

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Общая химическая технология

**Код модуля**  
1158000

**Модуль**  
Основы химико-технологических процессов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гашкова Валентина Ивановна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- **Гашкова Валентина Ивановна, Доцент, технологии электрохимических производств**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** **Общая химическая технология**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	<b>5</b>	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** **Общая химическая технология**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений З-2 - Изложить основные принципы разработки	Домашняя работа Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p>	
<p>ОПК-7 -Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективност</p>	<p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы</p>	<p>Домашняя работа Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

и производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения	
--	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60</b>		
Текущая аттестация на лекциях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	5,17	50
<i>контрольная работа</i>	5,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Решение практических задач</i>	5,17	100

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>выполнение лабораторных работ</i>	5,17	40
<i>защита отчетов по лабораторным работам</i>	5,17	20
<i>Теоретический опрос по теме лабораторных работ</i>	5,17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### **Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)

5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания	Нет результата
----	---	--	----------------

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Техно-химические расчеты. Весовые расчеты реакций
2. Техно-химические расчеты. Весовые расчеты растворов
3. Техно-химические расчеты. Расчеты реакций с газовыми компонентами
4. Техно-химические расчеты. Переход от твердых и жидких веществ к газообразным.

Реакции с фазовыми превращениями

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Каустификация содового раствора
2. Кальцинация гидрокарбоната в псевдооживленном слое
3. Обезвоживание двухводного хлористого магния в кипящем слое
4. Флотационный метод обогащения сырья
5. Вода в химической технологии
6. Термическое разложение известняка
7. Получение искусственного карналлита из хлормагниевого щелока
8. Каталитический крекинг нефтепродуктов

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

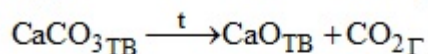
1. Характеристика химико-технологических реакций
2. Характеристика химико-технологических процессов по времени (периодические, непрерывные, полунепрерывные)



3. Характеристика химико-технологических процессов по фазовому состоянию реагентов
4. Математическое описание процессов с помощью уравнения Дармкеллера
5. Основные показатели химико-технологических процессов (выход, степень превращения, расходные коэффициенты, скорость реакции, производительность)
6. Характеристика технологических схем
7. Технологическая классификация химических реакторов

Примерные задания

1. Дана система с химической реакцией



Сколько фаз имеется в системе?

а) 2; б) 3; в) 4.

2. С какими из перечисленных терминов может употребляться термин «открытая система»

а) стационарная; б) нестационарная; в) периодическая; г) непрерывная.

3. Дано уравнение системы

$$\text{div}[D_i \text{ grad} C_i] + \beta_i \omega \Delta C_i + v_i r = -\frac{\partial C_i}{\partial \tau}.$$

Опишите эту систему (т.е. укажите виды имеющихся потоков и процессов).

4. Способы повышения скорости гетерогенных процессов.

5. Укажите показатели определения глубины протекания химико-технологического процесса

а) выход стехиометрический; б) выход практический; в) скорость реакции; г) селективность; д) степень превращения.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Рассчитать материальный и тепловой балансы производства соляной кислоты из элементов. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии
2. Составить материальный баланс производства аммофоса по схеме с аммонизатором-гранулятором. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии
3. Составить материальный баланс процесса получения двойного суперфосфата. Определить расходные коэффициенты по сырью
4. Изложить физико-химические основы сжигания колчедана в печах кипящего слоя
5. Изложить физико-химические основы получения экстракционной фосфорной кислоты сернокислотным разложением фосфатного сырья. Рассчитать материальный баланс процесса получения экстракционной фосфорной кислоты. Определить расходные коэффициенты по сырью.
6. Составить материальный баланс производства фторида алюминия (AlF<sub>3</sub>) из плавиковой кислоты полунепрерывным способом. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии.

7. Изложить физико-химические основы контактного окисления сернистого газа. Рассчитать количество контактной массы для четырехслойного контактного аппарата с промежуточным теплообменом.

8. Изложить физико-химические основы получения нитрофоски из смеси азотной и серной кислот. Составить материальный баланс процесса получения нитрофоски. Определить расходные нормы по сырью. Рассчитать содержание питательных веществ в удобрении.

9. Изложить физико-химические основы получения криолита. Составить материальный баланс процесса в расчете на годовую производительность и рассчитать расходные коэффициенты. Процесс протекает в две стадии, которые могут быть описаны химическими уравнениями (при криолитовом модуле, равном трем  $\text{NaF} : \text{AlF}_6 = 3 : 1$ ):

10. Рассчитать материальный и тепловой балансы производства кальцинированной соды из гидрокарбоната натрия. Определить расходные коэффициенты по сырью и топливу при проведении процесса в печи с внешним обогревом. Сделать обоснование необходимости проведения данного процесса в печах с внешним обогревом.

