

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом, профессором кафедры Химической технологии композиционных и вяжущих материалов Сивковым С.П., к.т.н., старшим преподавателем кафедры Химической технологии композиционных и вяжущих материалов Шеиным А.Л.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Химической технологии композиционных и вяжущих материалов
(Наименование кафедры)

«28» августа 2024 г., протокол № 1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» относится к блоку 1 части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области процессов и аппаратов химической технологии, общей технологии силикатов и химической технологии вяжущих материалов.

Цель дисциплины – получение студентами знаний, умений, владений и формирование профессиональных компетенций и индикаторов их достижения в области оборудования заводов по производству вяжущих материалов.

Задачи дисциплины:

– ознакомление обучающихся с особенностями конструкции, принципами функционирования и рациональными областями применения основных видов оборудования для производства вяжущих материалов;

– обучение основам проектирования технологических линий заводов по производству вяжущих материалов, выбору оптимального вида оборудования для осуществления той или иной стадии технологического процесса;

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» преподается в 7 и 8 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведение консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014 г. № 121н. Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.
			ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты	
			ПК-1.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	

				A/02.5 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Обеспечение полного технологического цикла научно-технической разработки, изготовления и испытания наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.	Химическое, химико-технологическое производство;	ПК-4. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.	ПК-4.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведение консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 08.09.2015 г. № 604н. Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.
			ПК-4.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов.	
			ПК-4.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.	

				<p>А/01.6 Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами;</p> <p>А/03.6 Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами;</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- порядок организации, планирования и проведения технологического процесса;
- технологическое оборудование и правила его эксплуатации.

Уметь:

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;
- подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов.

Владеть:

- навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.
- основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	5	180	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	1,78	64	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	-	-	0,89	32
Лекции	0,89	32	0,89	32	–	–
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	-	-	0,89	32
Самостоятельная работа	3,33	120	2,22	80	1,11	40
Контактная самостоятельная работа		0,4		–		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	119,6	2,22	80	1,11	39,6
Виды контроля:						
Курсовой проект	+	+	-	-	+	+
Экзамен	1	36	1	36	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4	1	0,4	–	–
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		–
Вид итогового контроля:			Экзамен		Курсовой проект	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			7 семестр		8 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	5	135	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	72,1	1,78	48,1	0,89	24

в том числе в форме практической подготовки	0,89	24	-	-	0,89	24
Лекции	0,89	24,0	0,89	24,0	–	–
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48,1	0,89	24,0	0,89	24,0
в том числе в форме практической подготовки	0,89	24	-	-	0,89	24
Самостоятельная работа	3,33	89,9	2,22	59,9	1,11	30,0
Контактная самостоятельная работа		0,3		–		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	89,7	2,22	60	1,11	29,7
Виды контроля:						
Курсовой проект	+	+	–		+	
Экзамен	1	27	1	27	–	
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	–
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		–
Вид итогового контроля:			Экзамен		Курсовой проект	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
7 семестр										
1.	Раздел 1. Дробильно-помольное оборудование заводов по производству вяжущих материалов	41	–	10	–	10	–	–	–	21
1.1	Классификация и основные показатели работы оборудования	7	–	2	–	2	–	–	–	3
1.2	Оборудование для дробления материалов	17	–	4	–	4	–	–	–	9
1.3	Оборудование для помола материалов	17	–	4	–	4	–	–	–	9
2.	Раздел 2. Вспомогательное механическое оборудование заводов по производству вяжущих материалов	41	–	10	–	10	–	–	–	21
2.1	Дозаторы и питатели	8	–	2	–	2	–	–	–	4
2.2	Оборудование для классификации материалов	8	–	2	–	2	–	–	–	4
2.3	Оборудование для внутризаводской транспортировки материалов	8	–	2	–	2	–	–	–	4
2.4	Оборудование для обеспыливания технологических газов	7	–	2	–	2	–	–	–	3

2.5	Оборудование для хранения и усреднения материалов	5	–	1	–	1	–	–	–	3
2.6	Цементные силоса	5	–	1	–	1	–	–	–	3
3.	Раздел 3. Тепловое оборудование заводов по производству вяжущих материалов	39	–	8	–	10	–	–	–	21
3.1	Вращающиеся печи для обжига портландцементного клинкера	9	–	2	–	2	–	–	–	5
3.2	Теплообменники и декарбонизаторы сырьевых смесей	8	–	2	–	2	–	–	–	4
3.3	Специальные печи для обжига портландцементного клинкера	8	–	2	–	2	–	–	–	4
3.4	Клинкерные холодильники	7	–	1	–	2	–	–	–	4
3.5	Оборудование для сушки материалов	7	–	1	–	2	–	–	–	4
4.	Раздел 4. Специальное оборудование заводов по производству гипса и извести	23	–	4	–	2	–	–	–	17
4.1	Оборудование для производства гипсовых вяжущих материалов	12	–	2	–	1	–	–	–	8
4.2	Оборудование для производства извести	11	–	2	–	1	–	–	–	8
	ИТОГО	144	–	32	–	32	–	–	–	80
	Экзамен	–	–	–	–	–	–	–	–	36
	ИТОГО	180	–	32	–	32	–	–	–	116
8 семестр										
5	Раздел 5. Основы проектирования заводов вяжущих материалов, выполнение КП	72	32	–	–	32	32	–	–	40
5.1	Основы проектирования заводов вяжущих материалов	6	2	–	–	2	2	–	–	4
5.2	Содержание проекта и составляющих его частей	12	4	–	–	4	4	–	–	8

5.3	Принципы проектирования цехов	18	8	–	–	8	8	–	–	10
5.4	Технологические расчеты при проектировании	18	12	–	–	12	12	–	–	6
5.5	Содержание графической части проекта	12	6	–	–	6	6	–	–	6
	ИТОГО	72	32	–	–	32	32	–	–	40
	Экзамен	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ИТОГО	72	32	–	–	32	32	–	–	40
	ИТОГО (вся дисциплина)	252	32	32	32	64	32	–	–	156

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Дробильно-помольное оборудование заводов по производству вяжущих материалов

1.1. Классификация оборудования для производства вяжущих материалов. Основные показатели работы технологического оборудования: производительность, потребляемая мощность, надежность. Коэффициент использования оборудования, технологический резерв.

1.2. Значение процессов измельчения для производства вяжущих материалов. Классификация процессов измельчения. Способы измельчения материалов. Расход энергии при измельчении материалов. Влияние свойств измельчаемого материала на процесс измельчения. Характеристики глубины процесса измельчения. Классификация оборудования для измельчения материалов. Оборудование для дробления твердых материалов: щековые и конусные дробилки. Оборудование для дробления мягких, пластичных и влажных материалов: валковые и щечно-валковые дробилки, зубчатые дробилки. Особенности конструкции валковых дробилок портландцементного клинкера. Оборудование для дробления хрупких материалов: молотковые и ударно-отражательные дробилки. Дробилки-сушилки сырьевых материалов и кека. Типовые схемы дробления материалов с различными физическими характеристиками. Многостадийное дробление материалов. Выбор оптимальной схемы дробления материала.

1.3. Шаровые мельницы, их классификация. Конструкция основных деталей и узлов шаровых мельниц. Мелющие тела, бронефутеровка, межкамерные перегородки, способы загрузки и разгрузки измельчаемого материала. Привод мельниц. Теория работы шаровых мельниц. Влияние технологических факторов на работу шаровых мельниц. Интенсификация процессов измельчения. Аспирация мельниц. Замкнутый цикл работы шаровых мельниц, способы организации замкнутого цикла. Механохимические явления. Шаровые мельницы-сушилки, особенности их конструкции. Глиноболтушки и роторные мельницы. Мельницы самоизмельчения Аэрофол и Гидрофол. Вертикальные среднеходные мельницы. Шахтные, аэробильные и ролико-маятниковые мельницы. Вибромельницы, струйные мельницы. Новые виды помольных агрегатов, мельницы HOROMIL. Технологические схемы измельчения, их анализ и технико-экономическая оценка.

Раздел 2. Вспомогательное механическое оборудование заводов по производству вяжущих материалов

2.1. Дозаторы и питатели. Способы дозировки материалов. Дозаторы периодического и непрерывного действия, объемные и весовые дозаторы. Весовые бункера. Особенности конструкции объемных дозаторов непрерывного действия, используемых для производства вяжущих материалов: дисковые, ленточные, вибрационные, винтовые, возвратно-поступательные, ячейковые. Ленточные весовые дозаторы с механической и электронной регулировкой. Дозаторы-питатели сырьевых шламов: ковшовый питатель, автоматический реактивный питатель шлама.

2.2. Оборудование для классификации материалов. Методы разделения материалов по размерам зерна. Способы отсева материалов. Виды рассеивающих поверхностей. Условия протекания процесса отсева. Особенности конструкции сит и грохотов, используемых для производства вяжущих материалов: колосниковые возвратно-поступательные, вибрационные, валковые грохоты. Теория сепарации частиц в воздушном потоке. Условия сепарации частиц, зоны разделения. Коэффициент полезного действия сепаратора, циркуляционная нагрузка сепаратора. Особенности конструкции сепараторов, используемых для производства вяжущих материалов: воздушно-проходной статический сепаратор, V-сепаратор, динамический центробежный сепаратор, сепаратор с выносными циклонами, сепараторы с потоком вторичного воздуха. Оборудование для классификации твердых частиц в сырьевых шламах. Дуговые сита, гидроциклоны.

2.3. Оборудование для внутривозводской транспортировки материалов. Особенности конструкции внутривозводских транспортных устройств, используемых для производства вязущих материалов: ленточные, скребковые транспортеры, ковшовые элеваторы. Особенности конструкции оборудования для транспортировки порошкообразных материалов, используемых для производства вязущих материалов: винтовые транспортеры и аэрожелоба, пневмовинтовые, пневмокамерные насосы, эрлифты. Оборудование для транспортировки сырьевых шламов.

2.4. Оборудование для обеспыливания технологических газов. Характеристики пылегазовых смесей. Способы очистки газов от пыли. Особенности конструкции оборудования для обеспыливания технологических газов, используемого для производства вязущих материалов: пылесадительные камеры, циклоны, групповые и батарейные циклоны, скрубберы. Способы повышения эффективности функционирования циклонов. Принципы электростатического обеспыливания газов. Электрофильтры, коронирующие и осадительные электроды. Способы повышения эффективности функционирования электрофильтров. Рукавные фильтры. Выбор фильтрующего материала. Гравийные фильтры. Комбинированные установки для обеспыливания промышленных газов. Вентиляторы и дымососы. Многостадийное обеспыливание газов. Выбор оптимальной схемы обеспыливания. Техничко-экономическая оценка схемы обеспыливания.

2.5. Оборудование для хранения и усреднения материалов. Склады для хранения сырьевых материалов, штабельные и силосные склады. Предварительное усреднение материалов на складах. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны, способы перемешивания сырьевых шламов. Гомогенизационные силоса сырьевой муки. Аспирационные короба, способы аспирации силосов. Гомогенизационные силоса с центральной усреднительной камерой.

