



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

"СОГЛАСОВАНО"

"УТВЕРЖДАЮ"

Руководитель ОП
Химическая технология
Название образовательной программы

Заведующий базовой кафедры химических и
ресурсосберегающих технологий
(название кафедры/ академического департамента)


(подпись) _____
Реутов В.А.
(Ф.И.О.)
13 июля 2018 г.


(подпись) _____
Реутов В.А.
(Ф.И.О.)
13 июля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Избранные главы химической технологии

18.04.01 «Химическая технология
Химическая технология функциональных материалов»
Форма подготовки (очная)

курс 1 семестр 2
лекции 12 (час.)
практические занятия 0 час.
семинарские занятия 0 час.
лабораторные работы 72 час.
в том числе с использованием МАО лаб. 51 час.
всего часов аудиторной нагрузки 84 час.
в том числе с использованием МАО 54 час.
самостоятельная работа 96 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) 2
курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрен
зачет нет
экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 г. № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий, протокол № 10 от «13» июля 2018 г.

Заведующий кафедрой: Реутов В.А.
Составитель: доцент Свистунова И.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Specialist's degree in 18.04.01 "Chemical technology

Specialization Chemical technology of functional materials

Course title: « Selected chapters of chemical technology »

Basic part of Block 1, 5 credits

Instructor: Svistunova I.V.

At the beginning of the course a student should be able to:

– the ability to perceive, develop and use the theoretical foundations of traditional and new sections of chemistry in solving professional problems (GPC-1);

– the possession of the skills of using modern equipment in scientific research (PC-2);

– the possession of the main chemical, physical and technical aspects of chemical industrial production, taking into account raw materials and energy costs (PC-8).

Learning outcomes:

– The readiness to use the methods of mathematical modeling of materials and technological processes, to theoretical analysis and experimental verification of theoretical hypotheses (GPC -4).

– The readiness to solve professional production problems - control of the technological process, development of production standards, technological standards for the consumption of materials, blanks, fuel and electricity, the choice of equipment and technological equipment (SPC-5).

– The ability to develop proposals to increase the range and improve product quality, depth of processing of raw materials, the development of new formulations, modes of technological process (SPC -4).

Course description:

Forming the foundations of the process of thinking, identifying the relationship between chemical science and chemical technology, understanding of multi-level and multi-criteria nature of chemical-technological processes and chemical processes, the acquisition of basic skills examination of chemical and technological solutions.

Main course literature:

1. Kuznetsova I. M., Kharlampidi H. E., Ivanov V. G. Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya. Osnovnyye kontseptsii proyektirovaniya khimiko - tekhnologicheskikh system [General Chemical Engineering. The basic concept of designing chemical processes]. - St. Petersburg: Lan',- 2014. - 384 p. (rus) –

<https://e.lanbook.com/book/45973>

2. Samoilov N. A. Primery i zadachi po kursu “Matematicheskoye modelirovaniye khimiko - tekhnologicheskikh protsessov”: uchebnoye posobiye [Examples and problems on the course "Mathematical modeling of chemical-technological processes": a manual] -St. Petersburg: Lan', 2013. - 168 p. (rus) –

<https://e.lanbook.com/book/37359>

Lebedev N. N. Khimiya i tekhnologiya osnovnogo organicheskogo i neftekhimicheskogo sinteza [Chemistry and Technology of basic organic and petrochemical synthesis]. - Moskva: Al'yans, 2013. - 589 p. (rus) –

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692724&theme=FEFU>

Form of final control: exam.

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины "Избранные главы химической технологии" разработана для магистрантов 1 курса по направлению "18.04.01 – "Химическая технология", магистерская программа "Химическая технология функциональных материалов" в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Курс Б1.В.01.02 "Избранные главы химической технологии" относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия - 12 час, лабораторные работы - 72 часа, самостоятельная работа (96 час, из них на подготовку к экзамену 36 час.). Дисциплина реализуется во 2 семестре 1 курса.

Курс "Избранные главы химической технологии" основывается на знаниях студентов, полученных по дисциплинам: "Общая химическая технология", "Процессы и аппараты химических производств", "Химические реакторы", "Моделирование химико-технологических процессов", "Современные химические технологии".

Программа курса включает: показатели эффективности технологических процессов, в том числе характеризующие термодинамическое совершенство технологических систем, вопросы энерго- и ресурсосбережения, моделирования, технико-экономические расчеты, вопросы контроля технологического процесса, разработки технологических нормативов, выбора сырья, экономические показатели производства.

Особенностью курса "Избранные главы химической технологии" является использование и углубление тех знаний, которые студенты приобретают при изучении предшествующих курсов бакалавриата, включая некоторые разделы физики, математики, термодинамики, химической кинетики и катализа, химии неорганических и органических соединений.

Знания, полученные при изучении дисциплины "Избранные главы химической технологии", могут быть использованы при изучении профильных дисциплин, в научно-исследовательской работе студентов и при подготовке выпускной квалификационной работы.

Цель дисциплины: формирование теоретических и практических основ технологического мышления, выявление взаимосвязи между химической наукой и химической технологией, приобретение навыков химико-технологических расчетов и экспертизы химико-технологических решений.

Задачи дисциплины:

1. приобретение знаний о роли теоретического анализа в обосновании оптимальных параметров химико-технологических процессов

2. освоение методов математического моделирования химико-технологических процессов

3. приобретение умений оценивать и, в некоторых случаях, рассчитывать основные показатели химико-технологических процессов, сравнивать технологические решения химико-технологических задач.

Для успешного изучения дисциплины "Избранные главы химической технологии", у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции (по матрице специальности 18.03.01):

– ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров;

– ПК-12 способностью рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов и катализаторов, используемых в производстве продукции.

– ПК-18 готовностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов предприятия

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Знает	- Основные понятия химической технологии - Теоретические основы и принципы материального и теплового баланса - Законы и принципы расчета кинетических и термодинамических условий химических процессов - методы и приемы анализа ХТС
	Умеет	- анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов - выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов
	Владеет	- навыками расчетов при оценке обогащения сырья и водоподготовке - навыками расчетов материальных и тепловых балансов - навыками расчетов термодинамических и кинетических показателей процесса - навыками расчетов степеней превращения, селективности и выхода - навыками гидромеханических расчетов

		<ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов ректификации - навыками расчетов процесса теплоотдачи
ПК- 5 готовность к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические и технологические свойства используемых сырья, материалов и готовой продукции - правила отбора проб и методику проведения анализов - методы проведения наблюдений за ходом технологического процесса - государственные стандарты и технические условия на используемое сырье, готовую продукцию; ассортимент готовой продукции
	Умеет	- рассчитывать нормы выработки, нормативы на расход материалов
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - методами контроля качества продукции и хода технологического процесса по графикам контрольных карт, сетевым графикам и картам технического контроля. - методами обработки технологических и аналитических данных методом математической статистики
ПК -4 способность осуществлять разработку предложений по увеличению ассортимента и улучшению качества продукции, глубины переработки сырья, разработку новых рецептур, режимов технологического процесса	Знает	<ul style="list-style-type: none"> -основы теории процесса в химическом реакторе - регламент технологического процесса - типовую структуру АСУ ТП - задачи оптимизации системы управления в химических производствах
	Умеет	- использовать технические средства для измерения параметров
	Владеет	- методологией исследования процессов химического взаимодействия и явлений переноса на всех масштабных уровнях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Избранные главы химической технологии» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции 12 часов

Модуль 1. Теоретический анализ химического процесса в технологии (4 часа)

Тема 1. Термодинамические расчеты в химической технологии (2 часа)

Термодинамические понятия в химической технологии. Температурная зависимость энтальпии. Изменения энтропии в ходе температурных фазовых переходов. Термодинамические потенциалы как мера осуществимости химического превращения. Химический потенциал. Равновесие. Влияние температуры и давления на состояние равновесия. Природа химической реакции. Энергетические поверхности.

