

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.11.2023 13:37:37
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«31» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ
(Начало подготовки – 2021 год)

Специальность
18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация
№ 07 Химическая технология редких и редкоземельных металлов

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **технологии редких элементов и наноматериалов на их основе**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.ДВ.02.02

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент доцент		доцент Мурашкин Ю.В. доцент Кескинов В.А.

Рабочая программа дисциплины «Оборудование для подготовки сырья и материалов»
обсуждена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их
основе

протокол от «10» марта 2021 № 5
Заведующий кафедрой

А.А. Блохин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «27» мая 2021 № 8

Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология материалов современной энергетики»		профессор И.В. Юдин
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 (модуля) в структуре образовательной программы	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	07
4.2. Занятия лекционного типа	08
4.3. Занятия семинарского типа	10
4.4. Самостоятельная работа	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	15
10.2. Программное обеспечение	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	17
Приложение 2. Тесты для проведения текущего контроля	24
Приложение 3. Примеры индивидуальных расчетных работ по разделам дисциплины	26
Приложение 4. Примеры контрольных работ по разделам дисциплины	32

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

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

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>1. ПК-4</p> <p>Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>ПК-4.6</p> <p>Разработка технологических схем с учетом результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>Знать:</p> <p>основные параметры, технические характеристики технологического оборудования; - принцип действия аппарата; устройство и назначение аппаратуры -методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических, физических и физико-химических процессов при подготовке исходного сырья и материалов;</p> <p>Уметь:</p> <p>правильно выбрать конструкции аппаратов и конструкционные материалы для их изготовления; выбрать правильное компоновочное решение основного технологического оборудования, обеспечивающего безопасное проведение технологических процессов; составить технологическую схему производства с учетом результатов научно-исследовательских работ;</p> <p>Владеть:</p> <p>методами расчета технологического процесса, удельной производительности технологических аппаратов в зависимости от их типа и назначений параметров процесса;</p>

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
		<p>навыками оценки эффективности и качества технологического процесса; методами работы с научно-технической и нормативной документацией</p>
<p>ПК-4 Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ</p>	<p>ПК-4.7 Выбор и обоснование выбора основного технологического оборудования для реализации технологических процессов</p>	<p>Знать: основные параметры, технические характеристики технологического оборудования; устройство и назначение аппаратуры; типовые технологические схемы периодических и непрерывных процессов в гидрометаллургии;</p> <p>Уметь: составить технологическую схему проектируемого производства; правильно выбрать конструкции аппаратов и материалы для их изготовления; рассчитать количество и основные характеристики аппаратов, обеспечивающих заданную производительность; выбрать правильное компоновочное решение проектируемого производства.</p> <p>Владеть: навыками оценки эффективности и качества технологического процесса; методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов; методами анализа технологического процесса; расчетом удельной производительности технологических аппаратов в зависимости от их типа и назначений процесса;</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.02.01) и изучается на 4 курсе в 8 семестре и на 5 курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Общая и неорганическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Оборудование производств редких элементов» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении курсового проекта, прохождении практик, при выполнении выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации) и в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Академических часов в семестре		Всего, академических часов
	Очная форма обучения	Очная форма обучения	Очная форма обучения
	8	9	
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/72	2/72	4/144
Контактная работа с преподавателем:	48	32	80
занятия лекционного типа	32	нет	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	16	16	32
семинары, практические занятия (в т.ч. практическая подготовка)	16	16	32 (8)
лабораторные работы	нет	нет	нет
курсовое проектирование (КР или КП)	нет	16	16
КСР	нет	нет	нет
другие виды контактной работы (КОНТРОЛЬ)	нет	нет	нет
Самостоятельная работа	24	40	64
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Расчетная работа		Расчетная работа
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет	КП	Зачет, КП

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение.	2	--			ПК-4	
2	Измельчение	4	4		8	ПК-4	ПК-4.6; 4.7
3	Обезвоживание	6	4		8	ПК-4	ПК-4.6; 4.7
4	Основные методы обогащения. Общие понятия.	4	12		10	ПК-4	ПК-4.6; 4.7
5	Радиометрическое обогащение.	4	4		12	ПК-4	ПК-4.6; 4.7
6	Гравитационное обогащение и флотация.	2	8		12	ПК-4	ПК-4.6; 4.7
7	Обжиговые и шахтные печи	4	-		10	ПК-4	ПК-4.6
8	Коррозионная стойкость материалов аппаратуры	2	-		4	ПК-4	ПК-4.7
9	Общие вопросы промышленного проектирования	4	-		-	ПК-4	ПК-4.6
	ИТОГО:	32	32		64		