2.6. Цементные силоса. Пневморазгрузатели цемента. Упаковочные машины.

Раздел 3. Тепловое оборудование заводов по производству вязущих материалов

3.1. Оборудование для обжига портландцементного клинкера. Печи для обжига портландцементного клинкера. Выбор печного агрегата в зависимости от способа производства портландцемента. Классификация вращающихся печей. Элементы конструкции вращающихся печей: корпус, кольца жесткости, бандажи. Способы крепления бандажей на корпусе печи. Опорные ролики, контрольные ролики. Способы предотвращения сползания печей с опорных роликов, перекося роликов. Привод вращающихся печей, способы крепления венцовой шестерни к корпусу печи. Уплотнительные устройства горячего и холодного конца вращающейся печи. Устройства для возврата уловленной пыли в печь. Особенности конструкции вращающихся печей мокрого способа производства, внутривпечные и запечные теплообменные устройства. Особенности конструкции вращающихся печей сухого способа производства.

3.2. Суспензионные циклонные теплообменники. Аэродинамический режим работы циклонов. Особенности конструкции суспензионных теплообменников для обжига легкоплавких сырьевых смесей. Шахтно-циклонные теплообменники, система байпаса газов. Суспензионные теплообменники с декарбонизаторами сырьевой муки. Схемы включения декарбонизаторов в систему циклонного теплообменника. Разновидности декарбонизаторов. Техничко-экономические показатели эффективности применения декарбонизаторов. Особенности конструкции вращающихся печей комбинированного способа производства. Печи системы Леполь. Конвейерные кальцинаторы. Горелки вращающихся печей.

3.3. Устройства для грануляции сырьевой муки. Устройства для обезвоживания сырьевых шламов. Шахтные печи для обжига клинкера. Печи кипящего слоя, спекательные решетки, циклонные топки. Тепловые агрегаты для получения клинкера методом плавления, вагранки.

3.4. Клинкерные холодильники. Основные показатели работы клинкерных

холодильников. Барабанные и рекуператорные холодильники, пути повышения эффективности работы рекуператорных холодильников. Колосниковые переталкивающие холодильники.

3.5. Оборудование для сушки материалов. Барабанные, вихревые сушилки, сушилки кипящего слоя, аэрофонтанные сушилки.

Раздел 4. Специальное оборудование заводов по производству гипса и извести

4.1. Оборудование для производства вяжущих материалов воздушного твердения. Оборудование для производства гипсовых вяжущих материалов. Основные тепловые агрегаты для получения гипсовых вяжущих материалов: сушильные барабаны, гипсоварочные котлы периодического и непрерывного действия. Шахтные и аэробильные мельницы, установки для обжига гипса в кипящем слое, конвейерные печи. Тепловые агрегаты для производства высокопрочного гипса: демпфер, самозапарник, автоклав.

4.2. Оборудование для производства извести. Особенности конструкции вращающихся печей для обжига извести. Шахтные печи для обжига извести, особенности конструкции печей при работе на твердом и газообразном топливе. Загрузочные и разгрузочные устройства. Горелки шахтных печей. Особенности вращающихся печей для обжига извести. Оборудование для получения извести-пушонки, известкового теста, известкового молока.

Раздел 5. Основы проектирования заводов вяжущих материалов, выполнение КП

5.1. Основы проектирования заводов вяжущих материалов. Структура проектов и взаимосвязь составляющих их частей. Задание на проектирование. Генеральный проектировщик. Одностадийное проектирование, технорабочий проект. Двухстадийное проектирование, технический проект и рабочие чертежи. Нормы технологического проектирования. Учет экономических факторов при проектировании.

5.2. Техничко-экономическое обоснование проекта. Обоснование целесообразности проектирования объекта. Выбор района и точки строительства предприятия. Обоснование его мощности, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и водой. Обоснование способа технологического процесса производства. Обеспечение требований охраны окружающей среды при проектировании. Содержание технологической части проекта, общие рекомендации по ее разработке.

5.3. Принципы проектирования сырьевых цехов, варианты компоновки оборудования. Проектирование цехов обжига клинкера. Принципы и предпосылки выбора печного агрегата. Проектирование цехов помола цемента. Проектирование вспомогательных производственных цехов.

5.4. Последовательность технологических расчетов при проектировании. Выбор базового состава портландцементного клинкера. Материальный баланс завода, расчет потребности в исходных материалах, эксплуатационной мощности основных производственных цехов; расчет количества единиц основного технологического оборудования. Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий. Методы расчета эксплуатационных характеристик основного и вспомогательного технологического оборудования.

5.5. Графическая часть проекта. Требования к содержанию, компоновке и оформлению графической части проекта.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	– порядок организации, планирования и проведения технологического процесса	+	+	+	+	+
2	– технологическое оборудование и правила его эксплуатации	+	+	+	+	+
	Уметь:					
3	– использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	+	–	–	+	+
4	– подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов	+	+	+	+	–
	Владеть:					
5	– навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	–	–	–	–	+
6	– основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	+	+	+	+	+
<i>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные</u> компетенции и индикаторы их достижения:</i>						

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
7	<p>ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p>	<p>ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции</p> <p>– ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты</p> <p>ПК-1.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом</p>	+	+	+	+	+
			+	–	–	+	+
			–	–	–	–	+
8	<p>– ПК-4. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.</p>	<p>– ПК-4.1. Знает технологическое оборудование и правила его эксплуатации</p> <p>– ПК-4.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов</p> <p>– ПК-4.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</p>	+	+	+	+	+
			+	–	–	+	–
			+	–	+	–	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия в объеме 64 академических часов (32 академических часа в 7 семестре, разделы 1 – 4 и 32 академических часа в 8 семестре, раздел 5).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Выбор оптимальной схемы дробления в зависимости от свойств материала	2
2	1	Расчет энергозатрат при измельчении материалов.	2
3	1	Расчет параметров функционирования дробилок	2
4	1	Расчет параметров функционирования шаровых мельниц.	2
5	1	Расчет параметров функционирования вертикальных среднеходных мельниц и мельниц HOROMIL	2
6	2	Расчет производительности и параметров функционирования питателей и дозаторов материалов.	2
7	2	Расчет производительности систем внутрицехового транспорта.	2
8	2	Расчет параметров функционирования сепараторов.	2
9	2	Расчет схем обеспыливания технологических газов.	2
10	2	Выбор оптимального оборудования и согласования его производительности в линиях по производству портландцемента.	2
11	3	Теплоотдача, теплообмен и теплопередача во вращающихся печах.	2
12	3	Аэродинамика вращающихся печей.	2
13	3	Теплозатраты на обжиг клинкера в печах различной конструкции.	2
14	3	Теплотехнические расчеты при сушке сырьевых материалов.	2
15	3	Теплотехнические расчеты клинкерных холодильников.	2
16	4	Тепловые расчеты при обжиге гипса и извести.	2
17	5	Структура проектов и взаимосвязь составляющих их частей.	4
18	5	Выбор района и точки строительства предприятия	2
19	5	Обоснование его мощности предприятия, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности предприятия сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и	6

		водой.	
20	5	Последовательность технологических расчетов при проектировании.	10
21	5	Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий	10

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» учебным планом не предусмотрен.

6.3. Курсовой проект

Курсовой проект (далее – КП) выполняется в 8 семестре, после изучения основного курса и направлен на углубление теоретических знаний, полученных студентом во время лекционных и практических занятий, изучение основ проектирования, а также на приобретение навыков применения знаний в практической работе, в том числе при выполнении итоговой квалификационной работы.

С учетом тематики КП, выполняемого студентами в 7 семестре по курсу «Тепловые процессы и агрегаты технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», а также с целью обеспечения примерно одинакового объема выполняемой работы, в качестве темы КП обучающимся предлагается выполнить проект агрегатно-поточной линии помола сырья с одновременной сушкой производительностью ... т/час.

Для индивидуализации темы КП студенту задаются:

- производительность агрегатно-поточной линии (от 25 до 250 т/час);
- количество компонентов сырьевой смеси (от 1 до 3);
- процентное содержание каждого компонента в составе сырьевой смеси (в сумме – 100 %), его механические свойства (низкая, средняя или высокая сопротивляемость измельчению) и влажность (от 1 до 12 %);
- вид основного помольного агрегата (шаровая мельница, вертикальная среднеходная мельница);
- примерная схема движения материальных и газовых потоков (8 схем);
- вид (твердое, жидкое или газообразное) и состав (весовое или объемное содержание компонентов) топлива для получения сушильного агента во внешней топке;
- вид агрегата для специальной разработки.

При выполнении КП студент должен:

- составить детальную технологическую схему агрегатно-поточной линии;
- подобрать оборудование для осуществления каждой технологической операции, выполнить для него поверочный расчет и согласование производительности;
- рассчитать тепловой баланс и определить удельный расход тепла на сушку сырьевой смеси;
- выполнить расчет основных элементов агрегата, назначенного ему для специальной разработки;
- рассчитать материальный баланс агрегатно-поточной линии;
- представить подробное описание функционирования агрегатно-поточной линии в целом и агрегата, назначенного ему для специальной разработки.

На защиту КП выносятся:

- пояснительная записка к КП;
- графический материал – 2 листа формата А3 или А4 с детальной технологической схемой агрегатно-поточной линии и чертежом агрегата, назначенного студенту для специальной разработки.

Защита КП включает:

- доклад студента по теме КП;
- ответы на вопросы преподавателя по теме КП.

Итоговая оценка за КП (максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту за выполнение (максимально – 60 баллов) и защиту (максимально – 40 баллов) КП.

При оценке выполнения КП принимается во внимание правильность принятых проектных решений, полнота и правильность выполненных расчетов, качество подготовки пояснительной записки и графического материала.

При оценке защиты КП принимается во внимание качество и полнота доклада и правильность ответов на вопросы по теме КП.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 120 часов (80 – в 7 семестре и 40 – в 8 семестре).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена (7 семестр) и курсового проекта (8 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговая оценка по дисциплине в 7 семестре (максимальная оценка – 100 баллов) выставляется обучающемуся по итогам написания двух контрольных работ (максимальная оценка за каждую контрольную работу – 30 баллов) и сдачи экзамена (максимальная оценка 40 – баллов).

Оценка за КП (максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту в 8 семестре по результатам текущего контроля выполнения и защиты КП. Порядок оценивания выполнения и защиты КП представлен в разделе 6.2.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

8.1.1 Примеры вопросов к контрольной работе № 1

Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа состоит из двух вопросов, по 15 баллов за вопрос.

Контрольная работа 1 проводится на 6 неделе обучения в семестре, ориентировочно – после изучения разделов 1 и части 2 дисциплины.