Тема 2. Термодинамический анализ химического производства (2 часа)

Тепловой баланс и тепловой КПД. Эксергетический анализ. Изменение эксергии в физических и химических процессах. Составляющие эксергии. Химическая эксергия. Методы расчета эксергии. Расчет эксергетического КПД. Классификация эксергетических потерь.

Модуль 2. Контроль качества на химическом производстве (3 часа)

Тема 1. Технический контроль (2 часа)

Идентификация качества сырья, продуктов и полуфабрикатов, материалов согласно требованиям ГОСТ и ТУ. Сопоставление параметров процесса с технологическим регламентом. Организация технического контроля и его задачи. Виды технического контроля. Статистические методы контроля качества. Составление контрольных карт и анализ.

Тема 2. Методы оценки качества химической продукции (1 час)

Классификация методов. Измерительные методы. Химические и физико-химические методы определения качества. Аналитические методы. Классификация по источнику информации: традиционный, экспертный и социологические методы. Формы выражения оценок качества. Метрические, бальные и безразмерные методы. Оценка качества воды.

Модуль 3. Современные методы химической технологии (5 часов)

Тема 1. Green Chemistry (2 часа)

Новые пути синтеза (реакции с применением катализатора);

Возобновляемые источники сырья и энергии (полученные не из нефти);
Замена традиционных органических растворителей.

Тема 2. Катализ в современной химической технологии. Новые технологии (3 часа)

Современный металлокомплексный катализ, нанокатализ. Новые химические технологии: плазмо- и лазерно-химические, радиационно- и фотохимические, ядерно-химические, механохимические.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (72 часа)

Интерактивные методы, применяемые на лабораторном практикуме:
диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция.

Лабораторная работа № 1. Материальный баланс (24 часов)

Интерактивная форма: диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция. (24 часа).

Выполняются индивидуальные комплексные расчетные задания, позволяющие установить технологические и логические связи между стадиями изучаемого производства, использовать имеющиеся навыки по расчетам балансов.

Лабораторная работа № 2. Контроль качества на химическом производстве (4 часа)

Интерактивная форма: диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция.

Изучаются виды технического контроля, статистические методы контроля качества. Изучается составление контрольных карт, применение математических методов анализа к качеству на химических производствах.

Лабораторная работа № 3. Техничко-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности химического производства (4 часа)

Интерактивная форма: диспут, проект, лекция-беседа, проблемная лекция.

Проводится анализ эффективности действующего производства. Рассчитывается себестоимость готовой продукции по действующему производству. Определяется цена готовой продукции. Проводится анализ безубыточности по действующему производству. Определяются технико-экономические показатели.

Лабораторная работа № 4. Физико-химические методы оценки качества химической продукции. (4 часа)

Интерактивная форма: лекция-беседа, проблемная лекция.

Изучается хроматографический анализ смеси газов пиролиза.

Лабораторная работа № 5. Каталитический крекинг (9 часов)

Моделирование процессов каталитического крекинга и анализ сырья и продуктов. Проводится анализ и подготовка сырья, приготовление

катализатора, крекинг, выделение продуктов и анализ смеси продуктов с установлением их состава.

Лабораторная работа №6. Термодинамическое совершенство технологических систем (9 часов.)

Проводятся термодинамические расчеты химических и химико-технологических систем

Лабораторная работа № 7. Эксергетический анализ (9 часов)

На примере конверсии метана проводится анализ эффективности использования эксергии.

Лабораторная работа № 8. Кинетический анализ химико-технологических процессов (9 часов)

Интерактивная форма: лекция-беседа, проблемная лекция.

Исследование механизма гетерогенных и гетерогенно-каталитических процессов. Выбор кинетических уравнений в зависимости от лимитирующей стадии. Классификация реакторов для гетерогенно-каталитических процессов и их сравнительная характеристика. Расчет каталитических реакторов.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Избранные главы химической технологии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№	Контролируемые	Оценочные средства - наименование
---	----------------	-----------------------------------

п/п	модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Материальный баланс Раздел 2. Контроль качества на химическом производстве	ПК-4 ПК-5	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 1-9)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6).	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Сдача ИЗ №1 (УО-2)	
2	Раздел 3. Кинетический анализ химико-технологических процессов Раздел 4. Термодинамическое совершенство технологических систем	ОПК-4	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам. Собеседование (УО-1). Сдача ИЗ №2 (УО-2).	экзамен (вопросы 10-18)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Контрольная работа (ПР-2).	
3	Раздел 5. Каталитический крекинг	ОПК-4	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 19-251)
			Умеет	Собеседование (УО-1).	
			Владеет	Собеседование (УО-1). Контрольная работа (ПР-2).	

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем. / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампи, В. Г. Иванов - Санкт-Петербург: Лань.- 2014.-384 с.

<https://e.lanbook.com/book/45973>

2. Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. - Санкт-Петербург: Лань.- 2013.-168 с.

<https://e.lanbook.com/book/37359>

3. Лебедев Н.Н. / Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза // М.: Альянс.- 2013 -589с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692724&theme=FEFU>

4. Бесков, В. С. Общая химическая технология: учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. направлениям подготовки бакалавров и дипломированных спец. / В. С. Бесков. – Москва: Академкнига, 2016.–452 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245508&theme=FEFU>

5. Касаткин А.Г./ Основные процессы и аппараты химической технологии// М: Альянс. – 2014. -750 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:234799&theme=FEFU>

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Аверьянов В. А. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие для вузов по направлениям и специальностям в области химической технологии / В. А. Аверьянов, С. А. Баташов, Н. П. Белова и др.-М. Бином. -2010.- 279 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298118&theme=FEFU>

2. Амелин А.Г./Общая химическая технология. Учебное пособие. - М.: Химия, 1977. - 400 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245110&theme=FEFU>

3. Бесков В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии / В.С.Бесков–М: Химия. – 1999. –470 с.

4. Общая химическая технология / Под ред. И. П. Мухленова. – М.: Высшая школа, 1996. – 463с.

5. Кузнецов Л.Д. и др. / Синтез аммиака // М.: Химия. 1982.-286 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:309978&theme=FEFU>

6. Дытнерский Ю.И. / Процессы и аппараты химической технологии // В 2 кн. М.: Альянс. 2010, - 493 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:308424&theme=FEFU>

7. Основы технологии переработки пластмасс / Под ред. Кулезнева В.Н., Гусева В.К. // М.: Химия. 1995

8. Плановский А.М.и др. . / Процессы и аппараты химической технологии // М.: Госхимиздат. 1962

9. Ю. Б. Швалёв, В. В. Коробочкин «Химические процессы и реакторы».- Издательство ТПУ.- Томск 2008-197с

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html>

2. Сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева: <http://www.pxy.ru/>

3. Леонтьева А.И., Брянкин К.В.Общая химическая технология: Учеб. пособие. Ч. 1.Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 108 с. <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2004/leonteva.pdf>

4. Брянкин К.В., Утробин Н.П., Орехов В.С., Дьячкова Т.П. Общая химическая технология: Учебное пособие. Часть 2 - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2006. - 172 с.<http://window.edu.ru/resource/555/38555>

5. Электронно-лекционный курс В.К. Хлесткин, <http://lib.nsu.ru:8080/xmlui/bitstream/handle/nsu/621/Лекция%2001%20Введение.pdf?sequence=1>

6. Библиотека «Учебные материалы» НГУ http://www.unn.ru/chem/ism/library-edu_lit.php

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание методических указаний включает:

- рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины;
- описание последовательности действий студента, или алгоритм изучения дисциплины;
- рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса;
- рекомендации по работе с литературой;
- рекомендации по подготовке реферата;
- список методических разработок и рекомендаций
- методические рекомендации к выполнению лабораторных работ (Приложение 3).