Примерные задания

### Домашняя работа I-1

Рассчитать материальный и тепловой балансы производства **соляной кислоты** из элементов. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии.

Исходные данные		Ед. изм.	Значение
Производительность цеха		т/год	6000
Общие потери соляной кислоты во всем процессе – 0,5 %			
Избыток водорода против стехиометрического – 5 %			
Технический хлор	Cl	% об.	95,0
	H <sub>2</sub>		0,50
	CO <sub>2</sub>		1,50
	O <sub>2</sub>		0,63
	N <sub>2</sub>		2,37
Технический водород	H <sub>2</sub>	%	96,0
	O <sub>2</sub>		0,84
	N <sub>2</sub>		3,16
Концентрация кислоты		% мас.	33,0

### Домашняя работа I-2

Составить материальный баланс производства **аммофоса** по схеме с аммонизатором-гранулятором. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии.

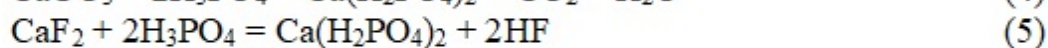
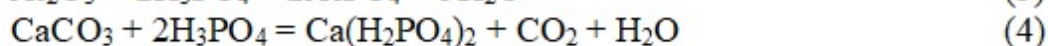
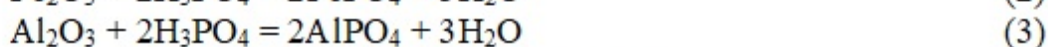
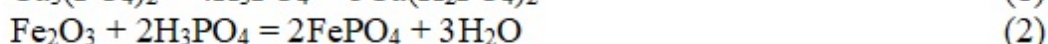
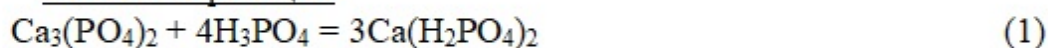
Исходные данные		Ед. изм.	Значение
Мольное соотношение NH <sub>3</sub> :H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> в нейтрализаторе			0,7
Мольное соотношение NH <sub>3</sub> :H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> в аммонизаторе-грануляторе			1,0
Ретурность процесса			4,0
Состав исходной фосфорной кислоты	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% масс.	52,0
	примеси		7,0
	H <sub>2</sub> O		21,0
Состав аммиака	NH <sub>3</sub>	% масс.	99,9
	H <sub>2</sub> O		0,1
Состав аммофоса	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	% масс.	90,0
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		10,0
Влажность готового продукта		% масс.	1,0
Производительность аммофоса		тыс. кг/ч	10,0
Степень испарения H <sub>2</sub> O в нейтрализаторе		%	7,0
Влажность после аммонизатора-гранулятора		%	2,0
Суммарные потери		%	2,0

### Домашняя работа I-3

Составить материальный баланс процесса получения **двойного суперфосфата**. Определить расходные коэффициенты по сырью.

Исходные данные	Ед.изм.	Величина
Производительность по фосфоритной муке	кг/ч	10000
Фосфоритная мука	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21,00
	CaO	31,67
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,60
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,00
	CO <sub>2</sub>	5,30
	CaF <sub>2</sub>	5,34
	нераств. остаток	22,09
	H <sub>2</sub> O	3,00
Экстракционная фосфорная кислота	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32,00
	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2,50
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30
	CaSO <sub>4</sub>	0,50
Молотый мел	CaCO <sub>3</sub> +MgCO <sub>3</sub>	не менее 98,0
	нераств. остаток	не более 1,0
	влажность	не более 2,0
Суммарный коэффициент разложения	% масс.	94,0
Разложение на первой стадии (в реакторах)	% масс.	80,0
Разложение фосфоритной муки в процессе сушки	% масс.	94,0

#### Основные реакции



#### Домашняя работа I-4

Изложить физико-химические основы сжигания колчедана в печах кипящего слоя.

