

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ
(начало подготовки – 2017 год)

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата
Химическая технология неорганических веществ

Профессиональный модуль
Химическая технология неорганических веществ

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2017

Б1.В.ДВ.03.01.06

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		профессор Лавров Б.А. ст. преподаватель Мураховская Н.В.

Рабочая программа дисциплины «Технология электротермических производств»
обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа
протокол от 19 октября 2016 № 5
Заведующий кафедрой

Е.А. Власов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от 17 ноября 2016 № 3
Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология» (неорганических веществ)		профессор А.А.Мальгин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	06
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	06
4.4. Самостоятельная работа.....	07
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	09
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Знать: физико-химические основы технологий электротермических производств Уметь: рассчитать электрические и технологические параметры основного оборудования электротермических производств. Владеть: профессиональным языком, основными терминами и определениями в области электротермических производств
ПК-3	готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	Знать: способы подготовки сырья, выделения и обогащения целевого продукта. Уметь: рассчитать оптимальный состав шихты для производства продуктов электротермических производств с учетом требований к исходному сырью и продуктам, а также основные параметры продукта. Владеть: навыками определения параметров электрооборудования с использованием нормативных документов (по маркировке, как пример).
ПК-4	способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знать: принципы реализации технологического процесса с точки зрения современных требований к производству (с позиций экономической целесообразности и требований по защите окружающей среды). Уметь: разработать технологическую схему на заданную производительность, рассчитать параметры основного оборудования для технологической цепочки в целом. Владеть: современными методами контроля свойств исходных сырьевых материалов, готовой продукции, определения технологических параметров при высоких температурах и давлениях.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по профессиональному модулю по выбору (Б1.В. ДВ. 03.01.06) и изучается на 4 курсе (сессия 3).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология электротермических производств» знания, умения и навыки могут быть применены во время прохождения преддипломной практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	14
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	117
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (9),зачёт(4)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Электрооборудование электротермических производств	2	-	-	17	ПК-1
2.	Электрические разряды в газах	-	-	-	20	ПК-1
3.	Технология графитации углеродистых материалов	-	-	-	20	ПК-1
4.	Технология фосфора и ферросплавов	2	4	-	20	ПК-1, ПК-3

5.	Технология карбида кальция	2	4	-	20	ПК-3, ПК-4
6.	Технология абразивных материалов	-	-	-	20	ПК-3, ПК-4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Электрооборудование электротермических производств.</u> Химическая электротермия как отрасль химической технологии. Основные преимущества и недостатки электронагрева. Цепи постоянного и переменного тока. Силовое оборудование электротермических производств.	2	Компьютерная презентация
4	<u>Технология фосфора и ферросплавов.</u> Сырье для производства. Технологическая схема производства. Расчет и составление шихты. Материальный и энергетический баланс производства фосфора.	2	Компьютерная презентация
5	<u>Технология карбида кальция.</u> Структура потребления карбида кальция. Принципиальная схема производства. Физические свойства карбида кальция и его расплава. Химические свойства карбида кальция (термическое разложение, особенности реакции азотирования с образованием цианмида кальция). Механизм и кинетика реакции карбидообразования (теоретические представления, влияние различных факторов на кинетику процесса).	2	Компьютерная презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
4	Материальный баланс производства фосфора с учетом предложенного химического состава шихты и модуля кислотности.	4	Компьютерная симуляция
5	Термодинамический анализ системы CaO-C. Термодинамический расчет системы при взаимодействии в твердой фазе, определение температуры начала карбидообразования. Термодинамический расчет при взаимодействии углерода с оксидно-карбидным расплавом. Определение зависимости равновесной концентрации карбида кальция от температуры.	4	Компьютерная симуляция

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Электрооборудование электротермических производств.</u> Измерительная аппаратура. Классификация печей в технологии электротермических производств. Трансформаторы. Соединение обмоток печных трансформаторов. Расчет электрических характеристик печи и короткой сети	17	Устный или письменный опрос
2	<u>Электрические разряды в газах.</u> Ионизация частиц (электронов и ионов) в газах посредством авто-, фотоионизации, авто-, термо- и фотоэлектронной эмиссии. Понятия (не)самостоятельного разряда. Вольт-амперная характеристика разрядов в газах. Дуговой разряд. Дуговые и руднотермические печи (классификация, конструкция). Коронный/ кистевой/ искровой разряд. Область существования.	20	Устный или письменный опрос
3	<u>Технология графитации углеродистых материалов.</u> Классификация углеграфитовых материалов, область их применения, характеристика. Тенденции в развитии производства углеграфитовых материалов. Сырьевые материалы и составление шихты для производства различных изделий. Естественные и искусственные углеродистые материалы (графиты, антрациты, коксы, сажи), способы их получения. Углеродистые связующие вещества (пек, синтетические смолы и т.д.), технологические основы их получения. Общая характеристика производства углеграфитовых материалов. Теоретические основы графитации. Современные представления процессов графитации.	20	Устный или письменный опрос
4	<u>Технология фосфора и ферросплавов.</u> Зонное строение фосфорной печи (процессы в зонах печи, связь электрических, технологических и химических параметров). Конструкция фосфорной печи (корпус, футеровка, крышка, электроды, летки). Общие сведения о ферросплавах (феррофосфор, ферросилиций, металлический кремний). Конструкции печей, технологии производства. Контроль параметров электропечного производства.	20	Устный или письменный опрос
5	<u>Технология карбида кальция.</u> Побочные процессы при производстве карбида кальция (реакции восстановления основных примесных оксидов). Требования к качеству продукции и сырьевых материалов. Подготовка сырья к плавке. Технология карбида кремния/бора. Общая характеристика карбидных печей. Работа карбидной печи как химического реактора. Экологические аспекты производства карбида кальция. Методы	20	Устный или письменный опрос

	очистки реакционных газов карбидных печей. Производство карбида кремния / карбида бора. Основы технологии производства.		
6	<u>Технология абразивных материалов.</u> Продукция на основе абразивных материалов. Основные виды природных и искусственных абразивных материалов. Работа абразивного материала в зерне. Требования к абразивным материалам (твердость, прочность, самозатачивание зерен, химическая чистота и совершенство структуры, теплопроводность, термостойкость, химическая инертность). Основные свойства абразивных материалов и методы их оценки. Производство нормального электрокорунда, белого электрокорунда, монокорунда, карбида кремния, карбида бора (общая характеристика, основные принципы плавки, химический и минералогический состав, требования к качеству продукта). Взаимосвязь твердости и прочности материалов с их кристаллической структурой и строением атомов. Характеристики шлифзерна, шлифпорошков и микропорошков.	20	Устный или письменный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и зачета (4 курс).

К прохождению промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - 45 мин.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов:

теоретический вопрос (для проверки знаний) и, вопрос, направленный на проверку умений и навыков.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1
1. Силовое оборудование электротермических установок.
2. Описание технологического процесса карбида кальция (с краткой характеристикой оборудования).

Пример вариант вопросов на зачете:

Вариант № 1
1.Методика расчёта электротермической печи
2.Материальный баланс печи производства фосфора.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Лавров, Б.А. Химическая технология неорганических веществ: учебное пособие / Б.А. Лавров. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 1275 с.
2. Лавров, Б.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие / Б.А. Лавров. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 136 с.(ЭБ)
3. Лавров, Б.А. Физическая химия расплавов: учебное пособие / Б.А. Лавров, Ю.П. Удалов. – СПб.: Проспект науки, 2013. – 176 с.
4. Удалов, Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ: учебное пособие / Ю. П. Удалов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 150 с. (ЭБ)

б) дополнительная литература:

1. Электротермические процессы и реакторы: учебное пособие / С. П. Богданов, К. Б. Козлов, Б. А. Лавров, Э. Я. Соловейчик. – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 424 с.
2. Лавров, Б.А. Электрические характеристики руднотермической печи: методические указания к лабораторной работе / Б.А. Лавров, К.Б. Козлов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. – 14 с.
3. Луцко, Ф.Н. Химико-технологические расчеты с применением *MathCAD*: учебное пособие/ Ф.Н. Луцко, В.Е. Сороко, А.Н. Прокопенко; СПбГТИ(ТУ).- СПб., 2006.– 456 с.
4. Богданов, С.П. Электрические модели в руднотермических процессах: методические указания / С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. (ЭБ)
5. Богданов, С.П. Расчет печей сопротивления: методические указания / С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. (ЭБ)
6. Богданов, С.П. Расчет дуговых сталеплавильных печей: методические указания / С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. (ЭБ)
7. Богданов, С.П. Рентгеноструктурный анализ углеродистых материалов: методические указания / С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.– 26 с. (ЭБ)
8. Богданов, С.П. Расчет руднотермических печей: методические указания / С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 36 с. (ЭБ)

9. Козлов, К.Б. Проектирование печей химической электротермии. Часть 1. Общие вопросы. Расчет электрических и геометрических параметров печных установок: методические указания / К.Б. Козлов, Б.А. Лавров, С.П. Богданов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.– 32 с. (ЭБ)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Технология электротермических производств» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

пакеты прикладных программ стандартного набора (Microsoft Office, MathCAD);

прикладное программное обеспечение анализа изображений;

информационно - справочные системы (IVTANTERMO for windows)

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного проведения лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через отдельный сервер, подключенный к сети института.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Технология электротермических производств»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Промежуточный
ПК-3	готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	Промежуточный
ПК-4	способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные преимущества и недостатки электронагрева; классификацию печей в технологии электротермических производств. Умеет произвести расчет электрических характеристик печи и короткой сети; определять мощность трансформатора для производства. Владеет профессиональным языком, основными терминами и определениями в области электротермических производств; методами расчета электрических параметров основного оборудования электротермических производств.	Правильные ответы на вопросы № 1–9 к экзамену. Правильные ответы на вопросы № 1–10 к зачёту.	ПК-1
Освоение раздела № 2	Знает принцип возникновения электрических разрядов в газах; понятия: (не)самостоятельный разряд, дуговой разряд; принцип действия дуговых печей.	Правильные ответы на вопросы № 10–16	ПК-1

	Умеет представить вольт-амперную характеристику разрядов в газах.	к экзамену. Правильные ответы на вопросы № 1-10 к зачёту.	
Освоение раздела № 3	Знает классификацию углеграфитовых материалов, область их применения, характеристики; общую характеристику производства углеграфитовых материалов. Умеет производить расчет параметров керна.	Правильные ответы на вопросы № 17–20 к экзамену	ПК-1
Освоение раздела № 4	Знает основы технологии фосфора и ферросплавов; зонное строение фосфорной печи (процессы в зонах печи, связь электрических, технологических и химических параметров); конструкцию фосфорной печи (корпус, футеровка, крышка, электроды, летки). Умеет произвести расчет материального и энергетического баланса производства фосфора. Владеет общими представлениями о ферросплавах (феррофосфор, ферросилиций, металлический кремний).	Правильные ответы на вопросы № 21–49 к экзамену. Правильные ответы на вопросы № 1-10 к зачёту.	ПК-1, ПК-3
Освоение раздела № 5	Знает принципиальную схему производства; физические свойства карбида кальция и его расплава; химические свойства карбида кальция; побочные процессы при производстве карбида кальция (реакции восстановления основных примесных оксидов); требования к качеству продукции и сырьевым материалам; работу карбидной печи как химического реактора. Умеет на основании термодинамических расчетов рассчитать равновесный состав в системе CaO-C и произвести обоснование полученных экспериментальных результатов с учетом существующей технологии.	Правильные ответы на вопросы № 50–53, 57-63 к экзамену. Правильные ответы на вопросы № 1-10 к зачёту.	ПК-3, ПК-4
Освоение раздела № 6	Знает основные виды природных и искусственных абразивных материалов; какие требования предъявляются к абразивным материалам (твёрдость, прочность, самозатачивание зерен, химическая чистота и совершенство структуры, теплопроводность, термостойкость, химическая инертность); основные свойства абразивных материалов и методы их оценки; знает основы технологии производства нормального электрокорунда, белого электрокорунда, монокорунда, карбида кремния, карбида бора Умеет определять основную характеристику качества карбида кальция-литраж.	Правильные ответы на вопросы № 54–56, 64-67 к экзамену.	ПК-3, ПК-4

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания –балльная система, в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

3.1 Типовые контрольные вопросы к экзамену:

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

3. Цепи постоянного и переменного тока.
4. Коэффициент мощности. Физический смысл.
5. Трехфазная система соединения проводников (схемы). Преимущества и недостатки.
6. Силовое оборудование электротермических установок.
7. Короткая сеть и ее элементы.
8. Электродинамические эффекты, их влияние на электрические характеристики электропечной установки.
9. Аварийные сверхтоки и их отключение.
10. Трансформаторы электропечных установок, их характеристики.
11. Классификация и маркировка печей сопротивления.
12. Электрические разряды в газах. Классификация.
13. Обобщенная вольт-амперная характеристика разрядов в газах.
14. Дуговой разряд. Дуга постоянного тока.
15. Дуговой разряд. Дуга переменного тока.
16. Условия зажигания и устойчивого горения дуги.
17. Дуговые печи (предназначение, классификация).
18. Конструкция и механизмы дуговых печей.
19. Новые виды углеродистых материалов.
20. Проблемы сырья и энергетики в производстве углеродистых материалов.
21. Совмещенный обжиг и графитация.
22. Наноразмерный углерод (виды, способы получения, области применения).
23. Устройство фосфорной печи.
24. Электроды и электрододержатели.
25. Ферросплавы, применение в промышленности.
26. Коксование электродов.
27. Шлаковые и феррофосфорные летки.
28. Процессы, протекающие в IV и V зоне.
29. Энергетический баланс.
30. Процессы, протекающие во II зоне.
31. Устройство кожуха печи.
32. Процессы, протекающие в III зоне.
33. Строение реакционного пространства печи.
34. Связь электрических, технологических и геометрических параметров печи.
35. Процессы, протекающие в I зоне.
36. Принципиальная схема производства фосфора.
37. Крышка печи для производства фосфора.
38. Конструкция фосфорной печи.
39. Футеровка печи для производства фосфора.
40. Кремний металлический, технология получения.
41. Ферросплавы, применение в промышленности.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:

42. Термическая подготовка сырья.
43. Требования к шихте (на примере производства).
44. Сырье для производства фосфора.
45. Агломерация.

46. Способы укрупнения сырьевой мелочи.
47. Окатывание.
48. Принципиальная схема производства фосфора.
49. Расчет и составление шихты (технология фосфора).
50. Ферросилиций. Технология производства.
51. Феррохром. Технология производства.
52. Характеристика карбида кальция и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью. Технология цианмида кальция и технических цианидов (характеристика продукта и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
53. Технология нормального электрокорунда (характеристика НЭК и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
54. Технология карбида кремния (характеристика карбида кремния и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
55. Технология карбида бора (характеристика продукта, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).
56. Технология белого электрокорунда (характеристика БЭК и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
57. Технология легированных электрокорундов и циркониевого электрокорунда (характеристика продукта и требования к нему, его основные свойства и области применения, требования к сырью).
58. Технология монокорунда (характеристика продукта, его основные свойства и области применения, требования к сырью и его подготовке).

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:

59. Зонное строение ванны карбидной печи. Характеристика зон и их роль в процессе.
60. Механизм карбидообразования в технологии карбида кальция.
61. Описание технологического процесса карбида кальция (с краткой характеристикой оборудования).
62. Технология цианмида кальция (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
63. Описание технологического процесса получения нормального электрокорунда (с краткой характеристикой оборудования).
64. Технология карбида кремния (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
65. Технология карбида бора (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
66. Технология нормального электрокорунда (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
67. Технология белого электрокорунда (описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
68. Технология легированных электрокорундов и циркониевого электрокорунда (описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).
69. Технология монокорунда (основные химические реакции, описание технологического процесса с краткой характеристикой оборудования).

3.2 Типовые контрольные вопросы к зачёту (ПК-1, ПК-3, ПК-4):

1. Расчет электрических характеристик печи и короткой сети.
2. Мощность трансформатора, коэффициент использования мощности.
3. Условия зажигания и устойчивого горения дуги.

4. Вольт-амперная характеристика дуги
5. Материальный баланс производства фосфора с учетом предложенного химического состава шихты и модуля кислотности.
6. Энергетический баланс производства фосфора с учетом данных материального баланса.
7. Термодинамический анализ системы CaO-C.
8. Термодинамический расчет системы при взаимодействии в твердой фазе, определение температуры начала карбидообразования.
9. Термодинамический расчет при взаимодействии углерода с оксидно-карбидным расплавом.
10. Определение зависимости равновесной концентрации карбида кальция от температуры

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.