VII. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Не предусмотрено

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- Аквадистиллятор электрический, аптечный ДЭ-4-02 "ЭМО" 2007 г
- Весы электронные, лабораторные MW-2 CAS
- Встряхивающее устройство с подогревом ЛАБ-ПУ-01 (8 кг)
- Вибрационная мельница ВМ-4
- Вибрационный грохот Analisette 3 Fritsch Germany
- Колбонагреватель LAB-FH-1000Euro Колбонагреватель LAB-FH-500Euro
- Колбонагреватель ЛАБ-КН-250 LOIP
- Колбонагреватель ЛАБ-КН-500 LOIP-2шт.
- Колбонагреватель ЛАБ-КН-1000 LOIP
- Магнитная мешалка с подогревом до 300 °С MR-3001 Heidolph Германия
- Набор сит для грунта d=200 мм с поддоном и крышкой из нержавеющей стали
- Прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35/3 Аквилон
- Рефрактометр ИРФ-454 Б2 М
- Спектрофотометр UNICO 1200/1201
- Термостат жидкостной ЛАБ-ТЖ-ТС-01/8-100-2 шт.
- Термостат жидкостной ЛАБ-ТЖ-ТС-01/16-150
- Колбонагреватель LAB-FH-250Euro
- Электроплитка с регулятором- ЭПШ-1-0,8/220 4 Россия, 2009 г-2 шт.
- Импульсный источник питания ИПР-800, Россия



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Избранные главы химической технологии»
18.04.01 «Химическая технология»
Форма подготовки (очная)

Владивосток
2018

План-график самостоятельной работы изучения дисциплины

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Подготовка к выполнению лабораторных работ	10 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Прием отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
2.	В течение семестра	Подготовка индивидуального задания	40 часов	Оценка ИЗ (ПР-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к контрольным работам	10 часов	Контрольные работы (ПР-2)
4.	16-18 неделя	Подготовка к экзамену	36 час	Экзамен
	Итого		96 час	

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе.

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Вопросы к лабораторным работам по темам:

Материальный баланс

1. Составляющие материального баланса
2. Составляющие теплового баланса
3. Материальный и тепловой балансы как основа оценки эффективности химического производства
4. Метод материально-поточковых графов
5. В ABC содержится 0,115 об. долей аммиака. Определите избыток кислорода в ABC, необходимый для окисления образовавшегося оксида азота (II).
6. Определить массу 20% олеума, который может быть получен переработкой 52000 т серы, содержащей 2% примесей.

Контроль качества на химическом производстве:

1. Факторы, влияющие на качество продукции.
2. Методы управления качеством
3. Оценка уровня качества
4. Показатели качества. Классификация показателей качества

5. Методы определения показателей качества
6. Методы оценки качества: дифференциальный, смешанный, статистический
7. ОТК предприятий
8. Статистические методы управления качеством и области их применения
9. Статистические методов как инструменты контроля качества: расслаивание (стратификация) данных; графики; диаграмма Парето; причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы или «рыбий скелет»); контрольный листок и гистограмма; диаграмма разброса; контрольные карты.

Технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности химического производства

1. Капитальные и текущие затраты в химическом производстве.
2. Структура себестоимости единицы химической продукции.
3. Анализ себестоимости.
4. Доля топливно-энергетических затрат в себестоимости.
5. Пути снижения себестоимости

Физико-химические методы оценки качества химической продукции

1. Измерения в промышленном контроле
2. Методы и средства промышленного контроля, промышленные анализаторы
3. Стадии аналитического процесса
4. Обработка аналитического сигнала, погрешности
5. Классификация методов анализа
6. Дайте определение следующих терминов: правильность,
7. Прецизионность, сходимость (повторяемость), воспроизводимость, достоверность, точность анализа. Объясните их значение в аналитической химии

Каталитический крекинг

1. Какие вещества называют каталитическими ядами? Приведите примеры типичных ядов в нефтепереработке и нефтехимии.
2. Объясните механизм действия окислительно-восстановительных катализаторов. Приведите примеры таких катализаторов.
3. Объясните механизм действия катализаторов кислотного типа. Приведите примеры таких катализаторов.

4. Что такое карбокатионы? Приведите примеры реакций карбокатионов.
5. Дайте определение процессу каталитического крекинга. Назовите его основные параметры и химические реакции.
6. Приведите реакции алканов в каталитическом крекинге.
7. Приведите реакции циклоалканов в каталитическом крекинге.
8. Приведите реакции алкенов в каталитическом крекинге.
9. Приведите реакции аренов в каталитическом крекинге.
10. Назовите катализаторы каталитического крекинга. Приведите общую формулу цеолитов и структурные формулы алюмосиликатов. Объясните, что такое кислоты Бренстеда и Льюиса.
11. Назовите продукты каталитического крекинга и области дальнейшего их применения.
12. Назначение и сущность процесса каталитического крекинга.
13. Основы механизма, химизма и кинетики каталитического крекинга.
14. Структура, состав и свойства катализаторов крекинга. Модифицирующие добавки к катализаторам.
15. Понятия – свежий, регенерированный, закоксованный и равновесный катализатор.
16. Характеристика сырья процесса каталитического крекинга. Требования к качеству сырья.
17. С какой целью проводится предварительное гидрооблагораживание сырья?
18. Влияние гетероатомных соединений сырья на показатели процесса и качество продуктов.
19. Почему в сырье нежелательно присутствие азотистых соединений? Методы предотвращения их отрицательного действия.
20. Целевые продукты каталитического крекинга. Основные показатели качества.
21. Почему в легких продуктах каталитического крекинга содержится значительное количество изоалканов и алкенов, а в тяжелых – аренов?
22. Схема выделения и переработки газов каталитического крекинга.
23. Сравните свойства и состав бензинов каталитического и термического крекингов. Чем вызваны их отличия?
24. Типовой материальный баланс процесса каталитического крекинга.

25. Основные факторы, влияющие на процесс каталитического крекинга.
26. Что такое перекрекинг сырья и в результате чего он может наблюдаться?
27. Основной метод предотвращения перекрекинга.
28. Структуры комплексов каталитического крекинга (комплексы глубокой переработки).
29. Типы реакторно-регенераторных блоков.
30. Устройство и схема работы лифт-реактора крекинга.
31. Назначение и конструкция зон отпарки катализатора в лифт-реакторе.
32. Особенности конструктивного оформления реактора процесса MSCC (каталитический крекинг миллисеконд).
33. Устройство, схема и параметры работы современных регенераторов катализатора.
34. Что является движущей силой, перемещающей катализатор в лифт-реакторе?
35. Способы соединения циклонов и реактора для быстрого отделения катализатора от продуктов реакции в лифт-реакторах.
36. Циклоны, их конструкция, принцип действия.
37. Способы регулирования температуры по высоте реактора.
38. Назначение и принцип работы двухступенчатого регенератора.
39. Назначение, принцип работы и конструкция выносных холодильников катализатора

Термодинамическое совершенство технологических систем

1. Эффективность функционирования технологической системы
2. Материальные потоки в производстве азотной кислоты
3. Интегральная характеристика эффективности системы
4. Производство энтропии в модельных неравновесных системах (газофазовая химическая реакция)
5. Скорость производства энтропии

Эксергетический анализ

- 1 Уравнения баланса потоков масс компонентов, критерии эффективности использования сырья
- 2 Уравнения баланса потоков энергии
- 3 Термодинамическая шкала качества энергии
- 4 Цикл Карно
- 5 Эксергия материальных потоков

6 Оценка работоспособности системы через эксергию

Работа над курсовым проектом:

В целях реализации задач дисциплины, поставленных в данной РУПД, часть самостоятельной работы студентов посвящена написанию курсового проекта по индивидуальной теме. Общая направленность курсового проекта – проработка технологических вопросов конкретного химического производства с обязательным рассмотрением следующих вопросов:

