

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

 Павленко В.И.  
« 15 » \_\_\_\_\_ 2016 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Общая химическая технология**

направление подготовки (специальность):

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Химическая технология вяжущих и композиционных материалов**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт: химико-технологический**

**Кафедра: технологии стекла и керамики**

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденного 11.08.2016г., № 1005
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (Ивлева И.А.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Технологии цемента и композиционных материалов

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Борисов И.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 2 » 09 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 2 » сентября 2016 г., протокол № 1

/Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Евтушенко Е.И.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 09 2016 г., протокол № 1

Председатель к.т.н., доцент  (Порожнюк Л.А.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-3	<p>Готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающейся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин; основы переноса тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты; методы оптимизации химико-технологических процессов; основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства; основы теории процесса в химическом реакторе.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта оценивать технологическую эффективность производства; произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе</p> <p><b>Владеть:</b> методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Общая химия
2.	Органическая химия
3.	Аналитическая химия и физико-химические методы исследований
4.	Коллоидная химия
5.	Физическая химия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Аналитическая химия и физико-химические методы исследований

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	85	85
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	131	131
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	77	77
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	36

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 2 Семестр 4**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Введение</b>					
	Химическая технология-наука о химических процессах и способах переработки сырья в продукты потребления и средства производства. Этапы развития хим. технологии, ее роль в народном хозяйстве. Основные направления в развитии хим. техники и технологии. Содержание и структура дисциплины в химико-технологическом образовании.	2			1
<b>Раздел 1: Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности.</b>					
	Сырье, полупродукт, целевой и побочный продукты, отходы. Классификация химического сырья. Рациональное использование сырья в химической промышленности. Основные методы и способы подготовки твердого химического сырья: измельчение, классификация, обезвоживание, обогащение и др. Типы агрегатов для их осуществления, технологические схемы и показатели. Вода – как химическое сырье. Источники водоснабжения. Показатели качества воды. Способы промышленной водоподготовки. Водоснабжение химических предприятий. Классификация сточных вод химической промышленности. Экологические проблемы использования воды в химических технологиях. Использование воздуха в химическом синтезе. Экологические проблемы выбросов в атмосферу. Источники энергии, используемые в химических технологиях. Классификация энергоресурсов, пути и способы их рационального использования. Новые виды энергии в химической технологии. Значение ВЭР в рациональном использовании энергии. Классификация ВЭР.	10	4	20	32
<b>Раздел 2: Химико-технологические процессы</b>					
	Классификация ХТП по комплексу признаков: химические признаки (вид химических реакций, термодинамические характеристик, схемы превращений); фазовые признаки (число взаимодействующих фаз и их агрегатное состояние), признаки стационарности процессов. Стадии ХТП,	14	8	8	26

	<p>технологические режим, параметры процессов. Лимитирующие стадии, диффузионная и кинетическая области протекания ХП, пути и способы интенсификации ХП. Технологические критерии эффективности ХТП: степень превращения, выход продукта, селективность, скорость реакции и их взаимосвязь.</p> <p>Обратимые (равновесные) ХТП. Равновесие химических реакций. Законы смещения равновесия. Принцип Ле-Шателье, как основа управления равновесными ХТП. Термодинамический анализ. Константа равновесия – количественная характеристика равновесия. Сдвиг равновесия под воздействием основных технологических параметров ХТП: температуры, давления, концентрации реагирующих веществ. Равновесный состав реагирующей смеси. Константа равновесия и равновесная степень превращения</p> <p>Гомогенные процессы и их место в химическом производстве. Модельные обратимые и необратимые реакции, основные зависимости и константы гомогенных процессов. Практическое использование закономерностей в управлении гомогенными ХТП.</p> <p>Гетерогенные процессы и их место в химическом производстве. Фазовый состав в гетерогенных (некаталитических) ХТП. Примеры гетерогенных ХТП. Стадии гетерогенного ХТП. Лимитирующая стадия гетерогенного ХТП и ее определение. Области протекания гетерогенных ХТП. Гетерогенные процессы в системе «газ-твердое».</p> <p>Роль и место каталитических процессов в химическом производстве. Каталитические процессы, их классификация. Значение и области применения промышленного катализа. Технологическая характеристика твердых катализаторов. Сущность катализа. Механизм действия катализатора. Гетерогенный катализ на твердом пористом катализаторе.</p> <p>Интенсификация ХТП, как основная задача, стоящая перед химической промышленностью. Пути интенсификации ХП: использование новых технологических процессов, катализ, физико-химические факторы ускорения реакций.</p>				
<b>Раздел 3: Общие принципы расчета химических реакторов.</b>					
	<p>Требования к химическим реакторам, как основному аппарату ХТС (обеспечение и поддержание необходимых параметров процессов, достижение высоких технологических характеристик продуктов, обеспечение устойчивости и стабильности режима, минимальных затрат и т.д.). Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе. Расчетные уравнения РИВ и РИС с учетом протекающих в них кинетических моделей химических реакций.</p>	2	2	4	8