1. Общая классификация оборудования заводов по производству вяжущих материалов.
2. Основные характеристики оборудования.
3. Классификация процессов измельчения. Способы измельчения материалов.
4. Энергозатраты при измельчении материалов. Способы снижения энергозатрат.
5. Классификация, конструкция, принцип функционирования, преимущества и недостатки щековых дробилок.
6. Классификация, конструкция, принцип функционирования, преимущества и недостатки конусных дробилок.
7. Конструкция, принцип действия, преимущества и недостатки молотковых и ударно-отражательных дробилок.
8. Конструкция и функционирование дробилок-сушилок сырьевых материалов и кека.
9. Конструкция и функционирование валковых дробилок. Особенности конструкции валковых клинкерных дробилок.
10. Принципы выбора оптимальной схемы дробления и применяемых дробилок
11. Конструкция и принцип действия шаровых мельниц.
12. Мелющие тела и бронефутеровка мельниц.
13. Межкамерные перегородки. Конструкция загрузочных и разгрузочных устройств.
14. Привод шаровых мельниц, вспомогательный привод мельниц. Основные параметры работы шаровых мельниц. Режимы движения мелющих тел. Оптимальная траектория движения мелющих тел.
15. Влияние технологических факторов на производительность шаровых мельниц.
16. Аспирация мельниц.
17. Открытый и замкнутый цикл работы мельницы. Техничко-экономические преимущества применения замкнутого цикла.
18. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки мельниц самоизмельчения Аэрофол и Гидрофол.
19. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки вертикальных среднеходных мельниц.
20. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки струйных мельниц.
21. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки дезинтеграторов.
22. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки вибрационных мельниц.
23. Конструкция, принцип действия, преимущества и недостатки мельниц HOROMIL.

24. Тарельчатые, лотковые, вибрационные и ленточные дозаторы объемного дозирования.
25. Ленточные дозаторы весового дозирования.
26. Дозаторы – питатели для порошкообразных материалов.
27. Дозаторы – питатели сырьевых шламов.
28. Способы рассева материалов. Виды рассеивающих поверхностей. Условия протекания процесса рассева.
29. Конструкция и принцип функционирования грохотов.
30. Условия сепарации частиц в воздушном потоке, зоны разделения.
31. Циркуляционная нагрузка. Кривая Тромпа и коэффициент полезного действия сепаратора.
32. Конструкция и принцип функционирования статических сепараторов: воздушно-проходного, V-сепаратора.
33. Динамические сепараторы, сепараторы с выносными циклонами.
34. Современные динамические сепараторы со встречным потоком воздуха.
35. Оборудование для классификации твердых частиц в сырьевых шламах. Дуговые сита, гидроциклоны.
36. Оборудование для внутризаводской транспортировки материалов. Ленточные и скребковые транспортеры.
37. Ковшовые элеваторы.
38. Оборудование для транспортировки порошкообразных материалов. Винтовые транспортеры и аэрожелоба.
39. Пневмовинтовые, пневмокамерные насосы, эрлифты.
40. Оборудование для транспортировки сырьевых шламов.
41. Выбор оптимальной схемы дробления в зависимости от свойств материала;
42. Расчет энергозатрат при измельчении материалов;
43. Расчет производительности дробилок для первичного и окончательного дробления материалов;
44. Расчет максимального размера куска материала для дробления в валковых дробилках, вертикальных среднеходных мельницах, мельницах HOROMIL;
45. Расчет основных элементов конструкции и параметров функционирования шаровых мельниц;
46. Расчет энергозатрат при помоле материалов в шаровых мельницах;
47. Расчет производительности и параметров функционирования питателей и дозаторов материалов;
48. Расчет необходимой производительности систем внутрицехового транспорта;
49. Расчет параметров функционирования сепараторов;
50. Расчет схем обеспыливания технологических газов;

8.1.2 Примеры вопросов к контрольной работе № 2

Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа состоит из двух вопросов, по 15 баллов за вопрос.

Контрольная работа 2 проводится на 12 неделе обучения в семестре, ориентировочно – после изучения разделов 2 и 3 дисциплины.

1. Способы очистки газов от пыли.
2. Основные параметры работы оборудования для обеспыливания промышленных пылегазовых смесей.
3. Принципы электростатического обеспыливания газов. Конструкция и функционирование электрофильтров.
4. Пылеосадительные камеры, циклоны, групповые и батарейные циклоны, скрубберы.

5. Способы повышения эффективности функционирования циклонов.
6. Рукавные фильтры. Выбор фильтрующего материала.
7. Гибридные фильтры. Способы повышения эффективности систем обеспыливания газов.
8. Комбинированные установки для обеспыливания промышленных газов. Многостадийное обеспыливание газов.
9. Выбор оптимальной схемы обеспыливания. Техничко-экономическая оценка схемы обеспыливания.
10. Методы усреднения состава материалов при хранении, усреднительные склады.
11. Склады для хранения сырьевых материалов, штабельные и силосные склады.
12. Вертикальные и горизонтальные шлам-бассейны. Способы перемешивания сырьевых шламов.
13. Гомогенизационные силоса сырьевой муки. Аспирационные короба, способы аспирации силосов.
14. Конструкция и принцип действия гомогенизационных силосов с центральной усреднительной камерой.
15. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны, способы перемешивания сырьевых шламов.
16. Цементные силоса. Пневморазгрузатели цемента.
17. Упаковочные машины. Рядные и ротационные упаковочные машины.
18. Классификация печей для обжига портландцементного клинкера.
19. Основные элементы конструкции вращающихся печей для обжига портландцементного клинкера.
20. Внутрипечные теплообменные устройства печей мокрого способа производства.
21. Запечные теплообменные устройства печей мокрого способа производства. Концентраторы шлама.
22. Циклонные суспензионные теплообменники и их функционирование.
23. Особенности конструкции суспензионных теплообменников для обжига легкоплавких сырьевых смесей.
24. Система байпасирования отходящих печных газов и ее функционирование.
25. Декарбонизаторы вращающихся печей: конструкция, функционирование.
26. Схема включения декарбонизатора в систему циклонного теплообменника. Техничко-экономические аспекты применения декарбонизаторов.
27. Особенности конструкции вращающихся печей комбинированного способа производства. Печи Леполь.
28. Конструкция и принцип функционирования конвейерных кальцинаторов.
29. Грануляторы сырьевых смесей.
30. Устройства для обезвоживания сырьевых шламов: фильтр-пресса, дисковые фильтры.
31. Горелки вращающихся печей.
32. Особенности конструкции горелок для сжигания твердого и газообразного топлива.
33. Особенности конструкции мультитопливных осевых горелок
34. Способы управления размером и положением факела во вращающейся печи.
35. Основные точки и оборудование для сжигания топливосодержащих отходов при мокром и сухом способах производства.
36. Основные параметры функционирования клинкерных холодильников.
37. Барабанные и рекуператорные холодильники, их сравнительные характеристики.
38. Колосниковые переталкивающие холодильники.

39. Барабанные сушилки, сушилки Хацемаг.
40. Перспективные виды сушилок: вихревые сушилки, сушилки кипящего слоя, аэрофонтанные сушилки.
41. Выбор оптимального оборудования и согласования его производительности в линиях по производству портландцемента. Расчет процессов теплоотдачи и теплообмена во вращающихся печах;
42. Понятие об эксергетическом анализе процесса обжига портландцементного клинкера;
43. Расчет основных аэродинамических параметров работы вращающихся печей с циклонными теплообменниками;
44. Анализ теплотрат при обжиге портландцементного клинкера в печах различной конструкции;
45. Теплотехнические расчеты при сушке сырьевых материалов;
46. Теплотехнический анализ функционирования клинкерных холодильников.
47. Теплотехнический анализ и расчет основных параметров функционирования сушильных барабанов и гипсоварочных котлов для получения строительного гипса;
48. Теплотехнический анализ и расчет основных параметров функционирования шахтных печей для обжига извести;
49. Теплотехнический анализ и расчет основных параметров функционирования вращающихся печей для обжига извести.
50. Теплотехнический расчет шахтных печей для обжига извести.

8.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен, 7 семестр)

Экзамен по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» включает контрольные вопросы по разделам 1 – 4 программы дисциплины.

Экзаменационный билет включает три вопроса, Максимальная оценка за полный и развернутый ответ на все три вопроса билета – 40 баллов, вопрос 1 – 14, вопрос 2 – 13 и вопрос 3 – 13 баллов.

1. Влияние способа измельчения на энергозатраты при измельчении материалов
2. Свойства измельчаемых материалов и их влияние на выбор технологической схемы измельчения.
3. Особенности конструкции вращающихся печей для обжига извести.
4. Конструкция и функционирование шахтных печей для обжига извести.
5. Элементы конструкции шахтных печей: шлюзовое загрузочное устройство, шахтный под, осевые, периферийные и балочные горелки.
6. Особенности конструкции шахтных печей для обжига извести на твердом топливе. Двухшахтные печи.
7. Оборудование для получения гидратной извести. Гидраторы. Гасильный барабан.
8. Оборудование для получения изделий на основе известково-песчаных вяжущих материалов. Смесители-гидраторы.
9. Конструкция и функционирование тепловых агрегатов для производства строительного гипса. Сушильные барабаны.
10. Конструкция и функционирование тепловых агрегатов для производства строительного гипса. Гипсоварочные котлы, шахтные и аэробильные мельницы.
11. Перспективные виды агрегатов для получения строительного гипса, печи кипящего слоя, конвейерные печи.
12. Тепловые агрегаты для производства высокопрочного гипса, демпфер и самопарник.

13. Классификация процессов измельчения. Способы измельчения материалов.
14. Энергозатраты при измельчении материалов. Способы снижения энергозатрат.
15. Классификация, конструкция, принцип функционирования, преимущества и недостатки щековых дробилок.
16. Классификация, конструкция, принцип функционирования, преимущества и недостатки конусных дробилок.
17. Конструкция, принцип действия, преимущества и недостатки молотковых и ударно-отражательных дробилок.
18. Конструкция и функционирование дробилок-сушилок сырьевых материалов и кека.
19. Конструкция и функционирование валковых дробилок. Особенности конструкции валковых клинкерных дробилок.
20. Принципы выбора оптимальной схемы дробления и применяемых дробилок
21. Конструкция и принцип действия шаровых мельниц.
22. Мелющие тела и бронифутеровка мельниц.
23. Межкамерные перегородки. Конструкция загрузочных и разгрузочных устройств.
24. Привод шаровых мельниц, вспомогательный привод мельниц.
25. Основные параметры работы шаровых мельниц. Режимы движения мелющих тел. Оптимальная траектория движения мелющих тел.
26. Влияние технологических факторов на производительность шаровых мельниц.
27. Аспирация мельниц.
28. Открытый и замкнутый цикл работы мельницы. Техничко-экономические преимущества применения замкнутого цикла.
29. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки мельниц самоизмельчения Аэрофол и Гидрофол.
30. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки вертикальных среднеходных мельниц.
31. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки струйных мельниц.
32. Особенности конструкции, принцип действия, преимущества и недостатки вибрационных мельниц.
33. Конструкция, принцип действия, преимущества и недостатки мельниц НОРОМЛ.
34. Тарельчатые, лотковые, вибрационные и ленточные дозаторы объемного дозирования.
35. Ленточные дозаторы весового дозирования.
36. Дозаторы – питатели для порошкообразных материалов.
37. Дозаторы – питатели сырьевых шламов.
38. Способы рессева материалов. Виды рессеивающих поверхностей. Условия протекания процесса рессева.
39. Конструкция и принцип функционирования грохотов.
40. Условия сепарации частиц в воздушном потоке, зоны разделения.
41. Циркуляционная нагрузка. Кривая Тромпа и коэффициент полезного действия сепаратора.
42. Конструкция и принцип функционирования статических сепараторов: воздушно-проходного, V-сепаратора.
43. Динамические сепараторы, сепараторы с выносными циклонами.
44. Современные динамические сепараторы со встречным потоком воздуха.