- исходное сырье для получения продукта, характеристике физических и физико-химических свойств продукта, области применения и масштабы производства продукта, характеристика основных способов производства, выбор и обоснование способа производства;
- предприятия-производители в нашей стране и за рубежом
- физико-химические закономерности выбранного технологического процесса (термодинамика, кинетика, катализаторы.);
- технологическая схема процесса получения продукта и ее описание и чертежная документация в соответствии с ГОСТ, основные реакционные аппараты, описание процессов в реакторах, схемы реакторов и их описание;
- основные энергетические характеристики процесса, водоподготовка и потребление воды в производстве продукта;
- степень экологической опасности исходного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов продукта. Характеристика источников загрязнения атмосферы (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы)
- перспективные направления развития технологии продукта, новые области его применения.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами

индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) -те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б -те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Избранные главы химической технологии»

18.04.01 «Химическая технология»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2018

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4)</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - Основные понятия химической технологии - Теоретические основы и принципы материального и теплового баланса - Законы и принципы расчета кинетических и термодинамических условий химических процессов - методы и приемы анализа ХТС
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов - выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов материальных и тепловых балансов - навыками расчетов термодинамических и кинетических показателей процесса - навыками расчетов степеней превращения, селективности и выхода - навыками расчетов гетерогенных и гетерогенно-каталитических процессов - навыками расчетов при оценке обогащения сырья и водоподготовке
<p>готовностью к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки (ПК- 5)</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические и технологические свойства используемых сырья, материалов и готовой продукции - правила отбора проб и методику проведения анализов - методы проведения наблюдений за ходом технологического процесса - государственные стандарты и технические условия на используемое сырье, готовую продукцию; ассортимент готовой продукции
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать нормы выработки, нормативы на расход материалов
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - методами контроля качества продукции и хода технологического процесса по графикам контрольных карт, сетевым графикам и картам технического контроля. - методами обработки технологических и аналитических данных методом математической статистики
<p>способностью осуществлять разработку предложений по увеличению ассортимента и</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> -основы теории процесса в химическом реакторе - регламент технологического процесса - типовую структуру АСУ ТП - задачи оптимизации системы управления в химических производствах
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - использовать технические средства для

улучшению качества продукции, глубины переработки сырья, разработку новых рецептур, режимов технологического процесса (ПК -4)		измерения параметров
	Владеет	- методологией исследования процессов химического взаимодействия и явлений переноса на всех масштабных уровнях

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Материальный баланс Раздел 2. Контроль качества на химическом производстве	ПК-4 ПК -5	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 1-10)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам. Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6).	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Сдача ИЗ №1 (УО-2)	
2	Раздел 3. Кинетический анализ химико-технологических процессов Раздел 4. Термодинамическое совершенство технологических систем	ОПК-4	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам. Собеседование (УО-1). Сдача ИЗ№2 (УО-2).	экзамен (вопросы 11-18)
			Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6). Контрольная работа (ПР-2). Защита курсового проекта	
3	Раздел 5. Каталитический крекинг	ОПК-4	Знает	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам.	экзамен (вопросы 19-25)
			Умеет	Собеседование (УО-1).	
			Владеет	Собеседование (УО-1). Контрольная работа (ПР-2).	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК- 5 готовностью к решению профессиональных производственных задач – контролю	знает	- физико-химические и технологические свойства используемых сырья, материалов и готовой продукции	- знание теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в	- Способен сформулировать основные теоретические положения фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и

<p>технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки</p>		<p>- правила отбора проб и методику проведения анализов - методы проведения наблюдений за ходом технологического процесса - государственные стандарты и технические условия на используемое сырье, готовую продукцию; ассортимент готовой продукции</p>	<p>химическом и биотехнологическом производстве - норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии - знание основных технологических схем химических производств, типов химических реакторов и условий их работы.</p>	<p>биотехнологическом производстве - знает технологические схемы и закономерностей производства основных неорганических и органических веществ. Знает принципы и условия работы химических реакторов</p>
	умеет	<p>- рассчитывать нормы выработки, нормативы на расход материалов</p>	<p>Умение применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического о промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).</p>	<p>Способен применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).</p>
	владеет	<p>- методами контроля качества продукции и хода технологического процесса по графикам контрольных карт, сетевым графикам и картам технического контроля. - методами</p>	<p>владение методами анализа и обобщения результатов расчетов в области химии и химической технологии</p>	<p>Владеет методами решения профессиональных производственных задач – контроля технологического процесса, разработки норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору</p>

		обработки технологических и аналитических данных методом математической статистики		оборудования и технологической оснастки
ПК -4 способность осуществлять разработку предложений по увеличению ассортимента и улучшению качества продукции, глубины переработки сырья, разработку новых рецептур, режимов технологического процесса	знает	-основы теории процесса в химическом реакторе - регламент технологического процесса - типовую структуру АСУ ТП - задачи оптимизации системы управления в химических производствах	знание основных технологических схем химических производств, типов химических реакторов и условий их работы.	знает технологические схемы и закономерностей производства основных неорганических и органических веществ. Знает принципы и условия работы химических реакторов.
	умеет	- использовать технические средства для измерения параметров	Способность к анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	способен осуществлять разработку предложений по увеличению ассортимента и улучшению качества продукции, глубины переработки сырья, разработку новых рецептур, режимов технологического процесса
	владеет	- методологией исследования процессов химического взаимодействия и явлений переноса на всех масштабных уровнях	владение методами анализа и обобщения результатов расчетов в области химии и химической технологии	владеет способностью применять теоретические знания в области неорганической, органической, аналитической и физической химии для анализа всех аспектов химического и биотехнологического промышленного производства. Умеет рассчитать сырьевые и энергетические затраты производства.
ОПК-4 готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке	знает	Основные понятия химической технологии - Теоретические основы и принципы материального и теплового баланса - Законы и принципы расчета кинетических и термодинамических условий химических процессов - методы и приемы	Знание теории фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве	Способен сформулировать основные теоретические положения фундаментальных разделов химической науки, применяемых в химическом и биотехнологическом производстве

теоретических гипотез		анализа ХТС		
	умеет	<p>- анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов</p> <p>- выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов</p>	<p>Умение применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического о промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).</p>	<p>Способность применять теоретические знания для понимания основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства; ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности (анализировать и обосновывать оптимальные параметры процессов, выбирать рациональный способ использования сырьевых и энергетических ресурсов).</p>
	владеет	<p>- навыками расчетов материальных и тепловых балансов</p> <p>- навыками расчетов термодинамических и кинетических показателей процесса</p> <p>- навыками расчетов степеней превращения, селективности и выхода</p> <p>- навыками расчетов гетерогенных и гетерогенно-каталитических процессов</p> <p>- навыками расчетов при оценке обогащения сырья и водоподготовке</p>	<p>Владеет основными химическими, физическими и техническими аспектами химического и биотехнологического о промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.</p> <p>Владеет методами математического моделирования материалов и технологических процессов, теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез</p>	<p>Способность к анализу основных химических, физических и технических аспектов химического и биотехнологического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.</p> <p>Владение методами математического моделирования материалов и технологических процессов, теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез</p>

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины
Перечень оценочных средств**

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) – Вопросы по темам/разделам дисциплины.

3. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы билетов.

II. Письменные работы

1. Контрольная работа (ПР-2) (Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) - Комплект контрольных заданий.

2. Индивидуальное задание (ИЗ) (Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) - Комплект контрольных заданий

3. Лабораторная работа (ПР-6) (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) – Темы лабораторных работ представлены в соответствующем разделе.