Составить материальный баланс процесса в кг и  $\text{м}^3$  в расчете на суточную производительность. Определить состав обжигового газа в % по объему и рассчитать расходные коэффициенты на получение серной кислоты с содержанием 94 % мас.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

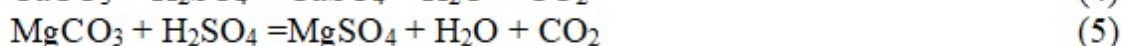
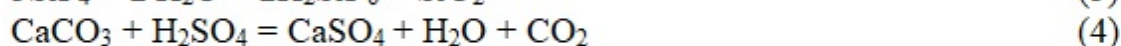
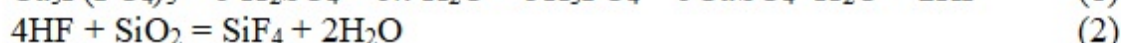
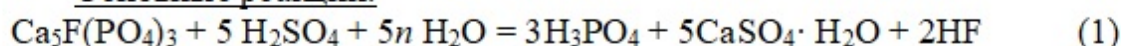
Исходные данные	Ед. изм.	Величина
Производительность печи (на колчедан с содержанием 45 % серы)	т/сутки	100
Содержание серы в сухом колчедане	%	43,5
Содержание серы в огарке	%	1,0
Влажность колчедана	%	2,0
Содержание сернистого газа в сухом обжиговом газе	об. %	13,5
Содержание серного ангидрида в сухом обжиговом газе	об. %	0,8
Температура воздуха	$^{\circ}\text{C}$	14
Относительная влажность воздуха	%	55

### Домашняя работа I-5

Изложить физико-химические основы получения **экстракционной фосфорной кислоты** сернокислотным разложением фосфатного сырья. Рассчитать материальный баланс процесса получения экстракционной фосфорной кислоты. Определить расходные коэффициенты по сырью.

Исходные данные		Ед.изм.	Величина
Хибинский апатитовый концентрат		% масс.	Д
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		39,4
	CaO		52,0
	F		3,0
	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,8
	H <sub>2</sub> O		1,0
	MgO		0,15
Серная кислота, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		%	93
Коэффициент извлечения P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в раствор		%	98,0
Коэффициент отмывки сульфата кальция		%	98,0
Концентрация фильтратов	первый фильтрат (продукт)	% масс. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30
	второй фильтрат		22
	третий фильтрат		10
	четвертый фильтрат		2
Содержание жидкой фазы в осадке после основной фильтрации		% масс.	55

Основные реакции:



Д – дигидратный

П – полугидратный

А – ангидритный

Домашняя работа I-6

Составить материальный баланс производства **фторида алюминия ( $\text{AlF}_3$ )** из плавиковой кислоты полунепрерывным способом. Определить расходные коэффициенты по сырью и энергии.

Исходные данные		Ед. изм.	Величина
Производительность		т/год	20000
Состав $\text{AlF}_3$	$\text{AlF}_3$	% масс.	93,0
	$\text{SiO}_2$		2,0
	$\text{Al}_2\text{O}_3$		3,0
	$\text{SO}_4^{2-}$		0,5
Плавиковая кислота	$\text{HF}$	% масс.	29,0
	$\text{H}_2\text{SO}_4$		0,4
	$\text{H}_2\text{SiF}_6$		0,3
	$\text{H}_2\text{O}$		остальное
Гидроксид алюминия	$\text{H}_2\text{O}$	% масс.	10,0
	$\text{SiO}_2$ (на сухое)		0,15
	$\text{Na}_2\text{O}$ (на сухое)		0,30
	$\text{Al}(\text{OH})_3$		остальное
Плотность пульпы гидроксида алюминия		г/см <sup>3</sup>	1,30
Степень нейтрализации плавиковой кислоты		%	98,0
Продолжительность одного цикла синтеза $\text{AlF}_3$		часы	2,5
Температура синтеза $\text{AlF}_3$		°C	85,0
Температура сушки		°C	300
Влажность пасты после фильтра		% масс.	18

### Домашняя работа I-7

Изложить физико-химические основы контактного окисления **сернистого газа**. Рассчитать количество контактной массы для четырехслойного контактного аппарата с промежуточным теплообменом.

Исходные данные		Ед. изм.	Величина
Производительность контактного аппарата		м <sup>3</sup> /ч	100000
Содержание в сухом обжиговом газе	SO <sub>2</sub>	% об.	7,60
	O <sub>2</sub>		11,15
	N <sub>2</sub>		81,25
Температура газа на входе в	1 слой	°C	440
	2 слой		480
	3 слой		490
	4 слой		420
Степень контактирования в	1 слое	%	68,5
	2 слое		82,5
	3 слое		92,4
	4 слое		96,5
Коэффициент запаса контактной массы	1 слоя		2,0
	2 слоя		1,5
	3 слоя		1,2
	4 слоя		1,2