45. Оборудование для классификации твердых частиц в сырьевых шламах. Дуговые сита, гидроциклоны.
46. Оборудование для внутризаводской транспортировки материалов. Ленточные и скребковые транспортеры.
47. Ковшовые элеваторы.
48. Оборудование для транспортировки порошкообразных материалов. Винтовые транспортеры и аэрожелоба.
49. Пневмовинтовые, пневмокамерные насосы, эрлифты.
50. Оборудование для транспортировки сырьевых шламов.
51. Способы очистки газов от пыли.
52. Основные параметры работы оборудования для обеспыливания промышленных пылегазовых смесей.
53. Принципы электростатического обеспыливания газов. Конструкция и функционирование электрофильтров.
54. Пылеосадительные камеры, циклоны, групповые и батарейные циклоны, скрубберы.
55. Способы повышения эффективности функционирования циклонов.
56. Рукавные фильтры. Выбор фильтрующего материала.
57. Гибридные фильтры. Способы повышения эффективности систем обеспыливания газов.
58. Комбинированные установки для обеспыливания промышленных газов. Многостадийное обеспыливание газов.
59. Выбор оптимальной схемы обеспыливания. Техничко-экономическая оценка схемы обеспыливания.
60. Методы усреднения состава материалов при хранении, усреднительные склады.
61. Склады для хранения сырьевых материалов, штабельные и силосные склады.
62. Вертикальные и горизонтальные шлам-бассейны. Способы перемешивания сырьевых шламов.
63. Гомогенизационные силоса сырьевой муки. Аспирационные короба, способы аспирации силосов.
64. Конструкция и принцип действия гомогенизационных силосов с центральной усреднительной камерой.
65. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны, способы перемешивания сырьевых шламов.
66. Цементные силоса. Пневморазгрузатели цемента.
67. Упаковочные машины. Рядные и ротационные упаковочные машины.
68. Классификация печей для обжига портландцементного клинкера.
69. Основные элементы конструкции вращающихся печей для обжига портландцементного клинкера.
70. Внутрипечные теплообменные устройства печей мокрого способа производства.
71. Запечные теплообменные устройства печей мокрого способа производства. Концентраторы шлама.
72. Циклонные суспензионные теплообменники и их функционирование.
73. Особенности конструкции суспензионных теплообменников для обжига легкоплавких сырьевых смесей.
74. Система байпасирования отходящих печных газов и ее функционирование.
75. Декарбонизаторы вращающихся печей: конструкция, функционирование.
76. Схема включения декарбонизатора в систему циклонного теплообменника. Техничко-экономические аспекты применения декарбонизаторов.

77. Особенности конструкции вращающихся печей комбинированного способа производства. Печи Леполь.
78. Конструкция и принцип функционирования конвейерных кальцинаторов.
79. Грануляторы сырьевых смесей.
80. Устройства для обезвоживания сырьевых шламов: фильтр-пресса, дисковые фильтры.
81. Горелки вращающихся печей.
82. Особенности конструкции горелок для сжигания твердого и газообразного топлива.
83. Особенности конструкции мультитопливных осевых горелок
84. Способы управления размером и положением факела во вращающейся печи.
85. Основные точки и оборудование для сжигания топливосодержащих отходов при мокром и сухом способах производства.
86. Основные параметры функционирования клинкерных холодильников.
87. Барабанные и рекуператорные холодильники, их сравнительные характеристики.
88. Колосниковые переталкивающие холодильники.
89. Барабанные сушилки, сушилки Хацемаг.
90. Перспективные виды сушилок: вихревые сушилки, сушилки кипящего слоя, аэрофонтанные сушилки.

8.3. Структура и пример экзаменационных билетов

Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к разным разделам курса.

Пример экзаменационного билета:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТКВМ _____ Бурлов И.Ю. « ____ » _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии композиционных и вяжущих материалов
	18.03.01 Химическая технология Профиль – «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»
	Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов
Билет №	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные параметры работы шаровых мельниц. Режимы движения мелющих тел. Оптимальная траектория движения мелющих тел. 2. Оборудование для внутризаводской транспортировки материалов. Ленточные и скребковые транспортеры. 3. Конструкция и функционирование шахтных печей для обжига извести. 	

8.4. Текущий контроль освоения дисциплины при выполнении курсового проекта

Текущий контроль при выполнении курсового проекта осуществляется в виде двух контрольных точек, проводимых на 3 и 7 неделе обучения.

При проведении контрольных точек преподавателем оценивается объем выполненной части курсового проекта, правильность расчетов, качество представления материала, ответы студентов на вопросы по поводу принятых технологических решений.

Максимальная оценка за выполненный объем расчетов и ответов на вопросы при проведении каждой контрольной точки составляет 30 баллов. Максимальный объем баллов в семестре – 60.

8.4.1 Примеры вопросов при текущем контроле выполнения курсового проекта (контрольная точка 1)

На первой контрольной точке обучающийся должен представить:

- обоснование выбора типа основного помольного агрегата;
- цикл работы основного помольного агрегата;
- расчеты по предварительному выбору основных типоразмеров помольного агрегата;
- поверочные расчеты помольного агрегата;
- расчеты параметров горения технологического топлива;
- расчеты по определению коэффициента избытка воздуха при получении сушильного агента в выносной топке;
- расчеты по определению параметров сушильного агента перед его подачей в мельницу;
- расчет теплового баланса помольно-сушильной установки;
- расчет удельного расхода тепла на сушку материала.

Помимо представления необходимых расчетов обучающийся должен ответить (устно или письменно) на 1 – 2 вопроса по теме курсового проекта из нижеперечисленных.

Максимальная оценка за первую контрольную точку – 30 баллов, из них 15 баллов – за представление выполненных правильно и в полном объеме расчетов, 15 баллов – за ответы на вопросы.

Перечень вопросов:

1. Что такое технологическая схема производства?
2. Техничко-экономическая эффективность сухого способа производства
3. Обосновать выбор в качестве основного помольного агрегата шаровой мельницы
4. Обосновать выбор валковой мельницы в качестве основного помольного агрегата
5. На основании каких параметров производится предварительный выбор типоразмера шаровой мельницы?
6. По каким параметрам осуществляется проверка правильности выбора типоразмера мельницы?
7. Каков нормативный запас производительности при выборе основного помольного агрегата?
8. Почему в проекте выбран замкнутый цикл работы мельницы, каковы основные преимущества замкнутого цикла?
9. Почему для организации замкнутого цикла выбран воздушно-проходной сепаратор, каковы его основные преимущества?
10. Почему для организации замкнутого цикла выбран центробежный сепаратор, каковы его основные преимущества?
11. Каковы критерии выбора числа помольных камер в мельнице?

12. Каковы критерии выбора мелющих тел в мельнице?
13. Какой тип межкамерных перегородок принят в мельнице и почему?
14. Какой тип привода принят в мельнице и почему?
15. Броне плиты с какой поверхностью приняты для облицовки камер мельницы и почему?
16. Каковы должны быть параметры сушильного агента при входе в мельницу и почему?
17. Каковы должны быть параметры сушильного агента на выходе из мельницы и почему?
18. Какие виды топлива могут использоваться при сушке материала в мельнице?
19. Обосновать применение вида топлива в проекте.
20. От чего зависит влажность сушильного агента на входе в мельницу?
21. Каковы основные расходные и приходные статьи теплового баланса при сушке материала в мельнице?
22. Какие факторы определяют потери тепла в окружающую среду?
23. Что такое политропные превращения сушильного агента?
24. Какие процессы при сушке материала в мельнице увеличивают теплосодержание сушильного агента?
25. Каковы методы снижения удельного расхода тепла на сушку материала в мельнице?

8.4.2 Примеры вопросов при текущем контроле выполнения курсового проекта (контрольная точка 2)

На второй контрольной точке обучающийся должен представить:

- детальную технологическую схему агрегатно-поточной линии помола сырья с одновременной сушкой;
- подобрать оборудование для осуществления каждой технологической операции, выполнить для него поверочный расчет и согласование производительности;
- выполнить расчет основных элементов агрегата, назначенного ему для специальной разработки;
- рассчитать материальный баланс агрегатно-поточной линии;
- представить подробное описание функционирования агрегатно-поточной линии в целом и агрегата, назначенного ему для специальной разработки.

Помимо представления необходимых расчетов обучающийся должен ответить (устно или письменно) на 1 – 2 вопроса по теме курсового проекта из нижеперечисленных.

Максимальная оценка за первую контрольную точку – 30 баллов, из них 15 баллов – за представление выполненных правильно и в полном объеме расчетов, 15 баллов – за ответы на вопросы.

Перечень вопросов:

1. Дозаторы какого типа обеспечивают более точную дозировку компонентов сырьевой смеси?
2. Каково нормативное время запаса компонентов в сырьевых бункерах?
3. Каков способ загрузки сырьевых материалов в мельницу?
4. Каким способом измельченный в мельнице материал подается к сепаратору?
5. Транспортёры какого типа используются для транспортировки мелкокускового материала в вертикальном направлении?
6. Какие транспортные устройства применяются для транспортирования тонкодисперсных сыпучих материалов на небольшие расстояния?
7. Почему для первой стадии обеспыливания сушильного агента используются циклоны типа ЦККБ?

8. Факторы, влияющие на эффективность работы циклонов.
9. Какие агрегаты используются для тонкой очистки сушильного агента и почему?
10. Принцип действия электростатических фильтров.
11. Факторы, влияющие на эффективность функционирования электростатических фильтров.
12. Принцип действия рукавных фильтров.
13. Критерии выбора фильтрующего материала для изготовления рукавов.
14. Критерии выбора вентиляторов и дымососов.
15. Какое оборудование применяется для подачи тонкоизмельченного материала в сырьевые силоса.
16. Принципы функционирования пневмовинтовых насосов.
17. Принципы функционирования пневмокамерных насосов.
18. Какова цель расчета материального баланса агрегатно-поточной линии?
19. Способы расчета коэффициента использования оборудования.
20. Каковы нормативные коэффициенты использования для сырьевых мельниц?

8.4.3. Примеры контрольных вопросов при защите курсового проекта (зачет, 8 семестр)

При защите КП обучающемуся задается не менее 4 вопросов по теме проекта. Максимальная оценка за полный, развернутый ответ на каждый вопрос – 5 баллов. Общая оценка за защиту курсового проекта складывается за представление проекта (максимально – 20 баллов) и ответы на вопросы по теме проекта (максимально – 20 баллов), итого – 40 баллов максимально.

Перечень вопросов:

1. Какова структура проекта и его составляющих частей?
2. Что такое нормы технологического проектирования?
3. Что такое технорабочий проект технологической линии?
4. Технико-экономическое обоснование проекта.
5. Обоснование целесообразности проектирования объекта.
6. Выбор района и точки строительства технологической линии.
7. Обоснование мощности, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности технологической линии сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и водой.
8. Обоснование способа технологического процесса производства.
9. Технико-экономические критерии производства цемента по сухому, мокрому и комбинированному способам производства.
10. Как зависит выбор способа производства от состава и свойств сырьевых компонентов?
11. Обоснование выбора основного технологического оборудования.
12. Обеспечение требований охраны окружающей среды при проектировании.
13. Содержание технологической части проекта, общие рекомендации по ее разработке.
14. Принципы проектирования технологических линий по производству сырьевой смеси, варианты компоновки оборудования.
15. Основные критерии выбора помольно-сушильных установок для производства сырьевых смесей
16. Проектирование цехов обжига клинкера. Принципы и предпосылки выбора печного агрегата.
17. Содержание технологической части проекта, общие рекомендации по ее разработке.
18. Проектирование цехов помола цемента.

19. Проектирование вспомогательных производственных цехов.
20. Последовательность технологических расчетов при проектировании.
21. Материальный баланс технологической линии.
22. Расчет потребности в исходных материалах, эксплуатационной мощности основных производственных цехов.
23. Расчет количества единиц основного технологического оборудования.
24. Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий.
25. Методы расчета эксплуатационных характеристик основного и вспомогательного технологического оборудования.
26. Требования к содержанию, компоновке и оформлению графической части проекта.
27. Основные требования к технологическому топливу, используемому в помольно-сушильных установках.
28. Техничко-экономические преимущества использования замкнутого цикла работы мельниц.
29. Какие мелющие тела предполагается использовать для измельчения материала и почему?
30. Форма поверхности бронеплит для футеровки внутреннего пространства мельницы и критерии ее выбора.
31. Конструкции межкамерных перегородок в проектируемой шаровой мельнице.
32. Какой привод предполагается использовать в проектируемой шаровой мельнице и почему?
33. Вспомогательный привод шаровой мельницы, для каких целей он используется?
34. Чем лимитируется температура сушильного агента на входе в помольно-сушильную установку?
35. Чем лимитируется температура сушильного агента на выходе из помольно-сушильной установки?
36. Сравнительные технико-экономические критерии выбора сепараторов (статических, динамических) при организации замкнутого цикла работы мельницы
37. Преимущества использования многостадийной схемы обеспыливания отходящего сушильного агента.
38. Сравнительные технические характеристики циклонов, используемых для первичного и вторичного обеспыливания сушильного агента.
39. Способы повышения эффективности действия циклонов.
40. Сравнительные технические характеристики оборудования, используемого для окончательного обеспыливания отходящего сушильного агента – рукавных фильтров и электрофильтров.
41. Критерии выбора оборудования для окончательного обеспыливания отходящего сушильного агента.
42. Способы повышения эффективности действия рукавных фильтров.
43. Способы повышения эффективности действия электрофильтров.
44. Критерии выбора оборудования для дозирования компонентов сырьевой смеси.
45. Критерии выбора оборудования для транспортирования компонентов сырьевой смеси, крупки и тонкой фракции сырьевой смеси.
46. Техничко-экономические характеристики и критерии выбора оборудования для транспортировки готовой сырьевой смеси – пневмовинтовых и пневмокамерных насосов.
47. Какие питатели-дозаторы сырьевых материалов предполагается использовать в проектируемой технологической линии и почему?
48. Способы хранения и гомогенизации силосов для хранения готовых сырьевых смесей.
49. Сравнительные технико-экономические характеристики сырьевых силосов с

центральной усреднительной камерой.

50. Способы снижения теплотрат на сушку сырьевых смесей в помольно-сушильных установках.

8.5. Структура и пример задания на выполнение курсового проекта

З А Д А Н И Е №		
на курсовой проект по курсу: «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов»		
Студент:		
Тема проекта:	<i>Агрегатно-поточная линия помола сырья с одновременной сушкой производительностью 50 т/час (схема № 1, шаровая мельница).</i>	
Исходные данные для проектирования		
1.	Измельчаемый материал:	<i>Мергель средней сопротивляемости измельчению</i>
2.	Исходная влажность материала, %:	<i>5</i>
3.	Тонкость помола материала (остаток на сите № 008, %):	<i>11</i>
4.	Влажность материала после мельницы, %:	<i>1,0</i>
5.	Топливо:	<i>Газ Шебелинского месторождения</i>
6.	Температура сушильного агента на входе в мельницу, °С	<i>345</i>
7.	Температура сушильного агента на выходе из мельницы, °С:	<i>125</i>
8.	Температура воздуха, °С:	<i>20</i>
9.	Относительная влажность воздуха, %	<i>80</i>
10.	Задание для специальной разработки	<i>Сепаратор</i>

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Сивков С.П. Оборудование цементных заводов. Конспект лекций: учеб. пособие / - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2019. – 172 с.
2. Сивков С.П., Большов В.В. Помольно-сушильные установки. Курсовой проект. – М.: РХТУ, 2002. 60 с.

Б. Дополнительная литература

1. Дмитриев П.Н., Егоров Г.Б., Зозуля П.В. и др. Проектирование цементных заводов. – С.-Петербург: Синтез, 1995. 445 с.
2. Воробьева М.А., Сычева Л.И. Оборудование для производства извести, гипса и изделий на их основе. Часть 1. М.: МХТИ, 1980. 64 с.
3. Воробьева М.А., Сычева Л.И. Оборудование для производства извести, гипса и изделий на их основе. Часть 2. М.: МХТИ, 1983. 74 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- «Цемент и его применение» ISSN 1607-8837
- «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
- «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
- «ZKG International», ISSN 0722-4400
- «Cement International» ISSN 1610-6199

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 240);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям, презентации.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-	3 лицензий для	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	активации на рабочих станциях	
3.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
6.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Дробильно-помольное оборудование заводов по производству вяжущих материалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; – технологическое оборудование и правила его эксплуатации. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; – подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Экзамен за 7 семестр</p>
<p>Раздел 2. Вспомогательное механическое оборудование заводов по производству вяжущих материалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; – технологическое оборудование и правила его эксплуатации. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Экзамен за 7 семестр</p>
<p>Раздел 3. Тепловое оборудование заводов по производству вяжущих материалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; – технологическое оборудование и правила его эксплуатации. <p>Умеет:</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Экзамен за 7 семестр</p>

	<p>– подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов.</p> <p>Владеет:</p> <p>– основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.</p>	
<p>Раздел 4. Специальное оборудование заводов по производству гипса и извести</p>	<p>Знает:</p> <p>– порядок организации, планирования и проведения технологического процесса;</p> <p>– технологическое оборудование и правила его эксплуатации.</p> <p>Умеет:</p> <p>– использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;</p> <p>– подбирать технологические параметры процесса производства тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов.</p> <p>Владеет:</p> <p>– основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.</p>	<p>Экзамен за 7 семестр</p>
<p>Раздел 5. Основы проектирования заводов вяжущих материалов, выполнение КП</p>	<p>Знает:</p> <p>– порядок организации, планирования и проведения технологического процесса;</p> <p>– технологическое оборудование и правила его эксплуатации.</p> <p>Умеет:</p> <p>– использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;</p> <p>Владеет:</p> <p>– навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом;</p> <p>– основами проектирования технологической линии производства для получения наноструктурированных</p>	<p>Выполнение и защита курсового проекта (8 семестр)</p>

	композиционных материалов с заданными свойствами.	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству вяжущих материалов»

**основной образовательной программы
18.03.01 «Химическая технология»**

Профиль «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

Форма обучения: **очная**

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ
ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов»

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена ассистентом кафедры Химической технологии композиционных и вяжущих материалов Смольской Е.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Химической технологии композиционных и вяжущих материалов
(Наименование кафедры)

«28» августа 2024 г., протокол № 1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 7 семестра.

Дисциплина **«Основы научных исследований в технологии вяжущих материалов»** относится к дисциплинам учебного плана, формируемым участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций по организации и проведению научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов, по обработке и представлению результатов научных исследований в форме научных публикаций, докладов и презентаций.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся знаний для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов, формулирования цели и задач научного исследования; применение методов математического анализа при обработке результатов научного эксперимента.

Дисциплина **«Основы научных исследований в технологии вяжущих материалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-2. Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</p>	<p>ПК-2.1. Знает современные подходы к научному исследованию; порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными литературными источниками ПК -2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; выбирать метод научного исследования; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада ПК -2.3. Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p>

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии вяжущих материалов;
- статистические методы обработки экспериментальных результатов;
- современные методы исследования тугоплавких неорганических и силикатных материалов;

уметь:

- применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;
- формулировать цели и задачи научного исследования;
- проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;
- представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, презентаций;

владеть:

- навыками планирования и проведения научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;
- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64,4	48,3
в том числе в форме практической подготовки	1,78	64	48
Лекции	-	-	-
Практические занятия	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	1,78	64	48
Лабораторные работы	-	-	-
Самостоятельная работа:	2,22	79,6	59,7
Отчет о научно-исследовательской работе	2,22	79,6	59,7
Контактная самостоятельная работа	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		-	-
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Практ. занятия	в т.ч. в форме пр. подг.	Самост работа
1	Раздел 1. Планирование и организация научного исследования.	6	4	4	4	2
2	Раздел 2. Планирование и обработка результатов научных исследований.	16	6	6	6	10
2.1	Планирование научных исследований.	6	2	2	2	4
2.2	Оценка погрешности эксперимента.	5	2	2	2	3
2.3	Графическое представление результатов эксперимента.	5	2	2	2	3
3	Раздел 3. Выполнение и представление результатов научных исследований.	122	54	54	54	68
3.1	Выполнение научных исследований.	116	52	52	52	64
3.2	Подготовка научного доклада и презентации.	6	2	2	2	4
	ИТОГО	144	64,4	64,4	64,4	79,6

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Планирование и организация научного исследования. Виды научных исследований. Аналитические исследования, направленные на изучение и анализ новых технологий в области производства и применения вязущих материалов. Научные исследования, направленные на решение конкретных научных задач для создания новых материалов и изучение их свойств.

Постановка цели и определение задач исследования. Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о выполнении научно-исследовательской работы. Выбор методов исследования для решения конкретных научных задач.

Раздел 2. Планирование и обработка результатов научных исследований.

Планирование научных исследований. Факторное и симплекс-планирование эксперимента. Оптимизация результатов эксперимента методом крутого восхождения. Оценка погрешности эксперимента. Статистическая обработка экспериментальных данных. Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных.

Графическое представление результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов. Использование стандартных компьютерных программ для анализа результатов эксперимента.

Раздел 3. Выполнение и представление результатов научных исследований.

Оценка актуальности темы научной работы. Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор

эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования; проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

Подготовка научного доклада и презентации.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
Знать:					
1	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии вяжущих материалов;	+		+	
2	– статистические методы обработки экспериментальных результатов;		+	+	
3	– современные методы исследования тугоплавких неорганических и силикатных материалов;	+		+	
Уметь:					
4	– применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;		+	+	
5	– формулировать цели и задачи научного исследования;	+		+	
6	– проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;		+	+	
7	– представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, презентаций;			+	
Владеть:					
8	– навыками планирования и проведения научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;	+	+	+	
9	– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.		+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
10	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	+		

		УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач		+	+	
		УК-1.3. Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач.	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
11	ПК-2. Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-2.1. Знает современные подходы к научному исследованию; порядок выстраивания логических взаимосвязей между различными	+	+		
		ПК-2.2. Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; выбирать метод научного исследования; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада			+	+
		ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных			+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий
	1.1	Составление плана научно-исследовательской работы
1	2.1	Факторное и симплекс-планирование эксперимента. Оптимизация результатов эксперимента методом крутого восхождения.
2	2.2	Статистическая обработка экспериментальных данных. Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных.
3	2.3	Метод наименьших квадратов. Использование стандартных компьютерных программ для анализа результатов эксперимента.
4	3.1	Выполнение научных исследований и написание отчета.
5	3.2	Подготовка научного доклада и презентации.

6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология проведение лабораторных занятий по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практических занятий;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку отчета о научно-исследовательской работе по теме научного исследования;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (7 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в **форме зачета с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

1. Влияние условий твердения на свойства ангидритового вяжущего.
2. Разработка способов повышения водостойкости гипсовых вяжущих.
3. Влияние добавок редиспергируемых порошков на реологические и структурные характеристики сухих строительных смесей.
4. Влияние полимерных добавок на кристаллизацию новообразований при гидратации вяжущих материалов.
5. Исследование свойств алюминатных цементов различного состава.
6. Влияние пластифицирующих добавок на свойства цемента
7. Влияние добавок пластификаторов на морфологию кристаллов гипса.
8. Влияние пластифицирующих добавок на свойства гипсовых вяжущих.
9. Влияние добавок кристаллогидратов на свойства глиноземистого цемента.
10. Свойства цементного камня, модифицированного минеральными добавками.
11. Влияние добавок на свойства цементно-полимерных композиций.
12. Влияние дисперсности шлака на свойства портландцемента.
13. Гидратация и твердение гидроксипатитовых цементов в присутствии пластифицирующих добавок.
14. Синтез и исследование свойств композитов на основе фосфатных связей.
15. Влияние вида пластифицирующей добавки на свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего.
16. Влияние противоморозных добавок на свойства цемента.
17. Свойства сульфоалюминатного цемента с различным содержанием гипса.
18. Получение и изучение свойств пеногипса.
19. Синтез и исследование свойств фотобетонов.
20. Кальций-фосфатные цементы с регулируемым фазовым составом.
21. Геополимерные материалы строительного назначения на основе промышленных отходов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено две контрольные работы.

Первая контрольная работа по разделам 1 и 2 состоит из представленного плана НИР и двух вопросов. Максимальная оценка за план НИР – 10 баллов. Максимальная оценка за ответ на каждый вопрос – 5 баллов. Максимальная оценка контрольной работы – 20 баллов.

Вторая контрольная работа по разделу 3 – представление обработанных экспериментальных результатов в форме таблиц, диаграмм, графиков по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка – 40 баллов.

Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов.

Раздел 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1

Задание 1

1. Исследование и эксперимент. В чем различие между ними?
2. Что понимают под моделированием?

Задание 2

1. Исследовательская гипотеза и роль гипотезы в исследованиях.
2. Сценарные методы исследования. Виды сценариев.

Задание 18

1. Какие требования необходимо соблюдать при выдвижении гипотез?
2. Мозговой штурм. Какие исследовательские задачи решаются при использовании метода познания «мозговой штурм»?

Задание 19

1. Способы классификации и виды исследований.
2. Разновидности мозгового штурма. Процедура мозгового штурма. Требования, которые необходимо соблюдать на первом этапе при проведении мозгового штурма.

Задание 20

1. В чем различие между бюджетными и хоздоговорными исследованиями?
2. Метод «Дельфи». Какие исследовательские задачи решаются при использовании метода «Дельфи»?

Задание 21

1. В чем вам видится различие мыслительных и экспериментальных исследований?
2. Процедура применения метода «Дельфи». Предварительный отбор экспертов, его цель.

Задание 22

1. Чем отличаются эмпирические исследования от теоретических?
2. Различие между анализом как методом познания и методом прикладного исследования.

Задание 23

1. Как различают исследования в зависимости от места проведения?
2. Детерминированные и вероятностные процессы / явления.

Задание 24

1. Подходы к объекту исследования и роль выбора подхода к объекту в исследовании.
2. Что понимают под табличной формой (таблицей) представления результатов наблюдений?

Задание 25

1. Принципы подхода к объекту исследования. Комплексный и системный подход.
2. Вариационный анализ, вариация признака. Области использования вариационного анализа.

Задание 26

1. Ситуационный подход к исследованию.
2. Дискриминантный анализ. Области использования дискриминантного анализа.

Задание 27

1. Исторический и генетический подход к объекту исследования.
2. Дисперсионный анализ. Области использования дисперсионного анализа.

Задание 28

1. Диалектический подход к объекту исследования.
2. Ранговый корреляционный анализа. Области использования рангового корреляционного анализа.

Задание 29

1. В чем различие между нормативным и логическим подходами к объекту исследования?
2. Корреляция и корреляционно-регрессионный анализ. Области использования корреляционно-регрессионного анализа.

Задание 30

1. В чем различие между механистическим и диалектическим подходами к исследованию?
2. Факторный анализ, его виды. Детерминированный и стохастический факторный анализ. Области использования факторного анализа.
Задание 31
1. В чем состоит особенность прагматического подхода к объекту исследования?
2. Графические исследовательские методы.
Задание 32
1. Принципы системного подхода к объекту исследования.
2. Графы, виды графов. Пересекающиеся технологические графы. Области использования графов.
Задание 33
1. Принципы диалектического подхода к объекту исследования.
2. Оперограммы, области их применения.
Задание 34
1. Концепция исследования, методы разработки концепции, различие между концепцией и программой исследования.
2. Столбчатые круговые, площадные диаграммы.
Задание 35
1. Научная парадигма.
2. Абсолютная и относительная погрешность измерений.
Задание 36
1. Программа и план исследования.
2. Оценка погрешности эксперимента.
Задание 37
1. Дивергенция, трансформация и конвергенция в разработке концепции исследования.
2. Статистическая обработка экспериментальных данных
Задание 38
1. Что понимают под методом исследования? Методы исследования и его этапы.
2. Сравнение двух средних в выборках по t-критерию.
Задание 39
1. Что понимают под исследовательским приемом и исследовательской процедурой?
2. Факторное планирование эксперимента, рациональные области его применения.

Задание 40
1. Метод исследования и метод этапа исследования. Признаки классификации методов исследования.
2. Симплекс-решетчатое планирование эксперимента. Рациональные области его применения.
Задание 41
1. Верификация результатов исследования. Методы верификации исследования.
2. Оптимизация результатов эксперимента методом крутого восхождения.
Задание 42
1. Какие методы применяют на этапе выявления проблемы?
2. В чем различия между полным и дробным факторным экспериментом?
Задание 43
1. Графические инструменты, используемые в процессе ABC-анализа, матрица Кепнера-Трегое. Закономерность А. Парето.
2. Критерии научности результатов исследований.
Задание 44

1. Наблюдение как метод научного познания.
2. В чем заключается суть верификации результатов исследования?

Задание 45

1. Метод измерения и метод оценивания.
2. Методы верификации эксперимента. Прямая и инверсная верификация эксперимента.

Задание 46

1. Составные части наблюдения.
2. Активный и пассивный методы планирования эксперимента.

Задание 47

1. В чем заключается сущность сравнения?
2. В чем заключается принцип «бритвы Оккама» при анализе эксперимента?

Задание 48

1. В чем заключается сущность сравнения?
2. Факторный анализ, его виды. Детерминированный и стохастический факторный анализ. Области использования факторного анализа.

Задание 49

1. В чем различие между нормативным и логическим подходами к объекту исследования?
2. Процедура применения метода «Дельфи». Предварительный отбор экспертов, его цель.

Задание 50

1. Исторический и генетический подход к объекту исследования.
2. Корреляция и корреляционно-регрессионный анализ. Области использования корреляционно-регрессионного анализа.

8.1.2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2

Вторая контрольная работа включает в себя представление обработанных экспериментальных результатов в форме таблиц, диаграмм, графиков по теме научно-исследовательской работы. Проводится в форме устного опроса. Максимальная оценка – 40 баллов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой)

Итоговый контроль освоения дисциплины включает представление отчета по научно-исследовательской работе, устный доклад, презентацию результатов научного исследования и ответы на вопросы по теме работы.

Максимальная оценка на зачете – 40 баллов.

Оформление отчета и презентации оцениваются в 15 баллов, доклад – 10 баллов, ответы на вопросы по теме работы – 15 баллов.

Поскольку рабочая программа дисциплины в качестве итогового контроля освоения дисциплины предусматривает представление отчета по выполненной научно-исследовательской работе и устный доклад по ней, то вопросы для итогового контроля формируются во время выступления обучающегося с учетом темы работы, представленных экспериментальных данных и формы представления отчета. Билеты для итогового контроля не формируются.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Вершинин В.И., Перцев Н.В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: Учебное пособи. СПб.: Изд. «Лань», 2019. 236 с.
2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для вузов / И. Б. Рыжков. — 5-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. 224 с.
3. Леонович, А. А. Основы научных исследований: учебник для вузов / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов. — 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. 124 с.

Б. Дополнительная литература

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Сычева Л.И., Потапова Е.Н., Лемешев Д.О. и др. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие. Под ред. Н.А. Макарова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. «Цемент и его применение» ISSN 1607-8837
2. «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
3. «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
4. «ZKG International», ISSN 0949-0205
5. «Cement International» ISSN 1610-6199
6. «Cement and Concrete Research», ISSN 0008-8846
7. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.
8. Ж. Стекло и керамика. ISSN: 0131-9582
9. Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
10. Ж. Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
11. Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации практических занятий – 4, (общее число слайдов – 40);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Основы научных исследований в технологии вяжущих материалов**» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:

- для определения фазового состава и термических превращений материалов: дифрактометр Дрон-3М; дериватограф фирмы МОМ.
- для определения гранулометрического состава и удельной поверхности порошков: лазерный гранулометр Malvern Mastersizer, ПСХ.
- для изучения микроструктуры материалов: оптические микроскопы: МИМ-8М, МИН-8.
- для определения спектральных характеристик материалов: спектрометр VRA 30, атомно-абсорбционный спектрометр ААС3.
- для определения физико-механических свойств цементов: испытательная машина Р-05, испытательные пресса (пресс гидравлический П-50, пресс гидравлический П-10, пресс гидравлический ИП-100), пресс для испытания малых образцов ПРГ-1-50.
- весы технические и аналитические, сушильные шкафы, муфельные печи, лабораторные высокотемпературные печи, мельница валковая лабораторная, мельница шаровая лабораторная, мельница шаровая двухкамерная, дробилка щековая лабораторная, установка АПР, вибростол, климатическая камера лабораторная.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Иллюстрации к практическим занятиям.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к практическим занятиям; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
6.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-	24 лицензии для	бессрочная

		64ЭА/2013 от 02.12.2013	активации на рабочих станциях	
8.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА- 223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Планирование и организация научного исследования. Раздел 2. Планирование и обработка результатов научных исследований.	Знает – современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии вяжущих материалов; – статистические методы обработки экспериментальных результатов; – современные методы исследования тугоплавких неорганических и силикатных материалов; Умеет – применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов; – формулировать цели и задачи научного исследования;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет с оценкой.

	<p>– проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;</p> <p>– представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, презентаций;</p> <p>Владет</p> <p>– навыками планирования и проведения научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;</p> <p>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.</p>	
<p>Раздел 3. Выполнение и представление результатов научных исследований.</p>	<p>Знает</p> <p>– современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии вяжущих материалов;</p> <p>– статистические методы обработки экспериментальных результатов;</p> <p>– современные методы исследования тугоплавких неорганических и силикатных материалов;</p> <p>Умеет</p> <p>– применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;</p> <p>– формулировать цели и задачи научного исследования;</p> <p>– проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;</p> <p>– представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, презентаций;</p> <p>Владет</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2.</p> <p>Оценка за зачет с оценкой.</p>

	<p>– навыками планирования и проведения научных исследований в области технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов;</p> <p>навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.</p>	
--	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Основы научных исследований в технологии вяжущих материалов»**

основной образовательной программы

18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология
тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № __ от «__» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № __ от «__» _____ 20__ г.
3.		протокол заседания Ученого совета № __ от «__» _____ 20__ г.
4.		протокол заседания Ученого совета № __ от «__» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры Химической технологии композиционных и вяжущих материалов Бурловым И.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Химической технологии композиционных и вяжущих материалов

(Наименование кафедры)

«28» августа 2024 г., протокол № 1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии композиционных и вяжущих материалов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «**Химическая технология вяжущих материалов**» относится к дисциплинам учебного плана, формируемым участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей технологии, физической химии силикатов, минералогии и кристаллографии.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системных знаний и компетенций в области технологии вяжущих материалов, необходимых в их будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – получение студентами знаний, умений, владений и формирование компетенций в области технологии вяжущих материалов, процессах, происходящих при синтезе, гидратации и твердении вяжущих материалов, структуре и долговечности цементного камня, технического и технологического контроля, экологических проблем производства вяжущих материалов.

Дисциплина «**Химическая технология вяжущих материалов**» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Организация и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p>	<p>ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p>	<p>ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты ПК-1.3. Владеет современными методами анализа сырья,</p>	<p>Профессиональный стандарт 26.006«Специалист по наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н. В/04.6 Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов</p>

			материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	
<p>Выполнение фундаментальных исследовательских и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью разработки и дальнейшего применения неметаллических композиционных материалов и покрытий в производстве ракетно-космических комплексов и систем</p> <p>Обеспечение полного технологического цикла научно-технической разработки и испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.</p> <p>Изготовление изделий из функциональных конструкционных</p>	<p>Разработка неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности</p> <p>Химическое, химико-технологическое производство</p>	<p>ПК-3. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов</p>	<p>ПК-3.1. Знает физико-химические основы получения тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов</p> <p>ПК-3.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства тугоплавких неметаллических и силикатных композитов</p> <p>ПК-3.3. Владеет методами получения композиционных материалов</p>	<p>Профессиональный стандарт 25.053</p> <p>Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 сентября 2018 г. N 573н)</p> <p>G/03.6 Анализ результатов входного контроля неметаллических композиционных материалов специализированного назначения, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем высокой надежности, причин несоответствия</p>

<p>материалов для высокотехнологичных отраслей промышленности.</p>				<p>требованиям технологической документации при изготовлении деталей и сборочных единиц из неметаллических композиционных материалов Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н. А/03.6 Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов;
- принципы построения технологических схем производства вяжущих материалов;
- основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;
- основы охраны окружающей среды при организации и управлении производствами вяжущих материалов;

Уметь:

- обосновать выбор способа производства портландцемента с учетом свойств и рационального использования природных сырьевых материалов, топлива, электроэнергии, а также с максимально возможным использованием вторичных ресурсов;
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;
- осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;

Владеть:

- методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств вяжущих материалов;
- методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	8	288	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	24
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	24
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,33	156	117
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основы технологии вяжущих материалов	72	-	10	-	10	-	-	-	52
1.1	История производства и классификация вяжущих материалов	4	-	2	-	2	-	-	-	3
1.2	Химико-минералогический состав портландцементного клинкера	8	-	4	-	4	-	-	-	26
1.3	Сырьевые материалы для производства портландцемента	6	-	3	-	3	-	-	-	20
1.4	Принципиальные технологические схемы производства портландцемента	2	-	1	-	1	-	-	-	3
2.	Раздел 2. Физико-химические и технологические процессы производства портландцемента	88	14	12	-	10	-	14	14	52
2.1	Подготовка сырьевых смесей для производства вяжущих материалов	18	2	2	-	2	-	2	2	12
2.2	Физико-химические процессы при обжиге портландцементного клинкера	26	3	6	-	1	-	3	3	16
2.3	Технология обжига портландцементного клинкера	20	6	1	-	3	-	6	6	10
2.4	Технология помола портландцемента	18	3	1	-	2	-	3	3	12
2.5	Экологические проблемы производства портландцемента	6	—	2	-	2	-	—	—	2

3.	Раздел 3. Гидратация, твердение и свойства портландцемента	92	18	10	-	12	-	18	18	52
3.1	Физико-химические процессы гидратации и твердения портландцемента	27	6	3	-	4	-	6	6	14
3.2	Твердение портландцемента	23	4	3	-	4	-	4	4	12
3.3	Коррозия портландцемента	18	—	2	-	2	-	—	—	14
3.4	Строительно-технические свойства портландцемента	24	8	2	-	2	-	8	8	12
	ИТОГО	252	32	32	-	32	-	32	32	156
	Экзамен	36								
	ИТОГО	288								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы технологии вяжущих материалов

1.1. История производства и классификация вяжущих материалов

История и перспективы развития химии и технологии вяжущих материалов. Терминология в химии и технологии вяжущих материалов. Терминология в химии и технологии вяжущих материалов. Классификация вяжущих материалов.

1.2. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера.

Вещественный состав портландцемента. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера. Модульные характеристики портландцементного клинкера. Роль второстепенных компонентов. Равновесный минералогический состав портландцементного клинкера. Расчет равновесного минералогического состава. Неравновесные минералы в клинкере. Твердые растворы. Предельные составы твердых растворов. Полиморфизм, дефектность и блочность кристаллов клинкерных минералов.

1.3 Сырьевые материалы для производства портландцемента.

Известняковые и алюмосиликатные породы, корректирующие добавки. Химический и минералогический состав материалов. Технические требования к составу отдельных сырьевых компонентов. Примеси в сырье. Физические свойства: твердость, влажность и другие технологические характеристики. Использование промышленных и бытовых отходов в качестве сырьевых материалов. Шлаки, их химический, минералогический состав, структура. Химический и минералогический состав нефелинового шлама, его основные свойства как сырьевого компонента. Зола в качестве сырьевого компонента, основные требования к химическому составу и физическим свойствам. Состав и свойства железосодержащих материалов: пиритные огарки, колошниковая пыль, железные руды, отходы различных отраслей промышленности. Кремнеземистые и глиноземистые корректирующие компоненты. Каталитические и модифицирующие компоненты: плавиковый шпат, кремнефтористый натрий, хлористый кальций. Гипсосодержащие материалы. Использование гипсосодержащих отходов при производстве цемента.

1.4 Принципиальные технологические схемы производства портландцемента. Мокрый, сухой, полусухой и полумокрый способы производства, технико-экономические преимущества каждого из них.

Раздел 2. Физико-химические и технологические процессы производства портландцемента

2.1. Подготовка сырьевых смесей для производства вяжущих материалов

Процессы подготовки сырьевой смеси. Добыча сырьевых материалов, способы транспортировки сырья на завод, норма запасов сырья на предприятии.

Дробление материалов. Выбор дробильных агрегатов в зависимости от свойств сырья, стадийность дробления, сушка материалов.

Измельчение материалов. Пути интенсификации помола сырьевых смесей. Помол в сухом и мокром состоянии. Совместный помол и сушка сырья. Оптимизация процесса тонкого измельчения материалов. Оценка степени измельчения. Гранулометрический состав сырьевой смеси и его связь с затратами энергии на помол.

Сырьевой шлам как дисперсная система. Роль глины и известняка в создании структуры шлама. Важнейшие структурно-механические свойства шлама: влажность, текучесть. Влияние природы сырьевых компонентов и их дисперсности на свойства шлама. Пути снижения влажности шлама, фильтрация шлама.

Размер и форма частиц в сухих порошкообразных сырьевых смесях. Однородность состава и физической структуры порошков. Текучесть и явление аутогезии в порошках. Агрегирование и слеживаемость порошкообразных сырьевых смесей.

Корректирование и гомогенизация сырьевого шлама и сухих сырьевых смесей. Методы непрерывного анализа состава сырья для корректирования сырьевых смесей.

2.2 Физико-химические процессы при обжиге портландцементного клинкера

Процессы обжига портландцементного клинкера. Термические превращения отдельных сырьевых компонентов при нагревании. Механизм и кинетика процессов сушки, дегидратации, диссоциации. Реакции в твердом состоянии, механизм и кинетика твердофазовых реакций. Последовательность образования фаз в системах $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Образование промежуточных соединений. Влияние каталитических, модифицирующих примесей, газовой фазы на процессы твердофазового спекания. Процессы с участием жидкой фазы. Эвтектические расплавы. Структура и свойства клинкерных расплавов. Механизм и кинетика реакций с участием клинкерных расплавов. Влияние каталитических и модифицирующих примесей на процессы клинкерообразования с участием жидкой фазы. Механизм образования клинкерных гранул. Последовательность кристаллизации фаз при охлаждении клинкера. Роль скорости охлаждения в формировании конечного минералогического состава. Структура портландцементного клинкера, кристаллизация основных клинкерных фаз. Влияние технологических факторов на реакционную способность сырьевых смесей.