	Сравнение эффективности РИС и РИВ. Каскад реакторов идеального смешения.				
<b>Раздел 4: Химико-технологические системы (ХТС)</b>					
	Технологический анализ ХТС, технико-экономический анализ ХТС, анализ функционирования системы. Материальный и тепловой балансы ХТС, как метод определения эффективности ХТС. Технология связанного азота. Получение синтез-газа из твердого и газообразного топлива. Синтез аммиака. Серная кислота в народном хозяйстве России. Сырье, способы его подготовки. Получение SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , дальнейшая технологическая переработка. Структурная схема производства H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> из колчедана. Нефть. Первичная переработка нефти. Сравнительная оценка процессов термического и каталитического крекинга. Заключительный обзор по новым химико-технологическим процессам, используемым в химической промышленности.	6	3	2	10
	<b>ВСЕГО</b>	34	17	34	77

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 4</b>				
1	Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности	Промышленная водоподготовка	2	2
		Формы выражения и контроль результатов химических анализов Расчеты состава сырья. Определение расходных коэффициентов	2	2
2	Химико-технологические процессы	Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов. Контрольная работа.	4	4
		Кинетика в расчетах химических процессов.	2	2
		Расчет константы равновесия и равновесного выхода продукта	2	2
3	Общие принципы расчета химических реакторов	Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе.	2	2
4	Химико-технологические системы (ХТС).	Расчеты материального и теплового балансов химических производств. Контрольная работа.	3	3
<b>ИТОГО:</b>			17	17
			<b>ВСЕГО:</b>	34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр № 4				
1	Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности	1. Технический анализ воды. 2. Флотация минералов. 3. Определение дисперсности сыпучих материалов. 4. Умягчение воды. 5. Определение качественных показателей нефтепродуктов и смазочных материалов.	20	20
2	Химико-технологические процессы	1. Каустификация содового раствора (часть 1). 2. Каустификация содового раствора (часть 2). 3. Изучение электрохимической коррозии	8	8
3	Химические реакторы. Общие принципы расчета	1. Определение скорости коррозии металлов.	4	4
4	Химико-технологические системы	1. Каустификация содового раствора (часть 2).	2	2
ВСЕГО:			34	34

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности	1. Понятие химической технологии. 2. Особенности химической технологии, как науки. Основные направления в развитии химической технологии. 3. Основные компоненты химической технологии. Классификация сырья. Рациональное использование сырья. Комплексная переработка сырья. 4. Механические способы разделения смесей твердых веществ. 5. Механические способы разделения смесей твердых веществ и жидкостей. 6. Физико-химические методы разделения газовых смесей 7. Термическое разделение растворов и смесей жидкостей 8. Флотация минералов. Виды флотационных реагентов и



		<p>машин</p> <p>9. Воздух- сырьё химической промышленности</p> <p>10. Использование энергии в химической промышленности</p> <p>11. Топливо и энергия в технологических процессах. Технологические характеристики топлива</p> <p>12. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы</p> <p>13. Вторичные энергоресурсы. Рациональное использование энергии в химической промышленности</p> <p>14. Химия высоких энергий. Плазмохимические процессы.</p> <p>15. Водные ресурсы на Земле. Атмосферные, поверхностные и подземные воды. Физические свойства воды. Показатели качества воды</p> <p>16. Показатели, характеризующие химические свойства и состояние воды. Способы выражения химического состава воды</p> <p>17. Промышленная водоподготовка. Физико-химические методы умягчения воды.</p> <p>18. Водоснабжение химических предприятий. Классификация и методы очистки сточных вод химической промышленности.</p>
2	Химико-технологические процессы	<p>1. Критерии эффективности х.т.п. (степень превращения, выход продукта, селективность).</p> <p>2. Химико-технологический процесс. Технологический режим и его параметры.</p> <p>3. Классификация химических реакций лежащих в основе ХТП</p> <p>4. Движущая сила процесса для обратимых и необратимых реакций</p> <p>5. Движущая сила процесса для обратимых и необратимых реакций</p> <p>6. Общая скорость химического процесса в реакторе. Факторы, влияющие на скорость и равновесие химической реакции</p> <p>7. Химическое равновесие. Закон действующих масс</p> <p>8. Термодинамические расчеты химико-технологических процессов</p> <p>9. Константа равновесия и энергия Гиббса. Уравнение изотермы Вант-Гоффа</p> <p>10. Принцип Ле- Шателье. Изменение равновесного превращения в ХТП</p> <p>11. Расчет равновесного состава реагирующей смеси.</p> <p>12. Константа равновесия и равновесная степень превращения.</p> <p>13. Типы химико-технологических процессов и способы их интенсификации.</p> <p>14. Гетерогенный химический процесс. Основные определения</p> <p>15. Каталитические процессы. Катализаторы. Природа действия катализаторов.</p> <p>16. Кинетические уравнения реакций. Правило знаков</p>
3	Общие принципы	1. Основные допущения модели каскада реакторов

	расчета химических реакторов.	идеального смешения. Расчёт К-РИС 2. Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе 3. Материальный и тепловой балансы ХТС. Стехиометрические расчеты.
4	Химико-технологические системы	1. Сырьевая база азотной промышленности 2. Получение технологических газов из твердых топлив и природного газа 3. Технологическая схема производства аммиака. 4. Устройства колонны синтеза аммиака. Проанализируйте режим ее работы. 5. Сырье для производства серной кислоты и методы ее получения. 6. Получение серной кислоты контактным методом из серы и серного колчедана. 7. Производство серной кислоты контактным методом из серы. 8. Охрана окружающей среды при производстве серной кислоты. 9. Состав и свойства нефти. Нефть-сырье химической промышленности. 10. Физико-химические основы первичной переработки нефти. 11. Особенности механизма каталитического и термического крекинга нефтепродуктов. Преимущества каталитического крекинга. 12. Деструктивная переработка нефти. Термический крекинг. 13. Пиролиз, коксование. Аппаратурное оформление.

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Учебным планом не предусмотрено.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Расчетно-графическое задание выполняется на тему «Расчет материального и теплового баланса химико-технологических систем», детальное изучение которых предусмотрено при изложении курса. Пояснительная записка содержит разделы: введение, краткое описание сырьевых материалов и методов их обогащения, описание технологической схемы производства с указанием стехиометрических уравнений, лежащих в основе получения целевых и побочных продуктов производства, расчеты материального и теплового баланса.

Для выполнения расчетно-графического задания изданы:

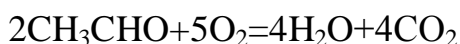
*Ивлева И.А.* Общая химическая технология: Учебное наглядное пособие. Часть 1 / И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013. – 70с

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для выполнения расчетно-

графического задания.

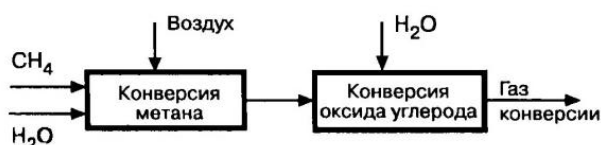
### Некоторые темы расчетно-графических заданий

1. Составить материальный баланс производства уксусной кислоты окислением ацетальдегида кислородом воздуха и рассчитать технологические показатели производства. Процесс окисления ацетальдегида в уксусную кислоту осуществляется в аппарате колонного типа при температуре 70-75 °С в присутствии солей и металлов переменной валентности, при этом протекают следующие реакции:

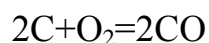
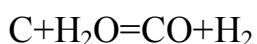


Производительность установки по ледяной уксусной кислоте 96,9 %-ной концентрации – 1500 кг/ч. Состав исходного ацетальдегида: ацетальдегид – 99 %, уксусная кислота – 0,5 %, вода – 0,5 %. Состав реакционной массы: уксусная кислота – 94 %, ацетальдегид – 2 %, муравьиная кислота – 1 %, вода – 3 %. Избыток воздуха по отношению к израсходованному по реакциям – 1,3.

2. Составить уравнения материального баланса для ХТС конверсии метана водяным паром с целью получения стехиометрической азотно-водородной смеси для синтеза аммиака (рис.). Объем метана, подаваемого на конверсию  $V = 1000 \text{ м}^3$ , мольное соотношение метана и водяного пара 1:3.

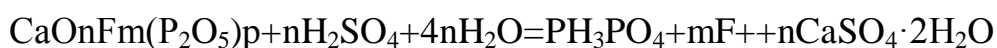


3. Определить расход бурого угля (70 % массовых долей углерода), водяного пара и воздуха для получения 1000 м<sup>3</sup> генераторного газа, в состав которого входят, об. %: CO – 40, H<sub>2</sub> – 18, N<sub>2</sub> – 42. Процесс газификации протекает по реакциям:



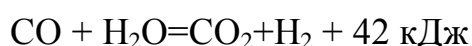
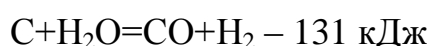
4. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 39,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 52 % CaO и 3 %

F. Норма серной кислоты 100 % от стехиометрической на CaO. Коэффициент извлечения в P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> экстракторе 0,98, а коэффициент отмывки P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при фильтрации 0,98. Концентрация исходной серной кислоты 76 %. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в продукционной кислоте 32 %. В газовую фазу выделяется 20 % фтора от содержащегося в сырье. Влажность гипса на карусельном фильтре в первой зоне – 45 %, второй – 43 %, в третьей – 40 %, в четвертой – 38 %. В процессе фильтрации на 1 т. апатитового концентрата испаряется 26,5 кг. воды. Расчет вести на 1 т апатитового концентрата.



5. Составить материальный баланс производства NH<sub>3</sub>. Степень превращения CaCN<sub>2</sub> составляет 75 %, а степень превращения в NH<sub>3</sub> 8,5 %. Расчет вести на производительность 70 т/сутки.

6. Составить материальный баланс процесса газификации 1 т кокса, идущей по реакциям:



В коксе содержится 3 масс. % зольных примесей, массовое соотношение пар:кокс=1,5, степень превращения углерода в коксе – 0,98, выход монооксида углерода – 0,9. Найти также общее количество подведенной теплоты.

7. Составить материальный баланс сжигания колчедана в печи КС-130. Производительность печи по колчедану 130т/сутки. Содержание серы в колчедане 31%. Содержание влаги в колчедане 3,2%. Содержание серы в огарке 1,5%. Содержание SO<sub>2</sub> в сухом печном газе 15%. Содержание O<sub>2</sub> в сухом печном газе 3%. Температура поступающего воздуха 18 °С. Относительная влажность воздуха 54%.

#### 5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы выполняются при изучении разделов (модулей): сырьевая и энергетическая базы химической промышленности, химико-технологические процессы, общие принципы расчета химических реакторов.

##### Контрольная работа 1.

1. Обработать химический анализ воды:

M – 3,077 мг/л

Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> – 7,0 мг/л

$\text{Ca}^{2+} - 59 \text{ мг/л}$   
 $\text{Mg}^{2+} - 15,7 \text{ мг/л}$   
 $\text{Cl}^- - 19,5 \text{ мг/л}$   
 $\text{SO}_4^{2-} - 1495 \text{ мг/л}$   
 $\text{HCO}_3^- - 163,0 \text{ мг/л}$   
 $\text{Fe}^{3+} - 2,06 \text{ мг/л}$   
 $\text{NH}_4^+ - 0,15 \text{ мг/л}$   
 $\text{pH} - 7,7$

Вычислить все виды жесткости. Записать анализ воды в виде формулы химического состава (видоизмененная формула Курлова). Определить название воды по классификации Г.А. Щукарева и О.А. Алекина.

2. Выход флотационного пирита составил 80 %. Определить потери при флотации, если руда содержала  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 4,5 \%$  мас. долей, связанного в лимонит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CaO} - 3,1 \%$  мас. долей, связанный в гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

3. Химическая технология. Основные понятия и определения.

#### Вариант № 2

1. Рассчитать расходный коэффициент железного колчедана с массовой долей  $\text{FeS}_2$  0,84 для получения 70%ного раствора серной кислоты массой 1 т. Массовая доля производственных потерь составляет 0,07.

2. Марганцевые руды представлены пиролюзитом  $\text{MnO}_2$  и манганитом  $\text{MnO}(\text{OH})$  и кальцитом  $\text{CaCO}_3$ . Определить содержание отдельных минералов, если химический состав руды следующий:  $\text{MnO}_2 - 25 \%$  мас. %,  $\text{MnO} - 15 \%$  мас. %,  $\text{CaO} - 6,8 \%$  мас. %.

3. Основные компоненты химической технологии. Классификация сырья.

#### Вариант № 3

1. Для умягчения водопроводной воды используется катионитовая колонка, рабочий объем которой  $0,27 \text{ м}^3$ . Через колонку пропускают воду жесткость которой  $8 \text{ мгэкв/л Ca}^{2+}$ . Объемная скорость течения воды  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Определить емкость поглощения катионита, если колонка работает без регенерации 16 ч.

2. Химический анализ сырья показал, что нефелин-сиенит содержит  $\text{K}_2\text{O} - 14 \%$  мас. % и  $\text{Na}_2\text{O} - 5 \%$  мас. %. Рассчитать отдельно содержание в породе ортоклаза  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  и нефелина  $3\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$  если  $\text{K}_2\text{O}$  связан в форме нефелина и ортоклаза, а  $\text{Na}_2\text{O}$  в форме нефелина.

3. Гравитационные методы обогащения

### Контрольная работа 2.

#### Вариант № 1

1. Жидкофазная реакция  $2\text{A} \rightarrow \text{R} + \text{S}$  имеет константу скорости  $k = 0,38 \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{мин})$ . Объемный расход исходного вещества А с концентрацией  $C_{\text{АО}} = 0,4 \text{ моль/л}$  составляет  $40 \text{ л/мин}$ . Определить объем реакторов РИС и РИВ при проведении процесса до достижения степени превращения  $X_{\text{А}} = 0,3$ .

2. Определить выход продукта R и степень превращения  $X_{\text{А}}$  реагента А, если обратимая реакция  $\text{A} \leftrightarrow 2\text{R}$  протекает при условиях, когда равновесная степень превращения  $X_{\text{А,е}} = 0,75$ , а соотношение концентрации продукта и реагента после окончания реакции  $C_{\text{R}} : C_{\text{А}} = 1$ .

3. Технические показатели производства. Критерии эффективности химико-

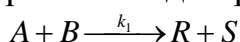
технологического процесса. Пределы изменения степени превращения, выхода продукта, селективности.

#### Вариант № 2

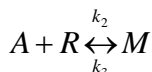
1. Определить выход продукта R и степень превращения  $X_A$  реагента A, если обратимая реакция  $A \leftrightarrow 2R$  протекает при условиях, когда равновесная степень превращения  $X_{A,e} = 0,4$ , а соотношение концентрации продукта и реагента после окончания реакции  $C_R : C_A = 1$ .
2. Определить степень превращения  $X_B$  и состав реакционной смеси ( $C_A, C_B, C_R, C_S$ ) для реакции  $A + B = 2R + S$ , если  $X_A = 0,5$ ,  $C_{A,0} = 2,0$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{B,0} = 0,4$  кмоль/м<sup>3</sup>.
3. Закон действующих масс. Константа равновесия и энергия Гиббса. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.

#### Вариант № 3

1. Используя правило составления кинетических уравнений сложных реакций запишите кинетические уравнения для расчета скорости по веществам A, B, R и



M для сложной реакции



2. Для параллельных реакций  $A \rightarrow R$  и  $A \rightarrow S$ , протекающих при постоянном объеме, определить степень превращения  $X_A$  реагента A, выход и селективность  $\varphi$  по целевому продукту R, если по окончании реакции концентрации веществ, кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{A,f} = 1$ ;  $C_{R,f} = 2$ ;  $C_{S,f} = 2$ .

3. Гомогенные процессы в химической технологии. Влияние основных факторов на скорость гомогенного процесса.

#### Вариант № 4

1. Протекает реакция:  $2A + 4B = 4R + 2S$ .

Начальное количество реагентов  $N_{A,0} = 15$  кмоль,  $N_{B,0} = 40$  кмоль. В реакционной смеси, выходящей из реактора, содержится  $N_R = 20$  кмоль продукта R. Известно, что в равновесной смеси при данных условиях содержится  $N_{A,e} = 3$  кмоль продукта A. Определить выход продукта R ( $\Phi_R$ ).

2. Определить степень превращения  $X_B$  и состав реакционной смеси ( $C_A, C_B, C_R, C_S$ ) для реакции  $A + 2B = 2R + S$ , если  $X_A = 0,7$ ,  $C_{A,0} = 1,1$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $C_{B,0} = 1,6$  кмоль/м<sup>3</sup>.

3. Каталитические процессы и их роль в ХТП.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Соколов, Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. т. 1. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000.
2. Соколов, Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. т. 2. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000.
3. Кутепов, А.М. Общая химическая технология: Учеб. для вузов / А.М. Кутепов. – Высшая школа, 1990.
4. Мухленов, Н.П. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч. 1 / Н.П. Мухленов. – М. Высшая школа, 1984.

5. *Мухленов, Н.П.* Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч. 2 / Н.П. Мухленов. – М. Высшая школа, 1984.
6. *Туболкин, А.Ф.* Расчет химико-технологических процессов / А.Ф. Туболкин, Е.С. Тумакова и др. – Л: Изд-во «Химия», 1976.
7. *Авербух, А.Я.* Практикум по общей химической технологии / А.Я. Авербух, Е.С. Тумаркин и др.– 2-е изд. Учеб. пособие для вузов. – М: Высшая школа, 1973.
8. **Общая** химическая технология: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 240304 – Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и направлений бакалавриата 240100 «Химическая технология», 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / сост.: И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 72 с.
9. **Общая** химическая технология: методические указания и задания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения специальности 240304 – Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / сост.: И.А. Ивлева, Л.Д. Шахова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 40 с.
10. *Ивлева И.А.* Общая химическая технология: учебное наглядное пособие / И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 70 с.

## 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. *Кутепов, А.М.* Общая химическая технология: учеб. для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – 3 изд., перераб. – М.: ИКУ Академкнига, 2003.
2. *Смирнов, Н.Н.* Химические реакторы в примерах и задачах / Н.Н. Смирнов. – Л: Химия, 1986.
3. *Бесков, С.Д.* Химические расчеты / С.Д. Бесков. – М.: Высшая школа, 1986.
4. *Ивлева, И.А.* Гидрогеология: Учеб. пособие / И.А. Ивлева, В.В. Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. – 116 с.
5. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. – 24 с.
6. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. – Технические условия. – 10 с.
7. ГОСТ 6307-75. Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей. – 3 с.
8. ГОСТ 2070-82. Нефтепродукты светлые. Методы определения йодных чисел и содержания непредельных углеводородов. – 9 с.

## 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://WWW.knigafund.ru/>
2. <http://ntb.bstu.ru/resources/el.php>
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. [https://elib.bstu.ru/Reader/Book/-](https://elib.bstu.ru/Reader/Book/)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных кабинетов и лабораторий. Организация отдельных лекций по дисциплине «Общая химическая технология» проводится на базе специализированной аудитории, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя.

Лабораторные занятия ведутся в специализированных учебных лабораториях № 302 и 210 кафедры технологии стекла и керамики, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям.

В лаборатории имеются приборы и оборудование:

Занятия ведутся в специализированной учебной лаборатории № 210 дисциплины «Общая химическая технология» кафедры прикладной химии, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям.

В лаборатории имеются приборы и оборудование:

- лабораторная флотационная машина камерного типа с воздушным и с механическим перемешиванием;
- вакуумный насос Комовского;
- вибропривод ВП-30ТД 200 мм;
- набор лабораторных сит;
- прибор ПСХ-11 (SP);
- термометр;
- мешалка;
- сушильный шкаф;
- ионообменные колонны;
- термостат;
- установка для определения электрохимической коррозии;
- капиллярный вискозиметр ВПЖ-2;
- капиллярный вискозиметр ВПЖ-1;
- набор ареометров;
- установка для определения воды в масле;
- аналитические весы Ohaus Adventurer AR 2140;
- химические реактивы и посуда;
- аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле (ТВЗ)

Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов.



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный  
год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «07» сентября 2017 г.


Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.И. Евтушенко  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.И. Павленко  
  
подпись, ФИО

## 8.2 УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена без изменений на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от 28.05.2018г.

/Заведующий кафедрой ТСК  Евтушенко Е.И.

/Директор ХТИ  Павленко В.И.