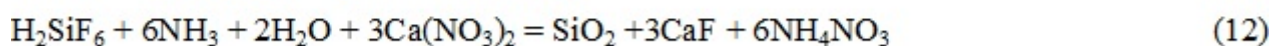
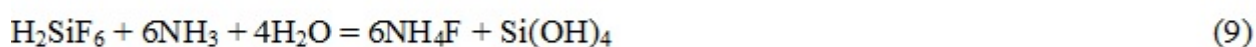
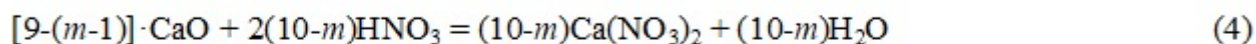
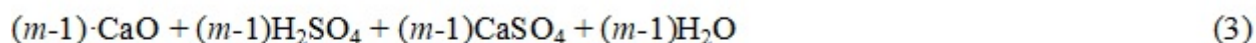
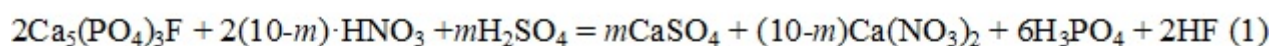


### Домашняя работа I-8

Изложить физико-химические основы получения **нитрофоски** из смеси азотной и серной кислот. Составить материальный баланс процесса получения нитрофоски. Определить расходные нормы по сырью. Рассчитать содержание питательных веществ в удобрении.

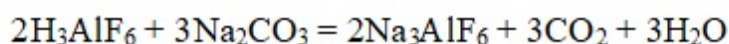
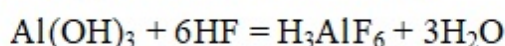
Исходные данные		Ед. изм.	Величина
Производительность по нитрофоске		кг/ч	1000
Соотношение пит. веществ N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O			1:1:1
50 % фосфора в водно-растворимой форме, остальное в цитратно-растворимой из усвояемого			
Смесь кислот	HNO <sub>3</sub>	% масс.	30,0
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		20,0
	H <sub>2</sub> O		50,0
Аммиак		% масс. NH <sub>3</sub>	100,0
Апатитовый концентрат	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% масс.	39,4
	CaO		47,4
	CaF <sub>2</sub>		6,2
	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,0
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,0
	нер. остаток		3,5
	H <sub>2</sub> O		0,5
Степень извлечения компонентов из апатита	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и CaO	доля ед.	0,98
	CaF <sub>2</sub>		0,95
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,70
На 1000 кг апатита подают смеси кислот		кг	2700
Содержание воды в конце аммонизации		% мас.	25,0
Степень конверсии KCl в KNO <sub>3</sub> и NH <sub>4</sub> Cl		%	90
Из 1000 кг апатитового концентрата получается нитрофоски		кг	3323
Потери нитрофоски		%	0,50

Основные реакции (к Домашней работе I-8)



### Домашняя работа I-9

Изложить физико-химические основы получения **криолита**. Составить материальный баланс процесса в расчете на годовую производительность и рассчитать расходные коэффициенты. Процесс протекает в две стадии, которые могут быть описаны химическими уравнениями (при криолитовом модуле, равном трем  $\text{NaF} : \text{AlF}_6 = 3 : 1$ ):



Исходные данные		Ед. изм.	Значение
Производительность		т/год	60000
Криолитовый модуль			1,60
Плавиковая кислота	HF	% масс.	29,0
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		0,4
	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>		0,3
	H <sub>2</sub> O		остальное
Гидроксид алюминия	Влажность (H <sub>2</sub> O)	% масс.	10,0
	SiO <sub>2</sub> (на сухое)		0,15
	Na <sub>2</sub> O (на сухое)		0,30
Сода	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	% масс.	97,5
	H <sub>2</sub> O		2,5
Водо-твердое отношение при приготовлении гидратного молока			1,3
Сода вводится в виде насыщенного раствора			
Количество соды берется с недостачи от стехиометрического соотношения для обеспечения необходимой остаточной кислотности.			
Недостача соды		% масс.	3,0

## Домашняя работа I-10

Рассчитать материальный и тепловой балансы производства кальцинированной соды из гидрокарбоната натрия. Определить расходные коэффициенты по сырью и топливу при проведении процесса в печи с внешним обогревом. Сделать обоснование необходимости проведения данного процесса в печах с внешним обогревом.