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение.</u> Структура учебной дисциплины. Цели и задачи учебной дисциплины. Краткие исторические сведения. Особенности складирования и рудоподготовки радиоактивных руд.	2	
2	<u>Измельчение</u> Процессы дробления, измельчения, классификации. Классификация процессов измельчения. Дробление, организация процесса, оборудование и диапазоны его использования, задачи дробления. Тонкое измельчение, задачи измельчения, организация процесса, мельницы (шаровые, стержневые, воздушно-ударные). Классификация, её задачи при дроблении и измельчении, грохоты, классификаторы (спиральные, чашевые, речные).	4	ЛВ
3	<u>Обезвоживание</u> Коагуляция и флокуляция. Основные типы фильтрационного и промывочного оборудования. Критерии выбора. Цели и задачи промывки. Непрерывный и периодический процесс, организация. Сгустители-отстойники, патронные сгустители, фильтры (барабанные, дисковые, карусельные, ленточные, фильтр-прессы, ФПАК-М и др.), гидроциклоны, пульсационная колонна для отмывки кеков с насадкой КРИМЗ	6	ЛВ
4	<u>Основные методы обогащения. Общие понятия</u> Задачи обогащения. Характеристика методов обогащения. Продукты и показатели процесса обогащения. Потери. Ограничения и экономическая целесообразность применения обогащения. Классификация процессов механического обогащения. Особенности обогащения радиоактивных руд, избирательное измельчение. Электростатический и магнитный методы, магнитные сепараторы, условия их применения	4	
5	<u>Радиометрическое обогащение</u> Обогащение руд методом радиометрической сортировки. Кусковой, порционный и поточный метод, особенности применения. Обогащение в забое. Радиометрические контрольные станции РКС. Радиометрические сепараторы. Общая схема организации радиометрического обогащения	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<u>Гравитационное обогащение и флотация</u> Гравитационные методы обогащения. Отсадка. Отсадочные машины. Концентрационные столы. Конусные сепараторы. Обогащение в тяжелых суспензиях. Флотационное обогащение. Основы флотации. Флотореагенты. Флотомашин. Типовые схемы обогащения. Вопросы техники безопасности при работе с радиоактивными рудами.	2	ЛВ
7	<u>Обжиговые и шахтные печи.</u> Задачи высокотемпературной обработки руд и концентратов. Окислительный обжиг в слое. Окислительный обжиг во взвешенном слое. Методы расчета обжиговых печей. Вращающиеся трубчатые печи Конструкции шахтных печей. Хлорный метод переработки редкометалльного сырья. Хлораторы. Физико-химические основы процесса хлорирования. Принцип работы хлораторов. Эмпирический расчет шахтных печей. Принципиальные аппаратурно-технологические схемы хлорирования и конденсации редкометалльного сырья. Аппараты для хлорирования.	4	
8	<u>Коррозионная стойкость материалов аппаратуры.</u> Виды и источники коррозии, десятибалльная шкала коррозионной устойчивости металлических конструкционных материалов, коррозионная стойкость важнейших материалов в растворах кислот, щелочей и солей.	2	
9	<u>Общие вопросы промышленного проектирования.</u> Понятие проекта, задачи промышленного проектирования; части проекта: технологическая, строительная, санитарно - техническая, электротехническая, теплотехническая, КИП и автоматика, генеральный план, сметная, проект организации работ; порядок выполнения проекта, стадии проектирования, исходные данные для проектирования; основные задачи размещения оборудования и планировки производственных помещений, проект установки аппарата, габариты аппаратов, характер транспортных связей, обслуживание аппаратов, схемы установки аппаратов; условные графические обозначения аппаратов на технологических схемах.	4	

¹Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД),

дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажёров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

4.3 Занятия семинарского типа.

4.3.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	
		Всего	В том числе на практ. подгот.
2	<u>Измельчение</u> Дробильно-размольное оборудование. Щековые, конусные, молотковые, валковые и др. дробилки. Мельницы. Построение схемы дробление и измельчения в зависимости от природы и состава сырья.	4	2
3	<u>Обезвоживание.</u> Сгустители и фильтры. Выбор оборудования в зависимости от задач обезвоживания. Организация процессов и основные технологические схемы.	4	2
4	<u>Магнитная сепарация.</u> Классификация магнитных материалов. Сепараторы для обогащения в сильном и слабом поле, для сухого и мокрого обогащения. Организация процесса.	8	1
5	<u>Радиометрическое обогащение.</u> Общая схема радиометрического обогащения, его использование на различных стадиях подготовки сырья и сочетаемость с другими методами механического обогащения.	4	1
6	<u>Гравитационное обогащение.</u> Классификация методов гравитационного обогащения, его применимость для радиоактивных руд. Обогащение в тяжелых средах, сочетание с другими методами обогащения	8	1
6	<u>Флотация.</u> Флотореагенты, их классификация. Коллекторы, вспениватели, активаторы, депрессоры, регуляторы среды. Физикохимические основы процесса флотации	4	1
<u>ИТОГО:</u>		32	8

4.3.2. Лабораторные занятия.

Не предусмотрено.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся (64 час.)

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<i>Измельчение</i> Процессы дробления, измельчения, классификации,. Классификация процессов измельчения. Дробление, организация процесса, оборудование и диапазоны его использования, задачи дробления. Тонкое измельчение, задачи измельчения, организация процесса, мельницы (шаровые, стержневые, воздушно-ударные). Классификация, её задачи при дроблении и измельчении, грохоты, классификаторы (спиральные, чашевые, речные).	8	Отчет по индивидуальному заданию
3	<i>Обезвоживание</i> Коагуляция и флокуляция. Основные типы фильтрационного и промывочного оборудования. Критерии выбора. Цели и задачи промывки. Непрерывный и периодический процесс, организация. Сгустители-отстойники, патронные сгустители, фильтры (барабанные, дисковые, карусельные, ленточные, фильтр-прессы, ФПАК-М и др.), гидроциклоны, пульсационная колонна для отмывки кеков с насадкой КРИМЗ.	8	Отчет по индивидуальному заданию
4	<i>Основные методы обогащения. Общие понятия</i> Задачи обогащения. Характеристика методов обогащения. Продукты и показатели процесса обогащения. Потери. Ограничения и экономическая целесообразность применения обогащения. Классификация процессов механического обогащения. Особенности обогащения радиоактивных руд, избирательное измельчение. Электростатический и магнитный методы, магнитные сепараторы, условия их применения	10	Отчет по индивидуальному заданию

5	<u>Радиометрическое обогащение</u> Обогащение руд методом радиометрической сортировки. Кусковой, порционный и поточный метод, особенности применения. Обогащение в забое. Радиометрические контрольные станции РКС. Радиометрические сепараторы. Общая схема организации радиометрического обогащения	12	Отчет по индивидуальному заданию
6	<u>Гравитационное обогащение и флотация</u> Гравитационные методы обогащения. Отсадка. Отсадочные машины. Концентрационные столы. Конусные сепараторы. Обогащение в тяжелых суспензиях. Флотационное обогащение. Основы флотации. Флотореагенты. Флотомашинны. Типовые схемы обогащения. Вопросы техники безопасности при работе с радиоактивными рудами.	12	Устный опрос
7	<u>Обжиговые и шахтные печи</u> Окислительный обжиг в слое. Окислительный обжиг во взвешенном слое. Методы расчета обжиговых печей. Конструкции шахтных печей. Хлораторы. Принцип работы хлораторов. Хлорирование титансодержащего сырья в расплаве хлористых солей. Хлорирование лопаритового сырья в расплаве хлористых солей. Расчет материального баланса хлорирования, основанного тга уравнениях химических реакций. Расчет хлораторов.	10	Устный опрос
8	<u>Коррозионная стойкость материалов аппаратуры.</u> Виды и источники коррозии, десятибалльная шкала коррозионной устойчивости металлических конструкционных материалов, коррозионная стойкость важнейших материалов в растворах кислот, щелочей и солей	4	Устный опрос
ИТОГО:		64	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов и отчетов по индивидуальному заданию. Пример индивидуальных расчетных заданий приведен в Приложении 3.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и защиты курсового проекта.

Зачет предусматривает 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 зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Дробление, организация процесса, оборудование и диапазоны его использования, задачи дробления
2. Характеристика, принцип действия и применение фильтр-прессов рамных, камерных: РОР5,6-630/45У; РОМ40-820/45К; КМПм32У.
3. Основные задачи размещения оборудования и планировки производственных помещений, проект установки аппарата, габариты аппаратов, характер транспортных связей

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Поляков, Е.Г. Металлургия редкоземельных металлов/Е.Г. Поляков, А.В. Нечаев, А.В. Смирнов.- Москва: Metallurgizdat, 2018.- 732 с.- ISBN 978-5-902194-97-2.
2. Копырин, А.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива : учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология материалов современной энергетики" / А. А. Копырин, А. И. Карелин, В. А. Карелин. - Москва: Атомэнергоиздат, 2006. - 576 с. - ISBN 5-98532-004-9 :
3. Шапкин, М.А. Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании: методические указания к контрольным работам для заочной формы обучения спец. "Химическая технология неорганических веществ" / М. А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии неорганических веществ и химических удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 17 с.

б) электронные учебные издания⁴:

1. Мурашкин, Ю.В. Расчет материальных балансов и оборудования для выщелачивания руд и концентратов: учебное пособие/ Ю.В. Мурашкин, А.А. Блохин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 51 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 03.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

⁴ В т.ч. и методические пособия

2. Мурашкин, Ю.В. Расчет материальных балансов и основных параметров ионообменной установки по извлечению редких элементов из водных растворов. Аппаратурное оформление: учебное пособие/ Ю.В. Мурашкин, А.А. Блохин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 68 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 03.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Правдин, Н.Н. Основы проектирования и оборудование: методические указания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения по специальности «Химическая технология неорганических веществ»/ Н.Н. Правдин, А.К. Хомич, М.А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии неорганических веществ и химических удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 112 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.- URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 03.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Правдин, Н.Н. Основы проектирования и оборудование. Базовый курс: учебное пособие/ Н.Н. Правдин, А.К. Хомич, М.А. Шапкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии неорганических веществ и химических удобрений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 104 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 03.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
5. Зиминов, А.В. Расчет тепловых балансов производств тонкого органического синтеза: методические указания/ А.В. Зиминов, С.М. Рамш; ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии органических красителей и фототропных соединений. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 57 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.12.2020).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
6. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампида, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов. —Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 384 с. ISBN 978-5-8114-1479-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/book/45973> (дата обращения: 10.12.2020 г.) Режим доступа: по подписке.
7. Смирнов, Н.Н., Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов)/ Н.Н. Смирнов, В.М. Барабаш, К.А. Карпов.— Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 84 с. ISBN 978-5-8114-4122-8 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/book/91283>. (дата обращения: 10.12.2020 г.) Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

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

«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 «Оборудование и основы проектирование производств редких металлов» 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 УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

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 знания 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.

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы Microsoft Office (Microsoft Excel);

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 25 посадочных мест.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Оборудование для подготовки сырья и материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс	Содержание	Этап формирования
ПК-4	Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.6 Разработка технологических схем с учетом результатов научно-исследовательских работ	Правильно выбирает оборудование и методы расчета основных технологических процессов рудоподготовки в технологии редких металлов, принципиальные технологические схемы процессов пробоподготовки, методы расчета материальных балансов основных технологических операций с учетом результатов научно-исследовательских работ	Правильные ответы на вопросы №1-14, 24-31, 34-39, 51 к зачету Защита КП	Перечисляет основные технологические приемы для реализации технологических схем производства редких элементов с ошибками	Перечисляет основные технологические процессы, но путается в последовательности их реализации	Перечисляет основные технологические процессы и необходимое оборудование для реализации. Может применить эти знания для решения инженерных задач
	Приводит примеры расчета материальных балансов операций измельчения, классификации, выщелачивания, промывки осадков и пульпы, фильтрования, ионообменного извлечения, экстракции и других гидрометаллургических процессов, составляет рациональную технологическую схему производства редких металлов	Правильные ответы на вопросы № 15-23, 32-33, 47-50 к зачету Защита КП	Имеет представление о основных технологических процессах в технологии редких элементов, но алгоритм расчета параметров затрудняется привести	Может рассчитать основные параметры, технические характеристики технологического оборудования, но с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно скомпоновать технологическую схему и рассчитать основные технологические параметры

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Правильно выбирает методы расчета технологического процесса, удельной производительности аппаратов в зависимости от их типа и назначения; владеет навыками оценки эффективности и качества технологического процесса, методами работы с научно-технической и нормативной документацией		С ошибками формулирует требования к компоновке основного технологического оборудования;	Знает требования к компоновке оборудования, знает исходные данные для составления проектного задания, но с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно составить требования к компоновке оборудования и выдать исходные данные для составления проектного задания
ПК-4.7 Выбор и обоснование выбора основного технологического оборудования для реализации технологических процессов	Перечисляет основные типовые технологические схемы периодических и непрерывных процессов; аппаратное оформление, устройство и назначение аппаратуры для разделения жидкой и твердой фаз.	Правильные ответы на вопросы №9-14, к зачету Защита КП	Путается в аппаратном оформлении, устройстве и назначении аппаратуры для разделения жидкой и твердой фаз	Правильно называет основные критерии при выборе оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов, разделения жидкой и твердой фаз, приводит требования к компоновке с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок перечисляет основные критерии при выборе оборудования для гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов, разделения жидкой и твердой фаз.
	Демонстрирует умение выбирать аппаратуру для пирометаллургических процессов, правильно выбирать конструкции аппаратов и материалы для их изготовления; рассчитывать количество и основные характеристики аппаратов,	Правильные ответы на вопросы № 34-39; 40-55 к зачету Защита КП	С ошибками рассчитывает количество и основные характеристики аппаратов, обеспечивающих заданную производительность, но	Правильно рассчитывает параметры и выбирает аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; правильно выбирает конструкции аппаратов и материалы	Хорошо разбирается в расчетах параметров и в выборе аппаратуры для конкретного химико-технологического процесса, правильно выбирает компоновочное решение

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	обеспечивающих заданную производительность; выбирать правильное компоновочное решение проектируемого производства в соответствии с требованиями соответствующей нормативной документации.		правильно выбирает компоновочное решение проектируемого производства в соответствии с требованиями соответствующей нормативной документации.	для их изготовления; рассчитывает количество и основные характеристики аппаратов, обеспечивающих заданную производительность, но с помощью наводящих вопросов	проектируемого производства в соответствии с требованиями соответствующей нормативной документации
	Демонстрирует способность находить оптимальное решение при выборе технологической схемы процесса переработки того или иного вида сырья; владеет методами выбора стандартного оборудования, принципами компоновки оборудования; ориентируется в задачах промышленного проектирования	Правильные ответы на вопросы №55-60 к зачету Защита КП	Приводит не полный перечень основных задач размещения оборудования и планировки производственных помещений, назначение проекта установки аппаратов.	Ориентируется в выборе стандартного оборудования и в инженерных расчетах нестандартного оборудования, его удельной производительности но путается в последовательности	Убедительно перечисляет задачи промышленного проектирования, приводит и кратко характеризует основные части проекта, демонстрирует способность находить оптимальное решение при выборе технологической схемы процесса переработки того или иного вида сырья.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

1. Особенности складирования и рудоподготовки радиоактивных руд.
2. Классификация процессов измельчения.
3. Дробление, организация процесса, оборудование и диапазоны его использования, задачи дробления.
4. Тонкое измельчение, задачи измельчения, организация процесса,
5. Мельницы (шаровые, стержневые, воздушно-ударные).
6. Классификация, её задачи при дроблении и измельчении, грохоты
7. Классификаторы (спиральные, чашевые, речные).
8. Коагуляция и флокуляция.
9. Основные типы фильтрационного и промывочного оборудования.
10. Цели и задачи промывки. Непрерывный и периодический процесс, организация.
11. Прямоточная, противоточная и комбинированная промывка осадков и пульп, технологическая схема процесса.
12. Сгустители-отстойники, патронные сгустители
13. Фильтры (барабанные, дисковые, карусельные, ленточные, фильтр-прессы, ФПАК-М и др.)
14. Объемно - планировочные решения отделения разделения твердого и жидкого.
15. Задачи обогащения. Характеристика методов обогащения.
16. Продукты и показатели процесса обогащения. Потери.
17. Ограничения и экономическая целесообразность применения обогащения.
18. Классификация процессов механического обогащения.
19. Особенности обогащения радиоактивных руд
20. Избирательное измельчение.
21. Электростатический и магнитный методы, магнитные сепараторы
22. Обогащение руд методом радиометрической сортировки.
23. Кусковой, порционный и поточный метод обогащения, особенности применения.
24. Обогащение в забое. Радиометрические контрольные станции РКС.
25. Радиометрические сепараторы.
26. Общая схема организации радиометрического обогащения
27. Гравитационные методы обогащения.
28. Отсадка. Отсадочные машины.
29. Концентрационные столы.
30. Конусные сепараторы.
31. Обогащение в тяжелых суспензиях.
32. Флотореагенты. Флотомашинны.
33. Типовые схемы обогащения.
34. Вопросы техники безопасности при работе с радиоактивными рудами.
35. Многоподовые печи
36. Барабанные печи
37. Печи для обжига во взвешенном слое
38. Печи для обжига в кипящем слое
39. Общая характеристика методов расчета обжиговых печей
40. Эмпирический метод расчета обжиговых печей
41. Хлорный метод переработки редкометального сырья.

42. Аппаратурное оформление хлорного метода переработки редкометалльного сырья.
43. Физико-химические основы процесса хлорирования
44. Принципиальные аппаратурно-технологические схемы хлорирования и конденсации редкометалльного сырья.
45. Шахтные печи
46. Шахтные хлораторы непрерывного действия.
47. Закономерности движения шихты в шахтной печи
48. Эмпирический метод расчета шахтной печи
49. Хлорирование титансодержащего сырья в расплаве хлористых солей.
50. хлорирование лопаритового концентрата в расплаве хлористых солей.
51. Расчет материального баланса процесса хлорирования по уравнениям химических реакций.
52. Компоновка оборудования в печном отделении цеха
53. Виды и источники коррозии
54. Десятибалльная шкала коррозионной устойчивости металлических конструкционных материалов.
55. Коррозионная стойкость важнейших материалов в расплавах солей.
56. Понятие проекта, задачи промышленного проектирования
57. Части проекта: технологическая, строительная, санитарно - техническая, электротехническая, теплотехническая, КИП и автоматика, генеральный план, проект организации работ
58. Порядок выполнения проекта, стадии проектирования, исходные данные для проектирования
59. Основные задачи размещения оборудования и планировки производственных помещений, проект установки аппарата, габариты аппаратов, характер транспортных связей
60. Обслуживание аппаратов, схемы установки аппаратов; условные графические обозначения аппаратов на технологических схемах

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Темы курсовых проектов:

1. Проект цеха по переработке торий-фосфатного сырья по щелочной схеме;
2. Проект цеха по извлечению урана из растворов сернокислотного вскрытия урансодержащего апатитового сырья;
3. Проект цеха по щелочной переработке монацитового концентрата;
4. Проект цеха по азотнокислой переработке урансодержащего апатитового сырья;
5. Проект отделения цеха по получению хлорида лития из сподуменового концентрата;
6. Участок цеха по переработке концентрата средних, тяжелых РЗМ и иттрия на оксид иттрия и концентраты средних и тяжелых РЗМ;
7. Проект цеха по переработке итросинхизитового концентрата на сумму нитратов РЗМ (III);
8. Проект цеха экстракционной переработки растворов сернокислотного выщелачивания апатитового сырья;
9. Проект отделения цеха по утилизации отходов карбида вольфрама;
10. Проект отделения цеха по извлечению палладия из отработанных катализаторов нефтепереработки с получением концентрата палладия;

11. Проект участка цеха по извлечению молибдена из обожженного огарка после обжига молибденитовых концентратов;
12. Проект цеха по переработке торий-фосфатного сырья по щелочной схеме;
13. Проект отделения цеха по переработке сподумена известково-хлоридным методом;
14. Проект цеха по щелочной переработке фосфатно-ториевого концентрата;
15. Проект цеха по переработке карбонатов РЗМ цериевой группы с получением концентратов La-Nd и Sm-Gd;
16. Проект цеха по экстракционной переработке урансодержащих растворов сернокислотного вскрытия апатитового сырья;
17. Проект отделения цеха по переработке плава хлоридов РЗМ(III) на диоксид церия(IV) и концентрат РЗМ;
18. Проект участка цеха извлечения рения из промывной серной кислоты систем мокрого пылеулавливания молибденового производства;
19. Проект цеха по переработке лопаритового концентрата по сернокислотной схеме с выделением концентрата РЗЭ

К защите КП допускаются студенты, выполнившие все требования, изложенные в СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012 Виды учебных занятий. Курсовой проект.

Курсовая работа. Общие требования .

При защите КП студенту задают 2-3 вопроса, связанных с темой КП.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта и защиты курсового проекта.

Шкала оценивания защиты курсового проекта
балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

Тесты для проведения текущего контроля.

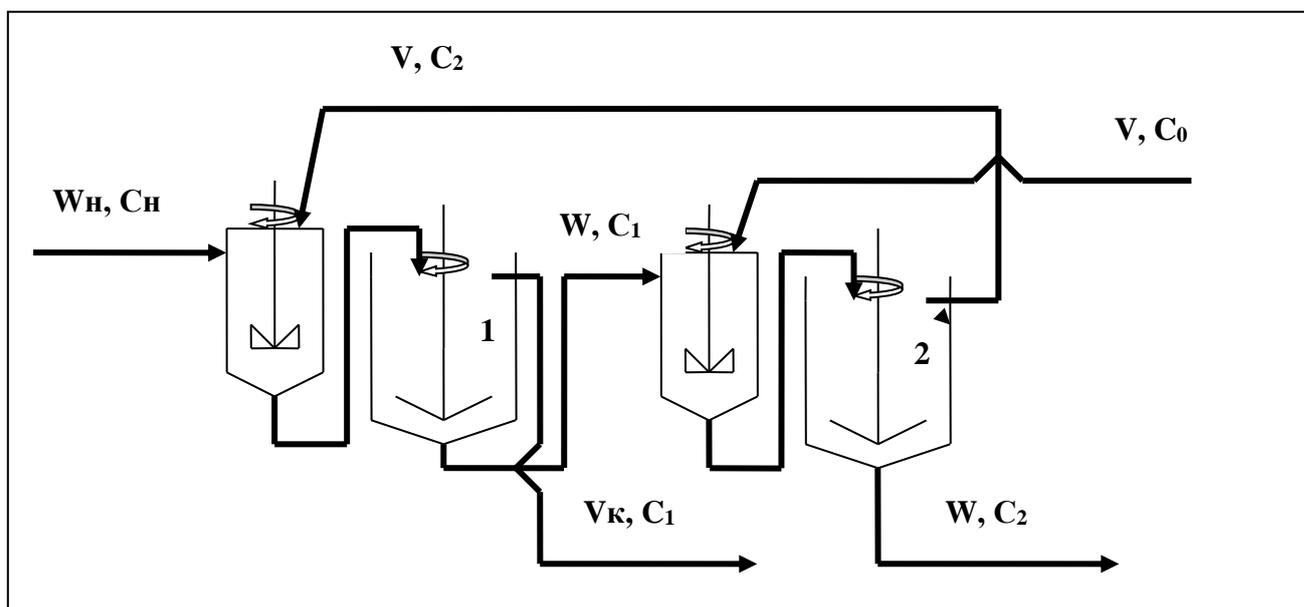
1. Зависит ли коэффициент часовой производительности от выбранной единицы массы для расчета материального баланса?
 - да;
 - нет.
2. Оксидный состав руды – это качественная или количественная характеристика?
 - качественная;
 - количественная.
3. Минералогический состав руды – это качественная или количественная характеристика?
 - качественная;
 - количественная.
4. Цель составления материального баланса операции выщелачивания?
 - качественная оценка состава реагентов и продуктов реакции;
 - качественная и количественная оценка состава реагентов и продуктов реакции.
5. Параметр пульпы Т:Ж.
 - выражает массовые отношения твердого и жидкого в пульпе;
 - выражает объемные отношения твердого и жидкого в пульпе.
6. Число аппаратов непрерывного действия в каскаде.
 - менее двух;
 - более двух.
7. Модуль промывки это:
 - отношение массы промывной жидкости к массе влаги промываемого осадка;
 - отношение массы промывной жидкости к массе промываемого осадка.
8. Наиболее эффективная промывка осадка (с точки зрения расхода промывной жидкости)?
 - прямоточная;
 - противоточная.
9. Величина модуля промывка осадков на фильтре методом вытеснения?
 - менее 2-х;
 - более 2-х.
10. Сгущение пульп происходит в сгустителях под действием:
 - центробежной силы Земли;
 - силы тяжести.
11. Барабанные вакуум-фильтры применяются:
 - для фильтрования осадков;
 - для сгущения пульп.
12. Промывка осадков на поверхности барабанного вакуум-фильтра:
 - однократная возможна;
 - однократная не возможна.
13. Дисковый вакуум-фильтр применяются:
 - для фильтрования осадков;
 - для сгущения пульп.

14. Промывка осадков на поверхности дискового вакуум-фильтра:
- однократная возможна;
 - однократная не возможна.
15. Патронные и листовые вакуум-фильтры применяются:
- для фильтрования осадков;
 - для сгущения пульп.
16. Промывка осадков на поверхности патронного и листового вакуум-фильтров:
- однократная возможна;
 - однократная не возможна.
17. Карусельный вакуум-фильтр применяется:
- для фильтрования осадков;
 - для сгущения пульп.
16. Промывка осадков на поверхности карусельного вакуум-фильтра:
- возможна противоточная многократная;
 - не возможна.
17. При механическом обогащении качественный состав руды
- изменяется;
 - не изменяется
18. Ошламовывание – это метод
- измельчения
 - обезвоживания
 - обогащения
19. Наиболее производительный метод обогащения – это
- кусковой метод
 - порционный метод
 - поточный метод
20. Радиометрические контрольные станции служат для
- контроля активности руды
 - контроля крупности руды
 - для обогащения радиоактивных руд
21. Обогащение в тяжелых средах разделяет минералы по
- их скорости падения в среде
 - их плотности
 - их размерам
22. Коллекторы – это
- детали концентрационных столов
 - флотореагенты
 - операторы отсадных машин
23. Магнитной сепарацией можно обогащать
- все эндогенные руды
 - монацитовые пески
 - метаморфогенные руды
24. Линейные размеры минералов для обогащения на отсадных машинах не должны превышать
- 25 мм
 - 25 см
 - 25 дм
25. Вспениватели работают на границах раздела фаз:
- Т и Ж
 - Ж и Г
 - Т и Г

Примеры индивидуальных расчетных заданий по разделам дисциплины

Вариант 1

Дать характеристику процесса промывки, аппаратно-технологическая схема которого приведена на рисунке, где W_n – абсолютная влажность осадка, поступающего на промывку, % к массе сухого осадка; W – абсолютная влажность осадка на выходе из разделительного аппарата, % к массе сухого осадка; V – количество промывной жидкости, % к массе сухого осадка; C_0 – концентрация отмываемого компонента в жидкости, поступающей на промывку, масс. доли; C_n – концентрация отмываемого компонента в поровой жидкости осадка, поступающего на промывку, масс. доли; C_1 – концентрация отмываемого компонента в жидкости на выходе из разделительного аппарата, масс. доли.



На рисунке приведена схема(привести название схемы и дать краткую ее характеристику)

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: W_n, C_n ;

Исходная промывная жидкость имеет параметры: V, C_0 ;

Каскад работает при условии: $W_n \neq W, C_0 \neq 0$.

Составить уравнения материального баланса по отмываемому компоненту:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

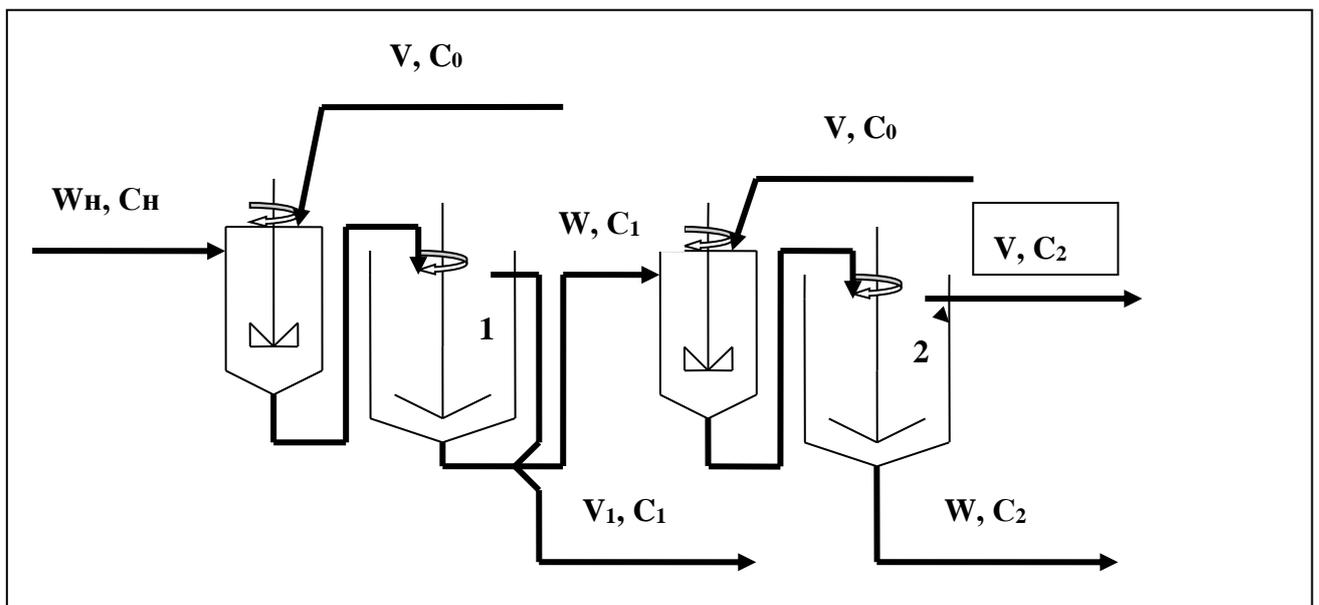
-для всего каскада:

Дать определение процессу промывки. Промывка это

Охарактеризовать барабанный вакуум-фильтр: БОП 10-1,8-1 (У,К), перечислить стадии его работы

Вариант 2

Дать характеристику процесса промывки, аппаратно-технологическая схема которого приведена на рисунке, где W_n – абсолютная влажность осадка, поступающего на промывку, % к массе сухого осадка; W – абсолютная влажность осадка на выходе из разделительного аппарата, % к массе сухого осадка; V – количество промывной жидкости, % к массе сухого осадка; C_0 – концентрация отмываемого компонента в жидкости, поступающей на промывку, масс. доли; C_n – концентрация отмываемого компонента в поровой жидкости осадка, поступающего на промывку, масс. доли; C_i – концентрация отмываемого компонента в жидкости на выходе из разделительного аппарата, масс. доли.



На рисунке приведена схема(привести название схемы и дать краткую ее характеристику)

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: W_n, C_n ;

Исходная промывная жидкость имеет параметры: V, C_0 ;

Каскад работает при условии: $W_n \neq W, C_0 \neq 0$.

Составить уравнения материального баланса по отмываемому компоненту:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

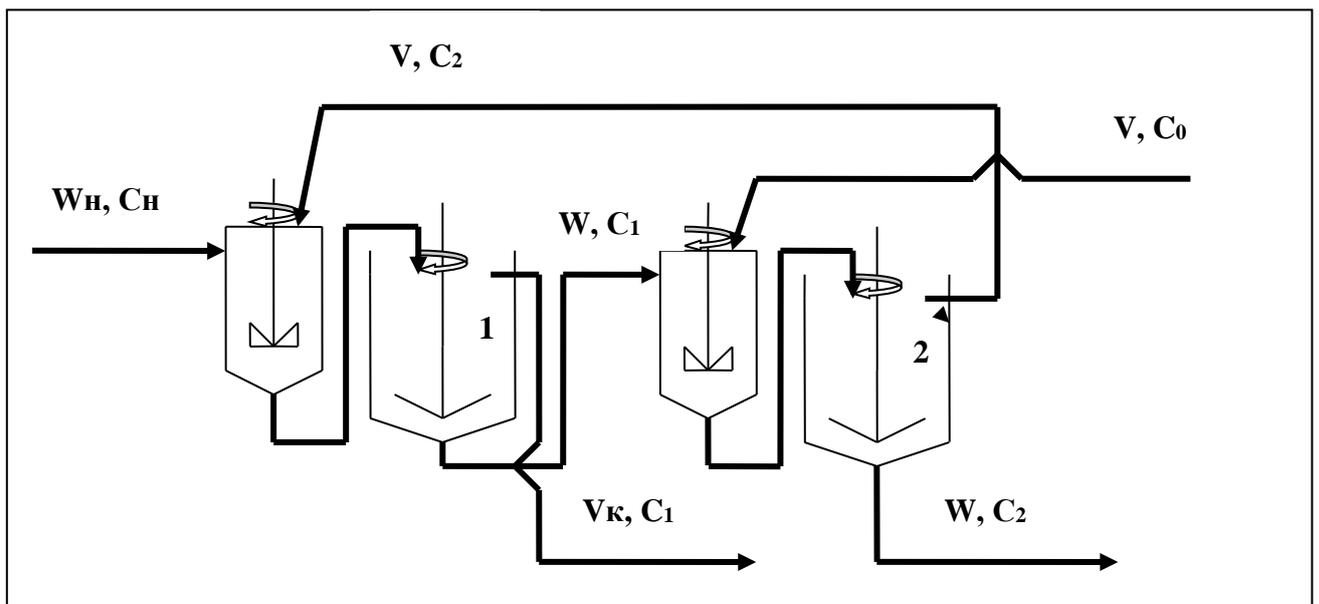
-для всего каскада:

Дать определение процессу промывки. Промывка это

Охарактеризовать дисковый вакуум-фильтр: ДОО16-2,5-1У, перечислить стадии его работы

Вариант 3

Дать характеристику процесса промывки, аппаратно-технологическая схема которого приведена на рисунке, где W_n – абсолютная влажность осадка, поступающего на промывку, % к массе сухого осадка; W_n - абсолютная влажность осадка на выходе из разделительного аппарата, % к массе сухого осадка; V – количество промывной жидкости, % к массе сухого осадка; C_0 – концентрация отмываемого компонента в жидкости, поступающей на промывку, масс. доли; C_n - концентрация отмываемого компонента в поровой жидкости осадка, поступающего на промывку, масс. доли; C_i – концентрация отмываемого компонента в жидкости на выходе из разделительного аппарата, масс. доли.



На рисунке приведена схема(привести название схемы и дать краткую ее характеристику)

.

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: W_n, C_n ;

Исходная промывная жидкость имеет параметры: V, C_0 ;

Каскад работает при условии: $W_n = W, C_0 = 0$.

Составить уравнения материального баланса по отмываемому компоненту:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

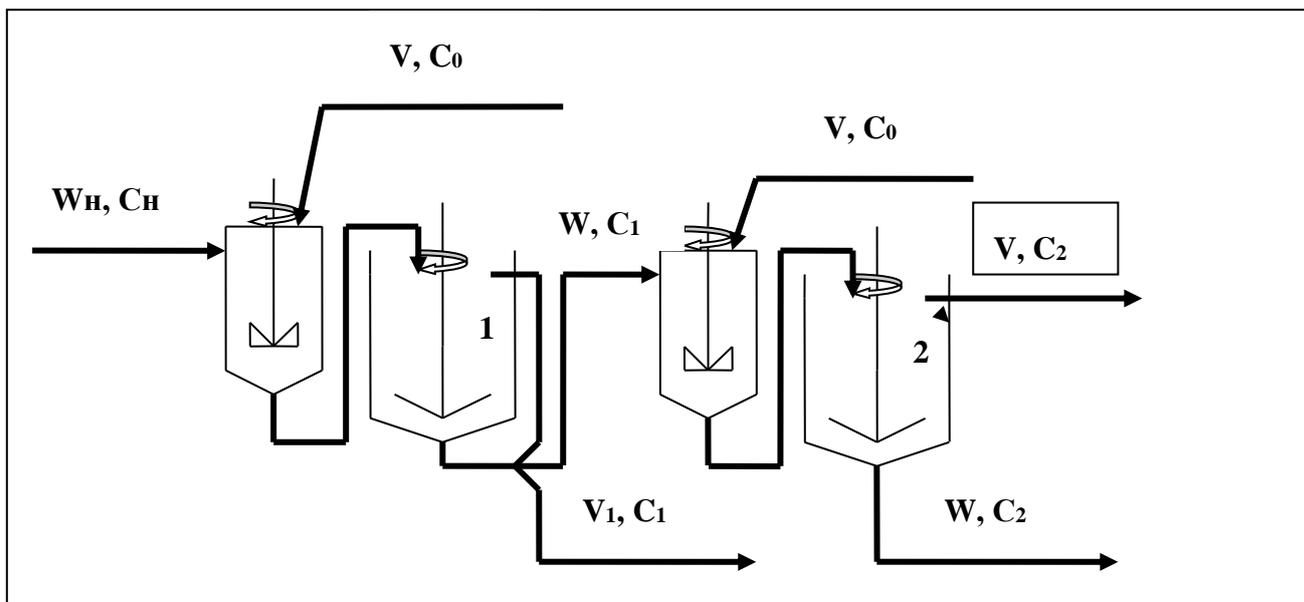
-для всего каскада:

Дать определение процессу промывки. Промывка это

Охарактеризовать карусельный вакуум-фильтр: К 100-1 (У,К), перечислить стадии его работы

Вариант 4

Дать характеристику процесса промывки, аппаратно-технологическая схема которого приведена на рисунке, где W_n – абсолютная влажность осадка, поступающего на промывку, % к массе сухого осадка; W_n - абсолютная влажность осадка на выходе из разделительного аппарата, % к массе сухого осадка; V – количество промывной жидкости, % к массе сухого осадка; C_0 – концентрация отмываемого компонента в жидкости, поступающей на промывку, масс. доли; C_n - концентрация отмываемого компонента в поровой жидкости осадка, поступающего на промывку, масс. доли; C_i – концентрация отмываемого компонента в жидкости на выходе из разделительного аппарата, масс. доли.



На рисунке приведена схема(привести название схемы и дать краткую ее характеристику)

.

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: W_n, C_n ;

Исходная промывная жидкость имеет параметры: V, C_0 ;

Каскад работает при условии: $W_n = W, C_0 = 0$.

Составить уравнения материального баланса по отмываемому компоненту:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

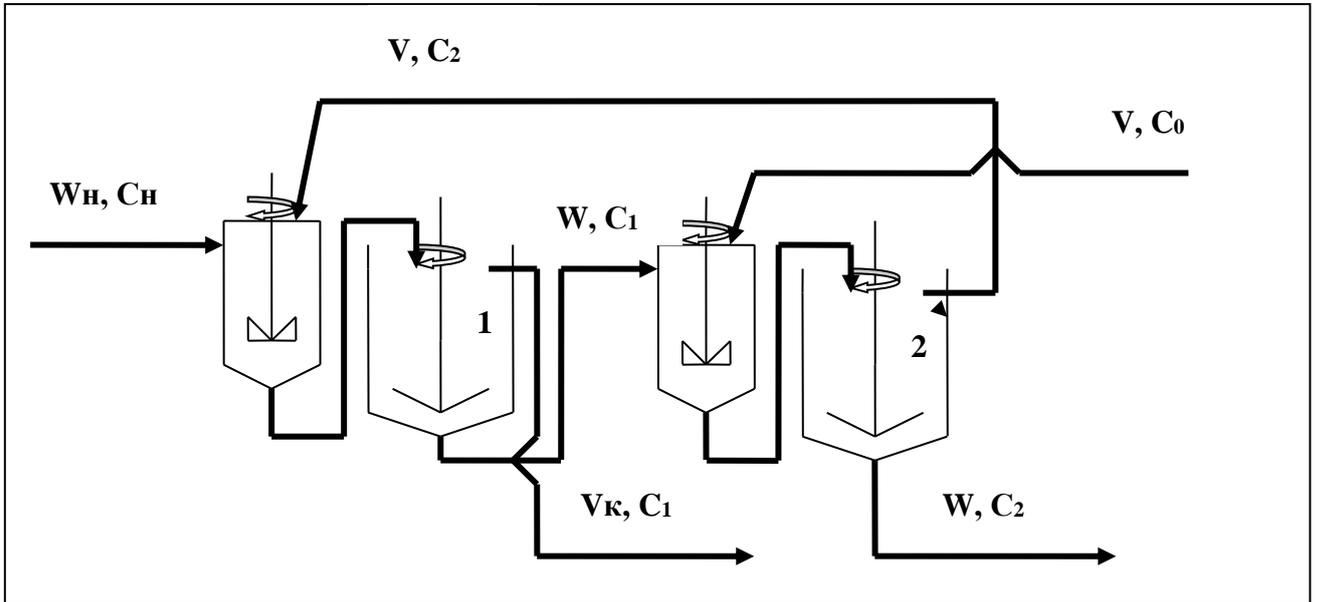
Дать определение процессу промывки. Промывка это

Охарактеризовать листовой фильтр: МГВ 60-1У, перечислить стадии его работы

Вариант 5

Дать характеристику процесса промывки, аппаратно-технологическая схема которого приведена на рисунке, где W_n – абсолютная влажность осадка, поступающего на промывку, % к массе сухого осадка; W_n - абсолютная влажность осадка на выходе

из разделительного аппарата, % к массе сухого осадка; V – количество промывной жидкости, % к массе сухого осадка; C_0 – концентрация отмываемого компонента в жидкости, поступающей на промывку, масс. доли; C_n – концентрация отмываемого компонента в поровой жидкости осадка, поступающего на промывку, масс. доли; C_i – концентрация отмываемого компонента в жидкости на выходе из разделительного аппарата, масс. доли.



На рисунке приведена схема(привести название схемы и дать краткую ее характеристику)

Осадок, поступающий на промывку, имеет параметры: W_n, C_n ;

Исходная промывная жидкость имеет параметры: V, C_0 ;

Каскад работает при условии: $W_n \neq W, C_0 \neq 0$.

Составить уравнения материального баланса по отмываемому компоненту:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Составить уравнения материального баланса по жидкой фазе:

-для первой ступени:

-для второй ступени:

-для всего каскада:

Дать определение процессу промывки. Промывка это

Охарактеризовать барабанный вакуум-фильтр: БОП 10-1,8-1 (У,К), перечислить стадии его работы

Примеры контрольных работ по разделам дисциплины

ВАРИАНТ 1

Осадок карбоната лития поступает на промывку:

Промывка производится на фильтре методом вытеснения при следующих условиях:

В маточном растворе, а следовательно, и во влаге промываемого осадка содержится 160 г/л сульфата натрия (плотность раствора влаги осадка – 1060 кг/м³).

Относительная влажность осадка до и после промывки – 50 %. Степень извлечения сульфата натрия из влаги осадка 90 %. Промывка производится водой. Считаем, что карбонат лития в процессе промывки практически не растворяется.

Определить модуль промывки.

Составить материальный баланс промывки исходя из 1000 кг влажного осадка.

ВАРИАНТ 2

Осадок карбоната лития поступает на промывку:

В маточном растворе, а следовательно, и во влаге промываемого осадка содержится 160 г/л сульфата натрия (плотность раствора влаги осадка – 1060 кг/м³).

Относительная влажность осадка до и после промывки – 40 %.

Промывка производится водой. Считаем, что карбонат лития в процессе промывки практически не растворяется.

Производится противоточная 3-х ступенчатая репульсионная промывка при модуле промывки равном 2.

Определить степень извлечение сульфата натрия и составить материальный баланс промывки осадка исходя из 1000 кг влажного осадка.

ВАРИАНТ 3

Осадок карбоната лития поступает на промывку:

В маточном растворе, а следовательно, и во влаге промываемого осадка содержится 160 г/л сульфата натрия (плотность раствора влаги осадка – 1060 кг/м³).

Абсолютная влажность осадка до и после промывки – 20 %.

Промывка производится водой. Считаем, что карбонат лития в процессе промывки практически не растворяется.

Производится прямоточная репульсионная промывка (с перекрестным током потоков) при модуле промывки равном 2.

Определить минимальное число ступеней промывки осадка для коэффициента эффективности промывки равном 99 % и составить материальный баланс промывки осадки исходя из 1000 кг влажного осадка.