Промежуточная аттестация студентов.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Избранные главы химической технологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Избранные главы химической технологии» предусмотрен экзамен (2 семестр). Экзамен проводится в устной форме: устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

Примеры заданий к лабораторным работам по темам:

1. Материальный баланс

Вариант № 1. Производство минеральных удобрений

Исходные данные. Из аммиака, синтезированного из азотоводородной смеси (АВС), получают нитрат аммония, карбамид и нитроаммофоску, содержащую фосфорный компонент в форме маноаммонийфосфата. Азотная кислота для производства нитрата аммония поступает со стороны. Оксид

углерода (4) для производства карбамида получают обжигом карбоната кальция. Полученный раствор нитрата аммония упаривают до заданной концентрации. Хлорид калия для производства нитроаммофоски получают галургическим методом из сильвинита. Экстракционную фосфорную кислоту для этой же цели получают из фторапатитового концентрата. Нитроаммофоску используют для удобрения полей. При этом недостающее до нормы количество азота дополняют внесением в почву карбамида.

Содержание задания.

1. Составить материально-поточный граф перемещения продуктов, отражающий переходы и превращения указанных в задании веществ.

2. Рассчитать материальный баланс аппарата нейтрализации (ИТН) на 1 т сухого нитрата аммония и представить его в виде таблицы в килограммах и массовых долях. При расчете баланса принять, что нейтрализация азотной кислоты аммиаком протекает полностью.

3. Определить: 1) число колонн синтеза аммиака; 2) массу азотной кислоты для производства нитрата аммония; 3) число печей обжига карбоната кальция; 4) массу сильвинита и массу фторапатитового концентрата для получения компонентов, используемых в производстве нитроаммофоски; 5) массу серной кислоты для производства фосфорной кислоты; 6) массу циркулирующего при 100 °С щелока для полного извлечения хлорида кальция из 1 т сильвинита; 7) площадь полей, удобряемых нитроаммофоской в расчете на калий (K_2O); 8) массу карбамида, вносимого на этой площади в почву для доведения содержания азота в ней до нормы.

Показатель	размерность	Вариант	Интервал значений показателя
Масса карбамида	т/год	А	$5,9 \cdot 10^4 - 6,0 \cdot 10^4$
Масса нитрата аммония	т/год	А	$4,8 \cdot 10^4 - 5,0 \cdot 10^4$
Масса нитроаммофоски (НАФК)	т/год	А	$1,8 \cdot 10^4 - 2,0 \cdot 10^4$
Содержание КСl в продукте	масс. дол.	А	0,94-0,96
Степень извлечения КСl из сырья	дол. ед.	А	0,88-0,92
Норма внесения удобрения в почву: Азотных(N) Калийных (K_2O)	кг/га	А, Б	42-45 28-32
Содержание в нитроаммофоске: Азота (N) Калия (K_2O) Фосфора (P_2O_5)	масс. дол.	А, Б	0,18-0,22 0,18-0,21 0,17-0,21
Доля азота в форме NH_4^+ в	дол. ед.	А, Б	0,58-0,62

НАФК			
Выход нитрата аммония	дол. ед.	А, Б	0,94-0,96
Содержание нитрата аммония в растворе, выходящем из аппарата ИТН	масс. дол.	А, Б	0,68-0,72
Концентрация азотной кислоты	масс. дол.	А, Б	0,50-0,54
Выход карбамида	дол. ед.	А, Б	0,94-0,96
Объем катализатора в колонне	м ³	А, Б	2,8-3,0
Интенсивность катализатора	кг/ м ³ ·ч	А, Б	1480-1500
Размер обжиговой печи: Диаметр Высота	м	А, Б	3,4-3,6 16-18
Интенсивность печи обжига	кг/ м ³ ·ч	А, Б	38-41
Выход оксида углерода (4)	дол. ед.	А, Б	0,92-0,95
Содержание КСl в сильвините	масс. дол.	А, Б	0,18-0,22
Содержание P ₂ O ₅ в концентрате	масс. дол.	А, Б	0,32-0,38
Выход фосфорной кислоты	дол. ед.	А, Б	0,94-0,96
Степень использования фосфорной кислоты в производстве нитроаммофоски	дол. ед.	А, Б	0,88-0,92
Концентрация серной кислоты	масс. дол.	А, Б	0,93-0,94
Площадь удобряемых полей	Га	Б	10 ⁵ -1,1·10 ⁵
Выход нитроаммофоски	дол. ед.	Б	0,88-0,92
Масса карбамида	т/год	Б	3,8·10 ⁴ -4·10 ⁴
Выход КСl от сильвинита	дол. ед.	Б	0,20-0,22
Содержание CaCO ₃ в карбонате	масс. дол.	А, Б	0,92-0,94
Степень обжига карбоната кальция	дол. ед.	А, Б	0,95-0,96

Вариант № 2. Производство экстракционной фосфорной кислоты

Из апатито-нефелиновой руды обогащением получают апатитовый концентрат. Концентрат перерабатывают в экстракторах полугидратным методом в фосфорную кислоту. Полученную фосфорную кислоту упаривают в вакуум-выпарных аппаратах. Часть кислоты используют для производства двойного суперфосфата, остальную отпускают на сторону. Двойной суперфосфат применяют для удобрения полей.

Задание:

1. Составить материально-поточный граф перемещающихся продуктов, отражающий их производство и использование

2. Составить материальный баланс экстрактора на 1 т апатитового концентрата и представить его в виде таблицы в кг и массовых долях. При

расчете баланса считать, что разложение концентрата происходит полностью, а серная кислота применяется в виде моногидрата

3. Определить: массы серной кислоты и воды для производства фосфорной кислоты; число экстракторов; массу воды, испарившейся при концентрировании кислоты; массу двойного суперфосфата; массу фосфорной кислоты, отпускаемой на сторону; массу апатитового концентрата, расходуемого на производство двойного суперфосфата.

Приложение: Таблица показателей для расчета

Вариант № 3. Производство серной кислоты и олеума

Исходные данные. Из руды флотацией получают флотационный колчедан. Его обжигают в печах кипящего слоя “КС”. Полученный печной газ разбавляют воздухом до заданного содержания оксиды серы (IV). Скорректированный по составу газ контактирует в аппаратах с неподвижным слоем катализатора по схеме двойного контактирования ДК-ДА и после адсорбции получают серную кислоту.

Содержание задания:

1. Составить материально-поточный граф перемещающихся продуктов, отражающий стадии производства.

2. Рассчитать материальный баланс печи обжига колчедана “КС” на 1 т колчедана и представить его в виде таблицы в килограммах и массовых долях. При расчете баланса принять выход оксиды серы (IV), указанный в задании для всего процесса.

3. Определить:

a) Массу полученной серной кислоты;

b) Степень обогащения при флотации руды;

c) Число печей “КС”;

d) Расход воздуха на получение печного газа в расчете на 1 т колчедана и состав печного газа, считая обжиг полным;

e) Число контактных аппаратов окисления оксида серы (IV);

f) Объем воздуха, добавляемый к 100 нм³ печного газа для его корректировки, и состав скорректированного газа;

g) Состав газа, выходящего из контактного аппарата.

Приложение: Таблица показателей для расчета

2. Управление качеством в химической технологии

Пример задания: Исследовать возможность применения статистических методов контроля качества: расслаивания (стратификация) данных; диаграммы Парето; причинно-следственные диаграммы (диаграмма Исикавы или «рыбий скелет»); контрольного листка и гистограмм к решению

задач по анализу компонент топлива, мониторингу качества воды, изготовление изделий из полимеров, и др.

Приложение: Таблица показателей для расчета

3. Физико-химические методы оценки качества химической продукции

Пример задания: Осуществить аналитический контроль за ходом процесса пиролиза хроматографическим методом. Произвести расчет хроматограммы и определить объемное содержание компонентов смеси.