Исходные данные		Ед. изм.	Значение
Состав сырого гидрокарбоната	NaHCO <sub>3</sub>	% масс.	81,0
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		1,5
	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>		0,7
	NH <sub>4</sub> Cl		0,1
	NaCl		0,35
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		0,06
	H <sub>2</sub> O		остальное
Состав кальцинированной соды	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	% масс.	93,8
	NaHCO <sub>3</sub>		5,42
	примеси		остальное
Безвозвратные потери соды (унос с газами)		% от готового продукта	0,15
Температура	NaHCO <sub>3</sub>	°C	25,0
	Выгружаемой соды		160,0
	Выходящих газов		130,0
Теплоемкость	NaHCO <sub>3</sub>	кДж/ (кг·градус)	1,17
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		1,13
	CO <sub>2</sub>		0,885
	NH <sub>3</sub>		2,218
	H <sub>2</sub> O <sub>газ</sub>		1,876

Учсть четыре реакции, протекающие в печи.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Технологические схемы, их классификация, примеры схем конкретных производств
2. Характеристика принципиальных схем. Принципиальная схема получения H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
3. Показатели технологического процесса: расходные коэффициенты, выход, селективность, мощность, производительность, интенсивность и др.
4. Понятие степени превращения
5. Взаимосвязь  $x$ ,  $\Phi$  и  $\varphi$  для реакций:  $A \rightarrow R$ ;  $A \leftrightarrow R$

6. Характеристическое уравнение химического реактора
7. Закон сохранения массы в гомогенной системе
8. Закон сохранения массы в гетерогенной системе
9. Способы интенсификации процессов в гетерогенных системах
10. Закон сохранения энергии в проточной системе
11. Вывод уравнения неразрывности потока. Законы сохранения в проточной системе
12. Сравнительная характеристика РИС и РИВ
13. Классификация балансов. Способы представления балансов. Виды балансов. Составление балансов. Причины расхождения балансов
14. Закон сохранения энергии в закрытой системе
15. Достоинства непрерывных процессов
16. Гетерогенные системы. Пути увеличения скорости в гетерогенной системе.
- Лимитирующая стадия процесса
17. Характеристика гомогенных процессов
18. Гомогенные системы, способы интенсификации процессов в гомогенных системах
19. Характеристика гомогенных каталитических процессов. Скорость образования продукта
20. Характеристика гомогенного катализа
21. Характеристика гетерогенного катализа. Физико-химические основы гетерогенного катализа. Влияние поверхности катализатора в гетерогенном катализе
22. Понятие катализа в ХТП. Механизм действия катализатора
23. . Законы сохранения в поточной системе. Вывод уравнения неразрывности потока.
- Уравнение Дамкелера
24. Характеристика источника или стока
25. Характеристика непрерывных процессов
26. Основные технологические показатели процесса (скорость, степень превращения, выход)
27. Свойства  $kt \rightarrow$  активность  $\downarrow$  Тзажигания
28. Свойства  $kt \rightarrow$  отравляемость. Т зажигания  $\downarrow$  истираемость, селективность
29. Технологические показатели каталитических процессов (скорость, производительность, выход)
30. Состав контактной массы. Способы получения  $kt$
31. Характеристика периодических процессов
32. Понятие лимитирующей стадии в гетерогенном процессе. Способы повышения скорости в гетерогенном процессе
33. Влияние Т и р на степень превращения в эндотермических каталитических процессах
34. Влияние Т и р в экзотермических каталитических процессах
35. Технологические показатели каталитических процессов. Зависимость степени превращения от температуры и давления
36. Скорость химической реакции, порядок химической реакции
37. Потери. Методы борьбы с потерями в ХТП
38. Характеристика сырья и продуктов химической технологии
39. Сравнительная характеристика РИВ, РИС и РПД
40. Виды потока. Характеристика переходящего потока. Характеристика конвективного потока

41. Характеристика основного потока. Характеристика диффузионного потока
42. Газообразные выбросы. Абсорбционные методы обезжиривания газообразных выбросов
43. Аппараты химических производств, как классификационный признак
44. Реактор идеального вытеснения. Характеристическое уравнение
45. Понятие химического реактора. Требования, предъявляемые к химическим реакторам
46. Реактор периодического действия. Характеристическое уравнение реактора периодического действия. Характеристическое уравнение реактора периодического действия с переменным объемом реакционной среды
47. Реакторы колонного типа
48. Реакторы непрерывного действия. Характеристическое уравнение реактора смешения
49. Реакторы-печи
50. Классификация реакторов по конструктивным особенностям корпуса. Реакторы-камеры
51. Реактор идеального смешения. Причины меньшей эффективности РНС перед РНВ. Факторы, влияющие на объем реактора смешения. Доказательства равенства эффективности каскада реакторов смешения реактору вытеснения
52. Классификация реакторов по режиму движения реакционной среды. Критерий Боденштейна – количественная характеристика режима движения  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-4	Д-1	Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен