Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химические реакторы

18.03.01 «Химическая технология»
(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических веществ»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 29-04-2026 12:26:49 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основных реакционных процессов и реакторов химической технологии.

Задачами учебной дисциплины являются:

– ознакомить обучающихся с расчетом технологических параметров для заданного процесса и выбором типа химического реактора.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Неорганическая химия;
– Физическая химия;
– Введение в профессиональную деятельность;
– Материаловедение.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Технология электротермических и углехимических производств;
– Оборудование электротермических и углехимических производств;
– Проектирование цехов электротермических и углехимических производств;
– Процессы и аппараты химической технологии;
– Общая химическая технология;
– Курсовая научно-исследовательская работа;
– Преддипломная практика.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Профессиональная методология	ОПК-2: Способен использовать	ОПК-2.1 Использует методы	– знать: методы математического

	математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения задач профессиональной деятельности. – уметь: применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения задач профессиональной деятельности.
		ОПК-2.2 Применяет естественнонаучные методы при решении практических и прикладных задач	– знать: химические, физико-химические и физические свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе. – уметь: использовать знания химических, физико-химических и физических свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4: Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров	ОПК-4.1 Выбирает способы обеспечения проведения технологических процессов	– знать: способы проведения технологического процесса в соответствии с регламентом. – уметь: осуществлять технологический процесс в

	технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья		соответствии с регламентом.
		ОПК-4.3 Оценивает влияние изменения параметров технологического процесса на изменение свойств сырья	– знать: влияние изменения свойств сырья на оптимизацию технологического процесса. – уметь: анализировать влияние изменения свойств сырья на оптимизацию технологического процесса.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КП*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***252***	*252*
	зачетных единиц	***7***	*7*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовой проект, *академ. час.*		***54***	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***80***	*80*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***54***	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах (Понятие о химическом реакторе. Гомогенные химические процессы. Гетерогенные химические процессы. Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-твердое тело». Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-жидкость». Каталитические процессы);

Раздел 2 Химические реакторы (Классификация реакторов. Требования, предъявляемые к химическому реактору. Математическое моделирование химических реакторов. Построение математических моделей химических реакторов с идеальной гидродинамикой потоков, работающих в изотермическом режиме. Материальный баланс реакторов в зависимости от стационарности процесса и гидродинамики потока: реактора идеального смешения непрерывного действия, реактора идеального смешения периодического действия и реактора идеального вытеснения. Методики расчета объема реакторов непрерывного и периодического действия. Неизотермические процессы в химических реакторах. Классификация процессов в реакторах по тепловому режиму. Математическое описание процессов в реакторах смешения и вытеснения с различными тепловыми режимами работы. Реальные химические реакторы).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах	16	
Раздел 2.	Химические реакторы	16	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Расчет равновесных и кинетических параметров процессов	6	
Раздел 1.	Расчёт химических реакторов, работающих в различных тепловых режимах	6	

Раздел 2.	Расчет материальных балансов	8	
Раздел 2.	Энергетические (тепловые) балансы	6	
Раздел 2.	Сравнение и выбор типа реактора	6	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Трехструйный прямоточный плазменный реактор для синтеза тугоплавких материалов (по вариантам)	54	
Итого:		**54**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	40	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	40	
Курсовой проект	*Выполнение курсового проекта*	54	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	54	
Итого:		**188**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 2.	ОПК-2; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Курсовой проект.	ОПК-2; ОПК-4	1. Вопросы к защите курсового проекта
Экзамен.	ОПК-2; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка

86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсового проекта; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим

работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка

«неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсового проекта

Курсовой проект – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсового проекта проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсового проекта по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсового проекта оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсового проекта устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсового проекта. График выполнения курсового проекта выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсового проекта

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Техническое обоснование проекта	30	отчёт
Расчётная часть	60	отчёт
Формирование отчёта	100	отчёт

Критерии оценки курсового проекта

Критерии оценки выполнения курсового проекта	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не	удовлетворительно

полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ или на бумажном носителе в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовой проект; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсового проекта; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсового проекта

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсового проекта: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовом проекте; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсового проекта.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсового проекта выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует

Оценка	Требования к знаниям
	логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсового проекта даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсового проекта. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсового проекта обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсового проекта обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсового проекта, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовой проект, то такая курсовой проект возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного

Оценка	Требования к знаниям
	материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Технология плазмометаллургического производства наноматериалов : в двух томах : учебное пособие для вузов. Т. 1 : Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов / Г. В. Галевский, Т. В. Киселева, О. А. Полях, В. В. Руднева. – Москва : Флинта : Наука, 2008. – 227 с. : ил. – Библиогр.: с.216-218. - ISBN 9785976506954;

2 Игнатенков, В. И. Химические процессы и реакторы : учебник для вузов / В. И. Игнатенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18764-9. – URL: https://urait.ru/bcode/568953 (дата обращения: 23.04.2026);

3 Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – 9-е изд., испр. – Москва : Химия, 1973. – 750 с.;

4 Кондауров, Б. П. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / Б. П. Кандауров. – Москва : Academia, 2005. – 333 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство

Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа,

оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения курсового проектирования;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

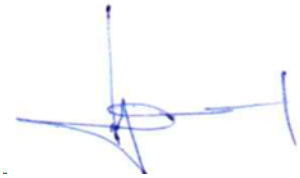
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник КХП ПАО ЕВРАЗ филиал ЗСМК  Р.С. Ларин

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Закрытая система – это система, которая:

а) обменивается с окружающей средой только веществом;

б) обменивается с окружающей средой только энергией;

в) обменивается с окружающей средой веществом и энергией;

г) не обменивается с окружающей средой ни энергией, ни веществом.

2 Если система не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией, то она называется:

а) открытой; б) закрытой; в) изолированной; г) гетерогенной.

3 К гомогенной системе относится:

а) взвесь песок в воде;

б) осадок сульфата бария в контакте с водой;

в) смесь азота и кислорода при 0^0C;

г) смесь воды и льда при 0^0C

4 К интенсивным параметрам относится:

а) объем; б) внутренняя энергия; в) температура; г) энтальпия

5 К экстенсивным параметрам относится:

а) энтальпия; б) температура; в) давление; г) плотность

6 К функциям состояния относится:

а) теплота; б) работа; в) энтропия; г) теплоемкость

7 К функциям, значение которых зависит от пути протекания процесса, относится:

а) работа, совершаемая системой; в) изменение внутренней энергии; б) изменение энергии Гиббса; г) изменение энтальпии

8 Процесс, в котором рассматриваемая система не обменивается теплотой с окружающей средой, но может быть связана с ней работой, называется:

а) обратимым; б) вынужденным; в) адиабатическим; г) круговым

9 Укажите правильное математическое выражение первого закона термодинамики:

а) $\Delta U = Q + P\Delta V$; б) $Q = \Delta U + P\Delta V$; в) $P\Delta V = Q + \Delta U$; г) $Q = \Delta U - P\Delta V$

10 Укажите математическое выражение первого закона термодинамики для изохорных процессов:

а) $Q = A$; б) $Q = \Delta H$; в) $Q = \Delta U$; г) $A = -\Delta U$.

11 Укажите вид процесса, при котором энергия, сообщенная системе в форме теплоты, равна изменению энтальпии системы:

а) изотермический; б) изохорный; в) изобарный; г) адиабатный.

12 Укажите неравенство, которое характеризует эндотермическую реакцию:

а) $\Delta H > 0$; б) $\Delta S > 0$; в) $\Delta G > 0$; г) $\Delta G > 0$.

13 Тепловой эффект химической реакции, протекающей в изохорно-изотермических или изобарно-изотермических условиях, не зависит от:

а) природы реагирующих веществ;

б) количества реагирующих веществ;

в) агрегатного состояния исходных веществ и продуктов реакции;

г) способа превращения исходных веществ в продукты реакции.

14 Определить стандартную энтальпию образования CO_2(г), если при сгорании 0,1 моля графита до углекислого газа ΔH реакции равна минус 39,35 кДж:

а) –393,5 кДж/моль; б) +393,5 кДж/моль; в) –3,935 кДж/моль; г) +39,35 кДж/моль

15 Эндотермическую реакцию характеризует выражение:

ΔH = -100 кДж; б) ΔU = -50 кДж; в) ΔU = 0; г) ΔH = +120 кДж

16 Стандартная энтальпия образования не равна нулю для:

H_2 (г); б) Fe(тв); в) Br_2 (ж); г) CO_2 (г)

17 Тепловой эффект реакции является теплотой нейтрализации сильной кислоты и сильного основания в случае:

$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O + Q_1$,

$2HCl + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2 + 2H_2O + Q_2$,

$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O + Q_3$,

$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O + Q_4$

18 Укажите уравнение реакции, тепловой эффект которой является теплотой образования вещества:

CaO(тв) + CO_2(г) = $CaCO_3$(тв),

H_2(г) + Cl_2 (г) = 2HCl(г),

½ H_2(г) + ½ Cl_2(г) = HCl (г),

$3C_2H_2 = C_6H_6$

19 Укажите формулу, связывающую изобарную и изохорные молярные теплоемкости идеального газа:

а) $C_V = C_P+R$; б) $C_V = C_P$; в) $C_P = C_V +R$; г) $C_V + C_P+R=0$

20 Коэффициент полезного действия машины не зависит от:

а) температуры источника теплоты;

б) температуры теплоприемника;

в) природы рабочего тела;

г) разности температур теплоотдатчика и теплоприемника

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах

Вопросы для устного опроса

1 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические

закономерности влияния температуры на степень превращения реагента (выход продукта).

2 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические закономерности влияния давления на степень превращения реагента (выход продукта).

3 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические закономерности влияния концентраций реагентов, продуктов и инертных примесей на равновесие реакций.

4 Гетерогенные процессы: общая характеристика и особенности. Аппаратурное оформление гетерогенных некаталитических процессов в системе «газ-твердое тело», «газ-жидкость».

5 Кинетические закономерности гетерогенных процессов. Пути интенсификации гетерогенных процессов.

6 Гетерогенные некаталитические процессы «газ-твердое тело»: квазигомогенная модель, ее характеристика.

7 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ-твердое тело»: модель с фронтальным перемещением зоны реакции, ее характеристика.

8 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ-твердое тело»: вывод уравнения скорости процесса, его анализ.

9 Гетерогенные некаталитические процессы «газ-твердое тело»: кинетические закономерности, пути интенсификации, их теоретическое обоснование.

10 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ-твердое тело»: лимитирующая стадия, способы ее определения.

11 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ-жидкость»: пленочная модель, ее характеристика.

12 Гетерогенные некаталитические процессы «газ-жидкость»: кинетические закономерности, пути интенсификации, их теоретическое обоснование.

13 Промышленный катализ: сущность, механизм, назначение.

14 Виды каталитических процессов, их характеристика.

15 Стадии гетерогенно-каталитического процесса на твердом катализаторе.

Раздел 2 Химические реакторы

Вопросы для устного опроса

1 Назовите основные стадии плазмохимического производства нанопорошков карбидов.

2 Какой газ в плазмохимической технологии применяется в качестве плазмообразующего? Чем обусловлен выбор плазмообразующего газа?

3 Предполагает ли технология плазмохимического синтеза обезвреживание отходящих газов?

4 Каков состав отходящих газов в результате реализации плазмохимической технологии производства карбида хрома?

5 Каким образом определяется промышленный уровень мощности трёхструйного реактора?

6 Каким способом определяется среднемассовая температура плазменного потока?

7 Как влияет футеровка реактора на среднемассовую температуру плазменного потока?

8 Каким образом определяется удельная электрическая мощность в камере смешения?

9 Как определяется ресурс работы плазмотронов?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ или на бумажном носителе.

Перечень вопросов для тестирования:

1 Предварительный анализ возможности применения химического реактора для применения в технологическом процессе основывается на проведении?

а) подбора реактора по габаритам;
б) метода теории подобия;
в) стехиометрических, термодинамических расчетах.

2. Какой процесс из перечисленных предполагает, что любое количество реагентов и продуктов через реактор перемещается как твердый поршень, и в соответствии с особенностями реакции устанавливается определенное распределение ее параметров по длине реактора (в пространстве).

а) смешение;
б) вытеснение;
в) насыщение.

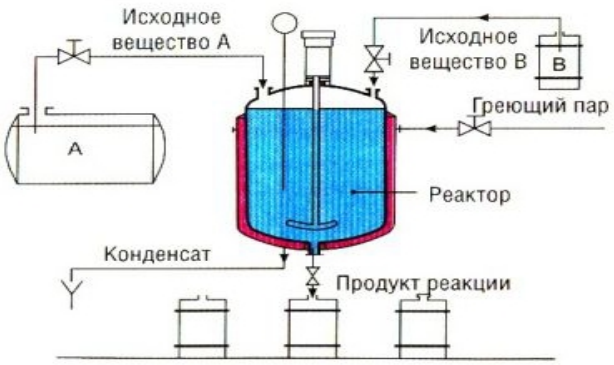
3. Для реактора какого типа характерно абсолютно полное выравнивание всех параметров реакции по объему реактора

а) реактора идеального смешения;
б) реактора вытеснения;
в) реактора смешения.

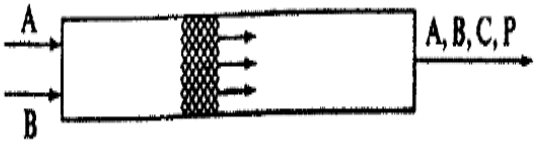
4 При стационарном режиме работы реактора:

а) параметры процесса не меняются в зависимости от объема аппарата,
б) параметры процесса изменяются в зависимости от объема аппарата,
в) параметры процесса не изменяются в зависимости от времени процесса.

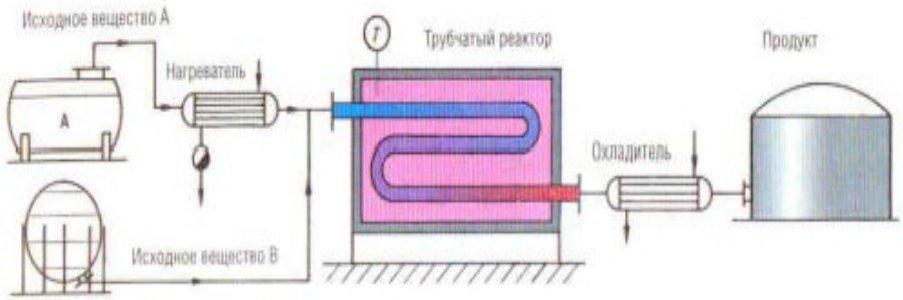
5.Что понимают под изотермическим реактором?
а) реактор, имеющий постоянную температуру реакционной смеси на входе, в объеме реактора и на выходе;
б) реактор, работающий без теплообмена с окружающей средой;
в) реактор, работающий без подвода или отвода тепла.
6 Реактор какого вида (по способу подвода реагентов и отвода продуктов) представлен на рисунке?



(укажите свой вариант ответа).
7 Модель какого реактора изображена на рисунке?



(укажите свой вариант ответа).
8. Определить начальную температуру, до которой следует нагреть продукт А, чтобы осуществить реакцию $A \rightarrow R + \Delta H$ в РИС-Н при адиабатическом режиме. Учесть, что в реактор подаётся 1 кмоль/с вещества А. Степень превращения X_A при оптимальной температуре процесса 49 ^{0}С равна 0,7. Принимается, что теплоёмкость не зависит от температуры и составляет $C_p = 0{,}32 \cdot 10^3$ кДж/кмоль град; $\Delta H = 16000$ кДж/кмоль.
(укажите свой вариант ответа).
9 Изменение химического равновесия в реакторе смещается в ту или иную сторону при изменении параметров:…
(укажите свой вариант ответа).
10 Реактор какого вида (по способу подвода реагентов и отвода продуктов) представлен на рисунке?



(укажите свой вариант ответа).
11. Какие реаткоры предназначены для проведения химических превращений в многофазных системах?
а) гомогенные;
б) гетерогенные;
в) смешанные.
12 В основе химической концепции создаваемого реактора положены:
а) выбор исходных веществ и установление последовательности химических и физических превращений, обеспечивающих получение конечного продукта;
б) наука о наиболее экономичных и экологически обоснованных методах химической переработки материалов;
в) химическая концепции метода синтеза вещества
13 Характер движения частиц веществ в химических реакторах бывает:
а) ламинарный, переходный, турбулентный;
б) ламинарный, переходный;
в) переходный, турбулентный.
14 Важный показатель процесса, протекающего в химическом реакторе, показывающий расход сырья и измеряемый в %:
а) производительность;
б) степень превращения;
в) выход.
15 Выход продукта, получаемого в реакторе, вычисляют как отношение количества полученного целевого продукта к максимально возможному при полном превращении исходного?
а) равновесный;
б) общий;
в) теоретический.
16 Совокупность параметров, обеспечивающих устойчивое и максимально эффективное проведение ХТП в химическом реакторе называется…
(укажите свой вариант ответа).
17. Какие реакторы, классифицирующиеся по типу конструкции, представляют собой полые аппараты, часто снабженные перемешивающим устройством?
а) емкостные;
б) колонные;
в) трубчатые.
18. Реакторы, в которых поддержание необходимой температуры процесса осуществляется только за счёт теплоты химического процесса без использования внешних источников энергии называются …
(укажите свой вариант ответа).
19. Трубчатый аппарат, имеющией вид удлиненного канала, в котором перемешивание имеет локальный характер и вызывается

неравномерностью распределения скорости потока и ее флуктуациями, а также завихрениями – это …
(укажите свой вариант ответа).
20 Тепловой баланс реактора составляется на основании:
(укажите свой вариант ответа).
б) Закона сохранения энергии
в) Первого начала термодинамики
21 Уравнение материального баланса, которое учитывает все виды поступления, и расходования компонента в пределах элементарного объема ΔV течение промежутка времени $\Delta\tau$ называется….
а) уравнением материального баланса по веществу
б) уравнением материального баланса по продукту
а) уравнением материального баланса по исходным компонентам
22 Изменения, которые произойдут за время $d\tau$ с веществом J при прохождении потоком элементарного объема, связаны с….
а) конвективным переносом
б) диффузионным переносом
в) химической реакцией
г) физико-химическими процессами
23 Перенос, или перенос импульса, вызванный движением потока со скоростью и в результате какого-либо внешнего воздействия называется….
а) конвективным переносом
б) диффузионным переносом
в) химической реакцией
24 Перенос, вызванный наличием неравномерного распределения вещества J в пространстве, называется…
а) конвективным переносом
б) диффузионным переносом
в) химической реакцией
25 Законы Фика описывают…
а) конвективный перенос
б) диффузионный перенос
в) химические реакции

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Технологические критерии оценки эффективности протекания процесса в химическом реакторе: степень превращения реагента, выход продукта, связь между ними.

2 Технологические критерии оценки эффективности процесса, протекающего в химическом реакторе: селективность процесса получения продукта, расходные коэффициенты по сырью.

3 Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.

4 Уровень химического процесса и уровень химического реактора в иерархической структуре химического производства.

5 Общая характеристика гомогенных процессов.

6 Аппаратурное оформление гомогенных некаталитических процессов.

7 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические закономерности влияния температуры на степень превращения реагента (выход продукта).

8 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические закономерности влияния давления на степень превращения реагента (выход продукта).

9 Гомогенные некаталитические процессы: термодинамические закономерности влияния концентраций реагентов, продуктов и инертных примесей на равновесие реакций.

10 Гетерогенные процессы: общая характеристика и особенности.

11 Аппаратурное оформление гетерогенных некаталитических процессов в системе «газ - твердое тело», «газ - жидкость».

12 Кинетические закономерности гетерогенных процессов.

13 Пути интенсификации гетерогенных процессов.

14 Гетерогенные некаталитические процессы «газ - твердое тело»: квазигомогенная модель, ее характеристика.

15 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твердое тело»: модель с фронтальным перемещением зоны реакции, ее характеристика.

16 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твердое тело»: вывод уравнения скорости процесса, его анализ.

17 Гетерогенные некаталитические процессы «газ - твердое тело»: кинетические закономерности, пути интенсификации, их теоретическое обоснование.

18 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твердое тело»: лимитирующая стадия, способы ее определения.

19 Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ - жидкость»: пленочная модель, ее характеристика.

20 Гетерогенные некаталитические процессы «газ-жидкость»: кинетические закономерности, пути интенсификации, их теоретическое обоснование.

21 Промышленный катализ: сущность, механизм, назначение.

22 Виды каталитических процессов, их характеристика.

23 Стадии гетерогенно-каталитического процесса на твердом катализаторе.

24 Технологические характеристики твердых катализаторов.

25 Состав и способы изготовления контактных масс. Аппаратурное оформление гетерогенных каталитических процессов.

26 Классификация химических реакторов.

27 Моделирование химических реакторов: понятие об элементарном объеме и элементарном промежутке времени, уравнение материального баланса химического реактора (в общем виде) и его анализ.

28 Общая характеристика идеальных моделей химических реакторов (допущения об идеальности, характер изменения параметров в зависимости от объема реактора и от времени).

29 Уравнение материального баланса РИС-Н. Вывод характеристического уравнения.

30 Уравнение материального баланса РИС-П. Вывод характеристического уравнения.

31 Уравнение материального баланса РИВ. Вывод характеристического уравнения.

32 КРИС-Н: характеристика, назначение. Уравнение материального баланса КРИС-Н.

33 Графический метод расчета КРИС-Н.

34 Аналитический метод расчета КРИС-Н.

35 Методика расчета объема РИС-П.

36 Сравнение эффективности работы химических реакторов, описываемых различными моделями (по объему и интенсивности работы).

37 Сравнение эффективности работы химических реакторов, описываемых различными моделями (по селективности протекания целевой реакции).

38 Сравнение эффективности работы химических реакторов, описываемых различными моделями (по выходу продукта).

39 Уравнение теплового баланса химического реактора в общем виде, его анализ. Тепловые режимы работы реакторов.

40 Математическое описание РИС-Н в различных тепловых режимах.

41 Математическое описание РИС-П в различных тепловых режимах.

42 Математическое описание РИВ в различных тепловых режимах.

43 Тепловая устойчивость работы реакторов (на примере адиабатического РИС-Н).

44 Способы повышения степени превращения реагентов в случае проведения процесса в адиабатическом РИС-Н.

45 Способы поддержания оптимального температурного режима в случае протекания обратимой экзотермической реакции.

46 Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах.

47 Характеристика и уравнение материального баланса однопараметрической диффузионной модели.

48 Причины отклонения от идеальности в реальных реакторах.

49 Характеристика ячеечной модели.

50 Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания в идеальных и реальных проточных реакторах.

51 Сущность экспериментального метода изучения функций распределения путем исследования кривых отклика».

6 Выполнение курсового проекта

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсового проекта по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых проектов представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсового проекта размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсового проекта обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсового проекта загружается обучающимся в СУО
СибГИУ.

7 Вопросы к защите курсового проекта

1 В чем сущность процесса карбидообразования?

2 Какие существуют способы получения карбидов?

3 Перечислите основные физико-химические свойства карбидов хрома.

4 Применение карбида хрома в зависимости от способа производства.

5 Приведите примеры эффективного применения карбидохромовых твёрдых сплавов для инструментальной оснастки и деталей различного назначения.

6 Назовите основные стадии плазмохимического производства нанопорошков карбидов.

7 Какой газ в плазмохимической технологии применяется в качестве плазмообразующего? Чем обусловлен выбор плазмообразующего газа?

8 Предполагает ли технология плазмохимического синтеза обезвреживание отходящих газов?

9 Каков состав отходящих газов в результате реализации плазмохимической технологии производства карбида хрома?

10 Каким образом определяется промышленный уровень мощности трёхструйного реактора?

11 Каким способом определяется среднемассовая температура

плазменного потока?

12 Как влияет футеровка реактора на среднемассовую температуру плазменного потока?

13 Каким образом определяется удельная электрическая мощность в камере смешения?

14 Как определяется ресурс работы плазмотронов?

15 Каким образом можно определить промышленный уровень мощности трёхструйного реактора?

16 Какие имеются варианты конструкционного исполнения катодных узлов?

17 Имеется ли угроза для загрязнения продуктов плазменного синтеза примесями меди и вольфрама - продуктами эрозии электродов плазмотронов?

18 Перечислите основные характеристики трёхструйного прямоточного плазменного реактора.

19 Почему для плазмохимического производства тугоплавких нанопорошков используется трёхструйный прямоточный плазменный реактор мощностью 150 кВт?