	3
PV-10	0	3	3	0
PV-13	0	3	3	3
PV-11	3	0	0	3
PV-20	3	0	0	3
PV-23	3	3	0	3
PV-21	0	3	3	0

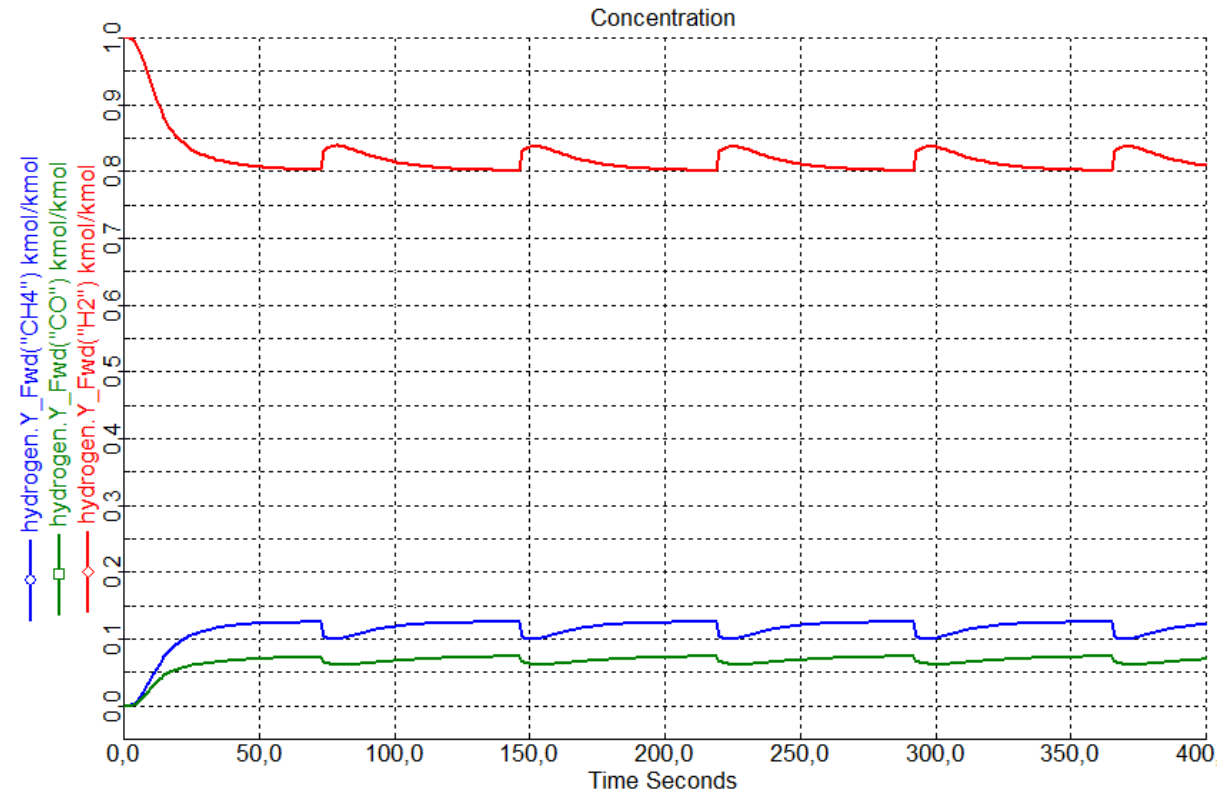
0 – открыт, 3 – закрыт

Постадийное изменение давления  
в адсорберах

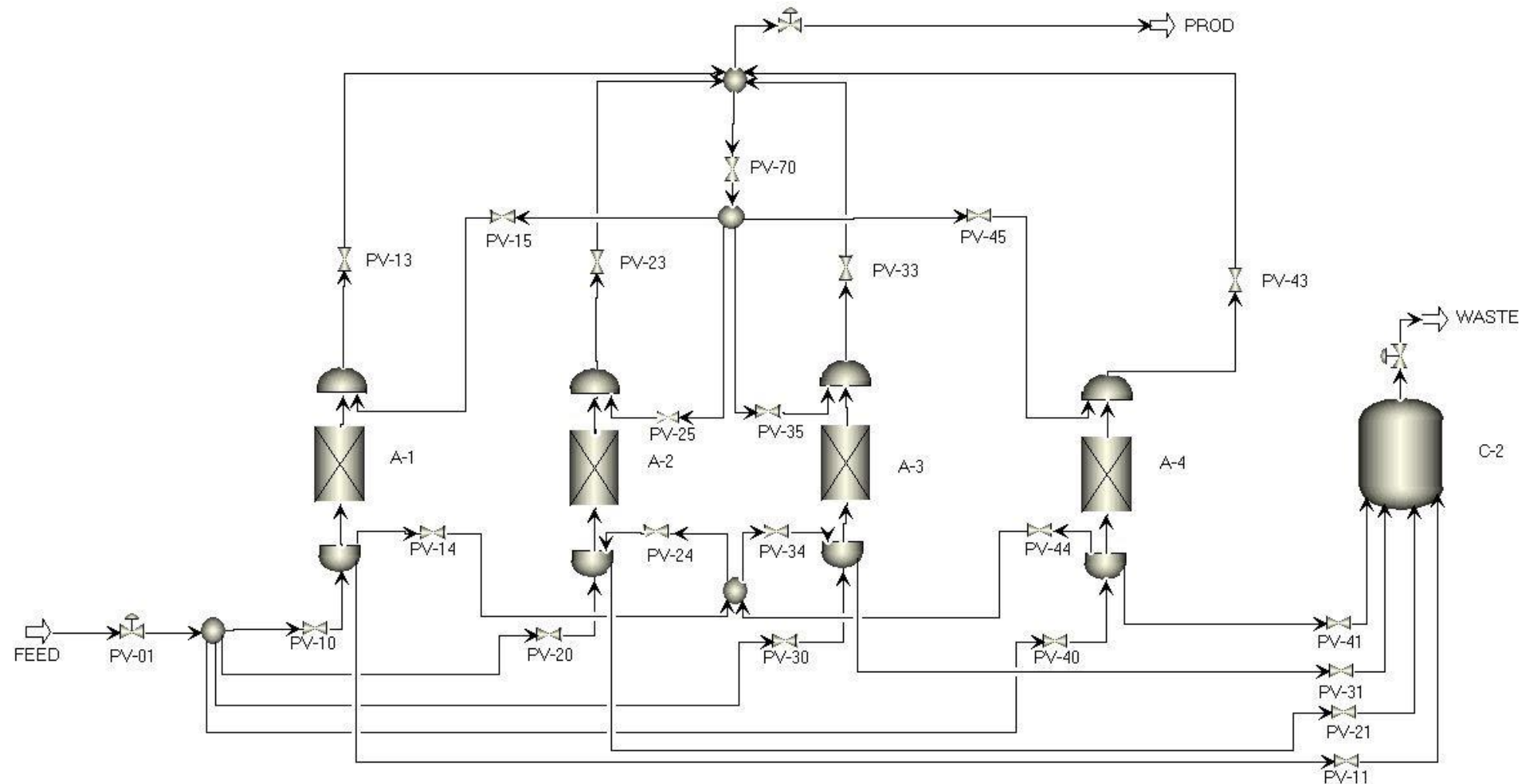




1. Адсорбция на активированном угле



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 Нм<sup>3</sup>/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