Вопросы к экзамену по «Избранные главы химической технологии»:

(примеры)

1. Материальные и тепловые балансы ХТС. Эксергетический анализ ХТС.
2. Составляющие материального баланса
3. Составляющие теплового баланса
4. Материальный и тепловой балансы как основа оценки эффективности химического производства
5. Метод материально-поточных графов
6. Контроль качества на химическом производстве: Факторы, влияющие на качество продукции. Методы управления качеством
7. Оценка уровня качества. Показатели качества. Классификация показателей качества. Методы оценки качества: дифференциальный, смешанный, статистический
8. Статистические методы управления качеством и области их применения
9. Статистические методы как инструменты контроля качества: расслаивание (стратификация) данных; графики; диаграмма Парето; причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы или «рыбий скелет»); контрольный листок и гистограмма; диаграмма разброса; контрольные карты.
10. Физико-химические методы оценки качества химической продукции. Измерения в промышленном контроле Методы и средства промышленного контроля, промышленные анализаторы
11. Использование законов термодинамики для химико-технологических расчетов.
12. Стехиометрические расчеты. Степень превращения, селективность, выход для обратимых и необратимых реакций

13. Термодинамическая шкала качества энергии. Эксергия материальных потоков. Оценка работоспособности системы через эксергию.

14. Понятие о микро- и макро- кинетике. Скорости необратимых, обратимых, экзотермических, эндотермических, последовательных и параллельных реакций.

15. Влияние температуры и давления на скорости и степень превращения веществ для обратимых реакций. Понятие об оптимальном температурном режиме.

16. Скорости гетерогенных процессов. Понятие лимитирующей стадии. Зависимость скорости гетерогенного процесса от диффузного и химического сопротивления.

17. Гетерогенно-каталитические процессы. Реакторы для каталитических процессов.

18. Каталитический крекинг. Назначение и сущность процесса каталитического крекинга.

19. Основы механизма, химизма и кинетики каталитического крекинга.

20. Структура, состав и свойства катализаторов крекинга. Модифицирующие добавки к катализаторам.

21. Структуры комплексов каталитического крекинга (комплексы глубокой переработки).

22. Типы реакторно-регенераторных блоков. Устройство и схема работы лифт-реактора крекинга.

23. Устройство, схема и параметры работы современных регенераторов катализатора.

24. Назначение, принцип работы и конструкция выносных холодильников катализатора

Примеры задач:

Задачи по теме «Термодинамические основы химической технологии»

1. Рассчитать константу равновесия для реакции $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons \text{CO}$, если известно, что для углекислого газа величина $\Delta G^\circ = -394572$ Дж/моль и для монооксида углерода $\Delta G^\circ = -137334$ Дж/моль.

2. Найти константы равновесия при температурах 500 и 2000 К для реакции



если $\Delta G_{500}^{\circ} = -20,2$ и $\Delta G_{500}^{\circ} = 25,3$ кДж/моль.

3. Рассчитать константу равновесия синтеза аммиака, если выход аммиака равен 0,15. Синтез проводится под давлением $3 \cdot 10^7$ Па. Азотоводородная смесь поступает на синтез в соотношении 1:3.

4. Рассчитать константу равновесия синтеза хлористого водорода из водорода и хлора, если равновесная степень превращения по хлору равна 0,65. Синтез проводится под давлением $3 \cdot 10^5$ Па. Реакционная смесь взята в стехиометрическом соотношении.

5. Рассчитать константу равновесия и равновесные концентрации окисления диоксида серы на ванадиевом катализаторе, если кислорода в смеси находится в 2 раза больше, чем требуется по стехиометрии. Степень превращения диоксида серы равна 0,99. Процесс проводится под атмосферным давлением. Исходная концентрация SO_2 составляет 10% объемных долей.

6. Рассчитать константу равновесия и равновесные концентрации реакции восстановления диоксида углерода на графите, если степень превращения диоксида углерода равна 0,96. Процесс проводится под атмосферным давлением.

7. Константа равновесия реакции



равна четырем. Рассчитать равновесный состав реакционной смеси, если для реакции взяты 1 моль кислоты и 1,5 моль спирта.

8. Рассчитать константу равновесия при температуре 573 К, равновесную степень превращения x_{pA} и равновесный состав смеси для жидкофазной реакции



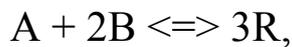
если $\Delta H_{573}^{\circ} = -24,5$ кДж/моль,

$\Delta S_{573}^{\circ} = -58$ кДж/(кмоль-град), $C_{A0} = 2$ кмоль/м³,

$C_{B0} = 2$ моль/м³, $C_{R0} = 0$.

9. Определить равновесную степень превращения реагента А и производительность по продукту R для реакции $2A \rightleftharpoons R + S$, протекающей в газовой фазе, если константа равновесия $K_c = 0,36$, температура проведения реакции $T = 400$ К, парциальное давление компонента в исходной смеси $P_{A0} = 0.1$ МПа, объемный расход через реактор $2 \text{ м}^3/\text{с}$, выход по продукту $E_R = 0,9$.

10. Определить константу равновесия, равновесную степень превращения компонента А и состав равновесной реакционной смеси для реакции



если $\Delta G_{373}^0 = -11,2$ кДж/моль, $C_{A0} = 1$ кмоль/м³,

$C_{B0} = 2$ кмоль/м³, $T = 373$ К.

11. В газовой фазе протекает реакция $A \rightleftharpoons 2R$. Вычислить равновесную степень превращения компонента А при давлении $P = 5$ МПа, если $K_p = 2,05 \text{ Мпа}^{-1}$.

12. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons 2R$ протекает при температуре 298 К и характеризуется тепловым эффектом $\Delta H_{298}^0 = -30\,000$ кДж/кмоль и изменением удельной энтропии $\Delta S_{298}^0 = -80$ кДж/(кмоль*К). Определить, во сколько раз изменится равновесная степень превращения реагентов, если соотношение начальных концентраций реагентов $C_{A0} : C_{B0}$ изменится от 0,5 до 0,25.

13. Обратимая реакция $A + B \rightleftharpoons R + S$ характеризуется следующими термодинамическими параметрами: $\Delta H_{330}^0 = -59\,500$ кДж/кмоль, $\Delta S_{330}^0 = -175,5$ кДж/кмоль*К). Определить, состав равновесной реакционной смеси, если $C_{A0} = C_{B0} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ кмоль/м³; температура проведения процесса $T = 330$ К.

14. Обратимая реакция первого порядка $A \rightleftharpoons R$ характеризуется следующими термодинамическими параметрами: $\Delta H^0 = -26\,000$ кДж/кмоль, $K_{p,298} = 17,5$. Определить во сколько раз изменится

значение равновесной степени превращения X_{pA} , если температуру проведения процесса изменить с 298 до 348 К. Считать, что ΔH^0 и ΔS^0 не зависят от температуры.

15. Для обратимой реакции $2A \rightleftharpoons R + S$ $\Delta G_{298}^0 = -5620$ кДж/кмоль. Определить равновесный состав смеси при температуре 298 К, если $C_{A0} = 0,2$ кмоль/м, $C_{R0} = C_{S0} = 0$.

16. Для обратимой реакции $A + B \rightleftharpoons R + S$ константы скорости прямой и обратной реакций, л/(моль·с), могут быть рассчитаны по уравнениям: $k_1 = 6,210^4 \exp[-27\,600/(RT)]$, $k_2 = 7,5 \cdot 10^5 \exp[-32\,000/(RT)]$. Определить состав равновесной реакционной смеси, если $C_{A0} = C_{B0} = 2$ кмоль/м³, $T = 500$ К.

17. Для реакции гидрирования бензола $C_6H_6 + 3H_2 \rightleftharpoons C_6H_{12}$ проводимой при начальном мольном соотношении реагентов $H_2:C_6H_6 = 10:1$, равновесная степень превращения бензола равна 0,95. Рассчитать состав равновесной смеси.

17. Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода X_p в газофазной реакции $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$, протекающей при давлении 0,5 МПа. Исходные реагенты взяты в стехиометрическом соотношении. Константа равновесия реакции $K = 8$. Найти также мольное отношение $H_2O:CO$, необходимое для увеличения x_p на 10%.

18. Рассчитать равновесное содержание фосгена, образующегося из оксида углерода и хлора, по следующим данным:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, К	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000
Количество:										
CO, моль	2	–	1,2	–	1,5	–	1,7	–	2	–
CO, м ³	–	50	–	100	–	150	–	200	–	300
Cl ₂ , моль	1	–	1,5	–	1,7	–	2	–	2,5	–
Cl ₂ , м ³	–	–	–	120	–	200	–	220	–	350

Температурная зависимость константы равновесия K_p , Па⁻¹:

$$\lg K_p = -5020/T + 1,35 \lg T - 5,582.$$

19. Рассчитать равновесное содержание триоксида серы при окислении диоксида серы кислородом по следующим данным:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °С	600	625	650	675	700	725	750	800	850	900
Количество:										
SO ₂ , моль	2,0	–	2,5	–	2,75	–	3,0	–	3,3	–
SO ₂ , м ³	–	100	–	125	–	150	–	175	–	200
O ₂ , моль	1	–	2	–	2	–	2,5	–	2	–
O ₂ , м ³	–	50	–	125	–	175	–	200	–	100

Температурная зависимость константы равновесия K_p , Па^{-0,5}:

$$\lg K_p = 4905,5/T - 7,4119.$$

20. Рассчитать равновесное содержание ацетилена, получающегося в процессе восстановления углерода водородом по следующим данным:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, К	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1700	1900	2000
Количество H ₂ :										
моль	–	1	–	1,5	–	2	–	2,2	–	2,5
м ³	100	–	150	–	200	–	250	–	300	–

Температурная зависимость константы равновесия реакции

$$\lg K_p = -1190/T + 2,37.$$

21. Газовую смесь, содержащую 20% объемных долей CO и 80% объемных долей N₂, пропускают при температуре 1273 К и давлении 0,1 МПа над оксидом железа, который восстанавливается до железа по реакции



Найти состав равновесной смеси, объемные доли, %, и количество образовавшегося Fe, кг, если константа равновесия равна 0,403. Расчет вести на 1000 м³ исходного газа.

22. Для реакции конверсии оксида углерода $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$ температурная зависимость константы равновесия имеет вид

$$\lg K_p = -2203,24/T + 5,1588 \cdot 10^{-5}T + 2,5426 \cdot 10^{-7} T^2 - 7,4617 \cdot 10^{-11}T^3 - 2,3.$$

Найти состав равновесной смеси при $T = 700$ К, если в исходной смеси на 1 моль CO приходится 2,4 моль H₂O.

23. Константа равновесия K для реакции $\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ при температуре 723 К и давлении 0.1 МПа равна 431,7 Мпа^{-0.5}. Найти для заданных условий K_c

24. Зависимость константы равновесия K_p , Па⁻¹, от температуры для реакции дегидрирования вторичного бутилового спирта



имеет вид

$$\lg K_p = -2790/T + 1,51 \lg T + 6,869.$$

Найти состав в молярных долях, %, равновесной газофазной реакционной смеси при температуре 600 К и общем давлении 0,2 МПа, если исходная смесь состоит из 1 моль бутилового спирта и 1 моль водорода.

25. Обратимая реакция $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{R}$ с тепловым эффектом $\Delta H^\circ = -30,5$ кДж/моль и энтропией $\Delta S^\circ = -80$ кДж/(кмоль-град) протекает при температуре 298 К.

Определить, во сколько раз изменится значение равновесной степени превращения вещества А, если соотношение начальных концентраций реагентов А и В уменьшить от 0,5 до 0,25.

Задачи по теме «Гетерогенные процессы»

1. Горение жидкого топлива протекает во внешнедиффузионной области. Топливо впрыскивается в камеру сгорания, образуя капли диаметром 0,1 мм, летящие со скоростью 1,5 м/с. Известно, что капля топлива диаметром 0,3 мм полностью сгорает в потоке такой же скорости за 2 с.

Какова длина участка пламени, в котором полностью сгорает топливо?

2. Гранулированный колчедан подается в печь обжига с движущимся слоем колчедана. Фракционный состав колчедана следующий: 10% массовых долей частиц с $R_0 = 3$ мм; 20% массовых долей частиц с $R_0 = 4$ мм; 70% массовых долей частиц с $R_0 = 6$ мм. Среднее время пребывания частиц в зоне реакции равно 6 мин. Время полного сгорания частиц равно соответственно 3,5 мин, 5 и 8 мин.

Определить среднюю степень превращения колчедана, если процесс лимитируется:

1. химической реакцией;
2. внешней диффузией;
3. внутренней диффузией.

3. Обжиг ZnS проводится в наклонном вращающемся трубчатом реакторе. Частицы твердого вещества движутся в реакторе со скоростью 10 см/с. Известно, что при данных условиях за 1 мин степень превращения ZnS составляет 70%.

Определить длину реактора, обеспечивающую 95%-ную степень превращения исходного сырья, если обжиг проводится в кинетической области.

4. Твердые частицы размером 10 мм реагируют по реакции $A_r + B_r = R_{ТВ} + S_r$ в потоке газа за 600 с на 80%. Процесс протекает во внешнедиффузионной области.

Какое должно быть время пребывания вещества для достижения 95%-ной степени превращения по твердому веществу, если гранулометрический состав твердой смеси следующий: 10% —

частицы размером 5 мм, 15% — частицы размером 6 мм и 75% — частицы размером 8 мм?

5. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_{\Gamma} + B_{\text{ТВ}} = R_{\Gamma} + S_{\text{ТВ}}$ в котором твердые частицы размером 6 мм за 10 мин реагируют на 95%. Процесс лимитируется внутренней диффузией.

Определить время для достижения той же степени превращения для частиц размером 10 мм.

6. Твердые частицы размером 6 мм реагируют по реакции $A_{\Gamma} + B_{\Gamma} = R_{\text{ТВ}} + S_{\Gamma}$ в потоке газа за 400 с на 90%. Процесс протекает в кинетической области.

Определить среднюю степень превращения твердого вещества за 360 с, если гранулометрический состав смеси следующий: 15% — частицы размером 2 мм, 60% — частицы размером 3 мм, 25% — частицы размером 4 мм.

7. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_{\Gamma} + B_{\text{ТВ}} = R_{\Gamma} + S_{\text{ТВ}}$ и лимитируется внешнедиффузионной областью. Твердые частицы размером 10 мм полностью реагируют за 15 мин. За время пребывания твердая часть реагирует на 80%. При переводе процесса в кинетическую область время полного превращения частиц твердого вещества становится равным 12 мин, а при переводе его во внешнедиффузионную область — 10 мин.

Определить степень превращения твердого вещества в кинетической и внешнедиффузионной областях за аналогичное время пребывания.

8. Обжиг ZnS проводится в наклонном вращающемся трубчатом реакторе. Частицы твердого вещества движутся в реакторе со скоростью 10 см/с. Известно, что при данных условиях за 1 мин степень превращения ZnS составляет 70%.

Определить длину реактора, обеспечивающую 95%-ную степень превращения исходного сырья, если обжиг проводится во внешнедиффузионной области.

9. Обжиг ZnS проводится в наклонном вращающемся трубчатом реакторе. Частицы твердого вещества движутся в реакторе со скоростью 10 см/с. Известно, что при данных условиях за 1 мин степень превращения ZnS составляет 70%.

Определить длину реактора, обеспечивающую 95%-ную степень превращения исходного сырья, если обжиг проводится в внутридиффузионной области.

10. В реакторе с кипящим слоем осуществляется восстановление CO_2 на углероде. В реактор непрерывно подается свежий углерод, так чтобы объем твердого вещества оставался постоянным и равным $0,1 \text{ м}^3$. За 10 мин реакции размер частиц уменьшается в 2 раза.

Определить степень превращения по углероду на данный момент времени, время полного превращения углерода и среднюю массовую скорость подачи углерода в реактор, если насыпная плотность углерода 480 кг/м^3 .

11. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_r + B_{\text{ТВ}} = R_r + S_{\text{ТВ}}$, в котором твердые частицы размером 12 мм за 20 мин реагируют на 75% при лимитирующей стадии внутренней диффузии.

На сколько сократится время пребывания в зоне реакции той же степени превращения, если размер частиц уменьшить в 2 раза?

12. Твердые частицы размером 6 мм реагируют по реакции $A_r + B_r = R_{\text{ТВ}} + S_r$ в потоке газа за 400 с на 80%. Процесс протекает во внешнедиффузионной области.

Какое должно быть время пребывания вещества в аналогичных условиях для достижения 90%-ной степени превращения, если гранулометрический состав твердой смеси следующий: 40% —

частицы размером 2 мм, 50% - частицы размером 4 мм и 10% — частицы размером 6 мм?

13. Гетерогенный процесс описывается реакцией $A_r + B_{тв} \rightarrow R_r$ в котором твердые частицы размером 6 мм имеют степень превращения 95%. Константа скорости реакции — 0,8 см/с, а коэффициент массоотдачи — 0,3 см/с. Концентрация реагента А в газовом потоке — 0,02 моль/л.

Рассчитать скорость превращения газового реагента, отнесенную к единице объема твердой фазы при заданной $x_{тв}$.

14. В реакторе происходит процесс восстановления диоксида углерода на гранулах углерода размером 8 мм. Константа скорости реакции — 0,2 см/с, а коэффициент массоотдачи — 0,03 см/мин.

При этом достигается степень превращения углерода равная 0,9.

Определить скорость превращения диоксида углерода, отнесенную к единице объема твердой фазы.

Задачи по теме гетерогенно-каталитические процессы

1. Степень использования внутренней поверхности катализатора равна 0,7. Размер пластинчатого зерна катализатора составляет 6 мм.

Определить эффективный коэффициент диффузии и область протекания процесса при проведении каталитической реакции типа $A \rightarrow R$ с константой скорости $0,12 \text{ с}^{-1}$.

2. Каталитическая реакция типа $A \rightarrow R$ проводится на пластинчатых зернах катализатора размером 3 мм. Константа скорости равна $1,85 \text{ с}^{-1}$. Эффективный коэффициент диффузии составляет $0,06 \text{ см}^2/\text{с}$.

Определить степень использования внутренней поверхности катализатора и область протекания процесса.

3. Как изменится скорость каталитического процесса и степень использования внутренней поверхности пористого катализатора в

виде пластин размером $2R_0 = 5$ мм, если понизить температуру с 560 до 500 К? Реакция первого порядка с константой скорости, с^{-1} , определяемой уравнением $k = 3,5 \cdot 10^6 \exp(-7600/T)$. Эффективный коэффициент диффузии остается неизменным и равным $0,7 \text{ см}^2/\text{с}$.

4. Проводится реакция первого порядка на пористом катализаторе пластинчатого типа с толщиной пластины 4 мм. Константа скорости реакции равна $0,3 \text{ с}^{-1}$. Эффективный коэффициент диффузии составляет $0,5 \text{ см}^2/\text{с}$. Как изменится наблюдаемая скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора, если взять катализатор с толщиной пластинки 6 мм?

5. Как изменится скорость каталитического процесса и степень использования внутренней поверхности пористого катализатора в виде пластин размером $2R_0 = 5$ мм, если понизить температуру с 560 до 500 К? Реакция первого порядка с константой скорости, с^{-1} , определяемой уравнением $k = 3,5 \cdot 10^6 \exp(-7600/T)$. Эффективный коэффициент диффузии остается неизменным и равным $0,7 \text{ см}^2/\text{с}$.

6. Как изменится наблюдаемая скорость каталитического процесса и степень использования внутренней поверхности сферического катализатора радиусом 8 мм, если температуру изменить с 559 К до 653 К? Реакция первого порядка. Константа скорости, с^{-1} , определяется уравнением $k = 4,2 \cdot 10^6 \exp(-8200/T)$. Эффективный коэффициент диффузии равен $0,6 \text{ см}^2/\text{с}$ и не зависит от температуры,

7. Определить изменение степени использования внутренней поверхности пористого катализатора и скорости реакции при проведении реакции первого порядка типа $A \rightarrow R$ при изменении температуры с 700 до 600 К и его формы с пластинчатой ($2R_0 = 4$ мм) на таблетированную ($2R_0 = 4$ мм, $H = 1/3D$). Эффективный коэффициент диффузии равен $0,02 \text{ см}^2/\text{с}$, константа скорости реакции при температуре 810 К составляет $3,2 \text{ с}^{-1}$, энергия активации данной реакции $\rightarrow 36700$ Дж/моль.

8. Определить изменение степени использования внутренней поверхности пористого катализатора и скорости реакции при проведении реакции первого порядка типа $A \rightarrow R$, если сферический катализатор диаметром 6 мм заменить пластинчатым, с размером пластины $2R_0 = 4$ мм. Эффективный коэффициент диффузии равен $0,3 \text{ см}^2/\text{с}$, константа скорости реакции при температуре 700 К составляет $0,82 \text{ с}^{-1}$.

9. Определить изменение степени использования внутренней поверхности пористого катализатора и скорости реакции при проведении реакции первого порядка типа $A \rightarrow R$ на сферическом катализаторе диаметром 6 мм при изменении температуры с 603 до 703 К. Эффективный коэффициент диффузии равен $0,09 \text{ см}^2/\text{с}$, константа скорости реакции при температуре 653 К составляет $1,52 \text{ с}^{-1}$, энергия активации данной реакции $\rightarrow 56,56 \text{ кДж/моль}$.

10. Разложение газового компонента А на твердом катализаторе протекает по схеме $2A \rightarrow R + S$. Рассчитать объем катализатора, необходимый для переработки $250 \text{ м}^3/\text{ч}$ исходной смеси, содержащей 70% компонента А и 30% инерта при температуре 473 К и давлении $15 \cdot 10^5 \text{ Па}$ с заданной степенью превращения 0,9, если на катализаторе объемом $0,1 \text{ м}^3$ при подаче $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ чистого компонента А при температуре 473 К и давлении $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$ достигается степень превращения 0,6.

11. На непористом катализаторе протекает реакция первого порядка. Константа скорости, отнесенная к единице объема катализатора, при температуре 500 К равна $1,5 \text{ с}^{-1}$. Энергия активации реакции составляет 84 кДж/моль. Коэффициент массоотдачи из потока газовой фазы к поверхности катализатора равен $2,5 \text{ м/с}$ и не зависит от температуры.

Построить зависимость $\ln/k_n = f(1/T)$ в интервале температур 450—800 К, определить область протекания процесса и как будет изменяться наблюдаемая энергия активации данной реакции.

Примеры билетов на экзамен:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования	
«Дальневосточный федеральный университет»	
<u>Школа естественных наук</u>	
Дисциплина «Избранные главы химической технологии»	
Форма обучения <u>очная</u>	
Семестр <u>1</u> 2018 - 2019 учебного года	
Реализующая кафедра <u>Химических и ресурсосберегающих технологий</u>	
Билет № <u>1</u>	
1.	<u>Гетерогенно-каталитические процессы на поверхности непористого катализатора</u>
2.	<u>Принципы зеленой химии</u>
3.	<u>Задача</u>
Заведующий кафедрой	<u>Реутов В.А.</u>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования	
«Дальневосточный федеральный университет»	
<u>Школа естественных наук</u>	
Дисциплина «Избранные главы химической технологии»	
Форма обучения <u>очная</u>	
Семестр <u>1</u> 2018 - 2019 учебного года	
Реализующая кафедра <u>Химических и ресурсосберегающих технологий</u>	
Билет № <u>9</u>	
1.	<u>Гетерогенные процессы. Модель сжимающаяся сфера</u>
2.	<u>Влияние температуры и давления на скорости и степень превращения веществ для обратимых реакций.</u>

3. Задача

Заведующий кафедрой

Реутов В.А.