

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«МИРЭА – Российский технологический университет»**

# РТУ МИРЭА

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

**ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**Реакционно-массобменные процессы**

Направление подготовки **18.04.01 Химическая технология**

*(код и наименование)*

## Магистерская программа (направленность) Теория и инжиниринг энергосберегающих технологий органических веществ

*(код и наименование)*

Институт **тонких химических технологий**

**имени М.В. Ломоносова**

*(краткое и полное наименование)*

### Форма обучения **Очная**

*(очная, очно-заочная, заочная)*

### Программа подготовки **Академическая**

*(академическая, прикладнаямагистратура)*

### Квалификация выпускника **Магистр**

Москва 2021

План проведения занятий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость  (в часах) |
| 1 | 1-2 | Количественное построение многообразий химического взаимодействия. | 2 |
| 2 | 1-2 | Статические характеристики реакционных систем, обусловленные термодинамическим равновесием. | 2 |
| 3 | 3-6 | Анализ статики реакционноректификационного процесса четырехкомпонентной смеси с одной химической реакцией. | 6 |
| 1 | 7 | Математическое моделирование и расчет реакционно-ректификационного процесса. | 6 |
|  | | *Всего в 1 семестре:* | *16* |

Лабораторная работа №1. Количественное построение многообразий химического взаимодействия

Цель работы Освоение методики расчета и построения многообразий химического взаимодействия в концентрационном симплексе. Задания по работе:

* в среде программного пакета Aspen Plus создать новую задачу;
* выбрать из базы данных компоненты реакционной смеси;
* задать модель расчета физико-химических свойств;
* задать стехиометрию химической реакции в соответствии с индивидуальным заданием;
* выбрать из библиотеки аппаратов модуль Stoichiometric reactor

(стехиометрический реактор) и построить технологическую схему с потоками питания и продукта;

* провести расчет стехиометрического реактора для различных составов потока питания;
* по результатам расчетов в концентрационном треугольнике построить линии химического взаимодействия.

Отчет о лабораторной работе должен содержать: исходные данные, таблицу с результатами расчета, концентрационный треугольник с линиями химического взаимодействия.

Лабораторная работа №2. Статические характеристики реакционных систем, обусловленные термодинамическим равновесием.

Цель работы: Освоение методики построения многообразий химического равновесия. Задания по работе:

* в среде программного пакета Aspen Plus создать новую задачу;
* выбрать из базы данных компоненты реакционной смеси в соответствии с индивидуальным заданием;
* задать модель расчета физико-химических свойств;
* выбрать из библиотеки аппаратов модуль Gibbs reactor (равновесный реактор Гиббса) и построить его технологическую схему с потоками питания и продукта;
* на основе заданных компонентов предположить стехиометрию возможных реакций;
* с использованием закладки inerts провести расчет равновесия предложенных реакций для различных составов потока питания и температуры;
* по результатам расчетов в концентрационном треугольнике построить линии химического равновесия протекающих реакций при различных температурах.

Отчет о лабораторной работе должен содержать: исходные данные, таблицу с результатами расчета, концентрационный треугольник с линиями химического равновесия.

Лабораторная работа №3. Анализ статики реакционно-ректификационного процесса четырехкомпонентной смеси с одной химической реакцией.

Цель работы: Практическая отработка основных этапов анализа статики реакционно-ректификационного процесса (РРП)

Задания по работе:

* в среде программного пакета Aspen Plus создать новую задачу;
* выбрать из базы данных компоненты реакционной смеси в соответствии с индивидуальным заданием;
* задать модель расчета физико-химических свойств;
* найти в базе данных NIST TDE или в справочной литературе экспериментальные данные по фазовому равновесию бинарных

составляющих реакционной смеси;

* провести регрессию параметров математической модели фазового равновесия и построить диаграммы дистилляции тройных составляющих реакционной смеси;
* сформировать структуру диаграммы дистилляции четырехкомпонентной реакционной смеси;
* на основе структуры диаграммы дистилляции и многообразий химического взаимодействия качественно построить зависимости соотношения отборов РРП D/W от состава псевдоисходной смеси **x**\*;
* выявить предельные стационарные состояния и соответствующие им траектории ректификации;
* оценить возможность реализации предельных стационарных состояний;
* синтезировать принципиальную технологическую схему организации РРП.

Отчет о лабораторной работе должен содержать: исходные данные, таблицы с результатами регрессии параметров модели ПЖР (средние относительные отклонения по температуре и составу пара), структуру диаграммы дистилляции четырехкомпонентной реакционной смеси, зависимости D/W от состава **x**\*, принципиальную схему РРП, вывод о предельной конверсии в РРП и качественных составах продуктовых фракций.

Лабораторная работа №4. Математическое моделирование и расчет реакционно-ректификационного процесса.

Цель работы: Освоение методики расчета непрерывного реакционноректификационного процесса.

Задания по работе:

* в задаче, созданной для работы №3 сформировать технологическую схему синтезированного РРП с использованием модуля RadFrac;
* создать реакционный набор (reactions), задать его стехиометрию и параметры кинетического уравнения в соответствии с индивидуальным заданием;
* задать потоки питания реакционно-ректификационной колонны в соответствии с правилом формирования противотока реагентов;
* провести расчет реакционно-ректификационной колонны при изменении флегмового числа, протяженности реакционной зоны, числа тарелок укрепляющей и отгонной секций;
* по результатам расчета оценить практические значения конверсии в РРП.

Отчет о работе должен содержать исходные данные, таблицы с полученными составами куба и дистиллята при изменении флегмового числа, протяженности реакционной зоны, числа тарелок укрепляющей и отгонной секций; значения конверсии, полученные в РРП.

Основная и дополнительная учебная литература к лабораторным работам

а) основная литература:

1. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа,

2010. http://www.mitht.ru/e-library/fund?id=54

1. Фролкова А.К. Разделение азеотропных смесей. Физико-химические основы и технологические приемы. М.: Гуманитар. изд. центр «ВЛАДОС», 2010. –

192 с. http://www.mitht.ru/e-library/fund?id=7805

б) дополнительная литература

1. Писаренко Ю. А., Кардона К. А., Серафимов Л. А. Совмещенные реакционно-ректификационные процессы: достижения в области

исследования и практического использования, М.: Луч, 2002. - нет

1. Серафимов Л.А., Тимофеев В.С., Писаренко Ю. А., Солохин А.В.Технология основного органического синтеза. Совмещенные процессы. М., "Химия", 1993. http://www.mitht.ru/e-library/fund?id=5334
2. Петлюк Ф.Б., Серафимов Л.А. Многокомпонентная ректификация. Теория и расчет. М.: Химия, 1983. http://www.mitht.ru/e-library/fund?id=16760 4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Научные основы процессов ректификации Учебное пособие для вузов 2 т. – М.: Химия, 2004; том 1 - http://www.mitht.ru/e-library/fund?id=18997, том 2 - http://www.mitht.ru/elibrary/fund?id=18998