2.3 Технология обжига портландцементного клинкера

Особенности обжига портландцементного клинкера в печах различной конструкции. Технологические зоны вращающейся печи. Подготовка и сжигание технологического топлива. Использование топливосодержащих отходов при обжиге клинкера. Футеровочные материалы клинкерообжигательных печей. Образование обмазки и колец во вращающейся печи. Кругооборот материала в печи. Пылевынос из печей, способы утилизации уловленной пыли.

2.4 Технология помола портландцемента

Процессы помола портландцементного клинкера и получения портландцемента. Влияние микроструктуры на размалываемость клинкеров. Расход энергии при измельчении цемента. Пути снижения энергозатрат на измельчение цементов. Интенсификаторы помола цемента. Оптимизация гранулометрического состава цементов.

2.5 Экологические проблемы производства портландцемента.

Повышение энергоэффективности производства цемента. Выбросы вредных веществ в окружающую среду при производстве цемента и методы борьбы с ними.

Раздел 3. Гидратация, твердение и свойства портландцемента

3.1 Физико-химические процессы гидратации и твердения портландцемента

Химические реакции гидратации минералов портландцементного клинкера. Гидратация алюминатов и алюмоферритов кальция в присутствии двуводного гипса. Скорость гидратации минералов. Механизм процесса гидратации, теории ЛеШателье, Михаэлиса, современные теории гидратации портландцемента. Кинетика процесса гидратации алита и других минералов. Природа индукционного периода процесса гидратации. Влияние температуры на скорость процесса гидратации. Замедлители и ускорители процесса гидратации портландцемента. Кристаллизация гидратных фаз. Химический состав жидкой фазы при гидратации и твердении портландцемента. Механизм образования и роста зародышей гидратных фаз. Влияние различных факторов на структуру и морфологию гидратных фаз. Первичные и вторичные гидратные фазы. Структура и состав образующихся кристаллогидратов.

3.2 Твердение портландцемента

Схватывание и твердение цементного раствора. Роль гипса как регулятора схватывания цемента. Взаимодействие различных кристаллогидратов друг с другом: адгезия, когезия, кристаллические сrostки. Образование кристаллического и гелекристаллического каркаса в цементном камне. Армирующая роль крупных кристаллов. Объемные изменения при твердении цементов, контракция.

Синтез прочности цементного камня. Кинетика твердения цемента, влияние на неё химико-минералогического, вещественного состава, дисперсности цемента, условий твердения. Структура затвердевшего цементного камня. Теория микробетона. Формы связи

воды в цементном камне, структура пор. Транспортные явления в цементном камне. Методы исследования микроструктуры цементного камня.

3.3 Коррозия портландцемента

Коррозия и долговечность цементного камня. Виды и механизмы коррозии. Автокоррозия цементов. Меры борьбы с коррозией цементов.

3.4 Строительно-технические свойства портландцемента

Активность, марка и класс прочности цемента. Плотность и объемная масса цемента. Тонкость помола. Водопотребность, нормальная густота, водоудерживающая способность, водоотделение цементов. Схватывание, равномерность изменения объема цементного теста. Тепловыделение при твердении цементов. Влияние различных факторов на прочность цементного камня.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов;	+	+	+	
2	принципы построения технологических схем производства вяжущих материалов;	+	+		
3	основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;			+	
4	основы охраны окружающей среды при организации и управлении производствами вяжущих материалов;		+		
	Уметь:				
5	обосновать выбор способа производства портландцемента с учетом свойств и рационального использования природных сырьевых материалов, топлива, электроэнергии, а также с максимально возможным использованием вторичных ресурсов;	+	+		
6	устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;		+	+	
7	осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	+	+	+	
	Владеть:				
8	методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств вяжущих материалов;		+	+	
9	методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов;	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
10	ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать	ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы	+	+	+

	технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	контроля технологического процесса и качества продукции ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты ПК-1.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом			
11	ПК-3. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области получения и использования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	ПК-3.1. Знает физико-химические основы получения тугоплавких неметаллических и силикатных композиционных материалов ПК-3.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов производства тугоплавких неметаллических и силикатных композитов ПК-3.3. Владеет методами получения композиционных материалов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Расчет равновесного минералогического состава портландцементного клинкера.	3
2	1	Расчет модульных характеристик портландцементного клинкера	3
3	1	Мокрый способ производства портландцементного клинкера.	2
4	1	Сухой и комбинированный способы производства портландцементного клинкера.	2
5	2	Расчет состава сырьевых смесей для производства портландцементного клинкера.	3
6	2	Выбор оптимальной схемы измельчения сырья в зависимости от свойств измельчаемых материалов.	1
7	2	Термодинамический анализ процессов фазообразования при обжиге портландцементного клинкера.	4
8	2	Анализ и оптимизация гранулометрического состава портландцемента.	2
9	3	Термодинамический анализ процессов фазообразования при гидратации портландцемента.	4
10	3	Объемные изменения при гидратации и структурообразовании цементов.	2
11	3	Расчет равновесий при коррозии цементного камня.	4
12	3	Оптимизация областей применения цементов.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Химическая технология вяжущих материалов*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов, максимально по 2 – 3 балла за каждую работу. Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Расчет состава сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера (2 балла)	3

2	2	Составление портландцементной сырьевой смеси (2 балла)	2
3	2	Обжиг портландцементного клинкера в лабораторной силитовой печи (2 балла)	2
4	2	Определение полноты процесса клинкерообразования по содержанию $\text{CaO}_{\text{св.}}$ в портландцементном клинкере (3 балла)	4
5	2	Определение размолоспособности портландцементного клинкера и получение портландцемента (2 балла)	3
6	3	Определение нормальной густоты, сроков схватывания и активности портландцемента в малых образцах (3 балла)	6
7	3	Определение степени гидратации портландцемента методом потерь при прокаливании (2 балла)	4
8	3	Определение общей и открытой пористости цементного камня (2 балла)	4
9	3	Определение строительно-технических свойств портландцемента в стандартных образцах (2 балл)	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- самостоятельное изучение разделов дисциплины;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, ChemicalAbstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена за 6 семестр и лабораторного практикума за 6 семестр по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение двух контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. История развития производства вяжущих материалов.
2. Классификация вяжущих материалов. Вяжущие воздушные, гидравлические, автоклавного твердения, кислотно-основного взаимодействия.
3. Теоретические основы проявления вяжущих свойств.
4. Основные признаки вяжущих материалов.
5. Общие свойства вяжущих материалов.
6. Вещественный состав портландцемента.
7. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера.
8. Алит и белит в портландцементном клинкере.
9. Трехкальциевый алюминат и четырехкальциевый алюмоферрит в портландцементном клинкере
10. Второстепенные и неравновесные минералы портландцементного клинкера.
11. Твердые растворы минералов в портландцементном клинкере, предельные составы твердых растворов.
12. Полиморфизм, дефектность и блочность кристаллов клинкерных минералов.
13. Принципы расчета равновесного минералогического состава портландцементного клинкера.
14. Коэффициент насыщения, силикатный и глиноземистый модуль портландцементного клинкера.
15. Сырьевые материалы для производства портландцемента, общие требования к ним.
16. Физические свойства сырьевых материалов: твердость, влажность и другие технологические характеристики.
17. Известняковые сырьевые компоненты: состав, классификация.
18. Классификация известняковых пород по происхождению, разновидности известняковых пород.
19. Алюмосиликатные сырьевые компоненты: состав, классификация.
20. Глины: происхождение, разновидности глин.
21. Структура глинистых минералов
22. Саморазмучивание глин, его влияние на технологию производства.
23. Состав и свойства железосодержащих материалов: пиритные огарки, колошниковая пыль, железные руды, красные шламы, отходы различных отраслей промышленности.
24. Кремнеземистые и глиноземистые корректирующие компоненты.
25. Каталитические и модифицирующие компоненты: плавиковый шпат, кремнефтористый натрий, хлористый кальций.
26. Использование промышленных и бытовых отходов в качестве сырьевых материалов.
27. Шлаки, их химический, минералогический состав, структура.
28. Химический и минералогический состав нефелинового шлама, его основные свойства как сырьевого компонента.

29. Использование зол в качестве сырьевого компонента, основные требования к химическому составу и физическим свойствам.
30. Гипсосодержащие материалы. Использование гипсосодержащих отходов при производстве цемента.
31. Минеральные добавки к цементам, активные и инертные добавки.
32. Основные виды технологического топлива для производства портландцемента.
33. Использование топливосодержащих отходов при производстве портландцемента.
34. Способы производства портландцемента.
35. Основные критерии выбора способа производства портландцементного клинкера.
36. Основные этапы производства портландцемента.
37. Особенности производства портландцементного клинкера по сухому и полусухому способу.
38. Особенности производства портландцементного клинкера по мокрому и полумокрому способу.
39. Фильтруемость сырьевых шламов и влажность кека.
40. Сравнительные технико-экономические показатели производства портландцементного клинкера различными способами.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Добыча сырьевых материалов, способы транспортировки сырья на завод.
2. Нормы запасов сырья на предприятии.
3. Дробление материалов. Выбор дробильных агрегатов в зависимости от свойств сырья, стадийность дробления.
4. Сушка материалов, совместный помол и сушка сырья.
5. Пути интенсификации помола сырьевых смесей. Помол в сухом и мокром состоянии.
6. Оптимизация процесса тонкого измельчения материалов. Оценка степени измельчения.
7. Гранулометрический состав сырьевой смеси и его связь с затратами энергии на помол.
8. Сырьевой шлам как дисперсная система. Роль глины и известняка в создании структуры шлама.
9. Важнейшие структурно-механические свойства шлама: влажность, текучесть.
10. Влияние природы сырьевых компонентов и их дисперсности на свойства шлама.
11. Пути снижения влажности шлама, фильтрация шлама.
12. Размер и форма частиц в сухих порошкообразных сырьевых смесях. Текучесть и явление аутогезии в порошках.
13. Агрегирование и слеживаемость порошкообразных сырьевых смесей.
14. Корректирование и гомогенизация сырьевого шлама и сухих сырьевых смесей.
15. Методы непрерывного анализа состава сырья для корректирования сырьевых смесей.
16. Термические превращения отдельных сырьевых компонентов при нагревании. Механизм и кинетика процессов сушки, дегидратации, диссоциации.
17. Реакции в твердом состоянии, механизм и кинетика твердофазовых реакций.
18. Последовательность образования фаз в системах $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Образование промежуточных соединений.

19. Влияние каталитических, модифицирующих примесей, газовой фазы на процессы твердофазового спекания.
20. Процессы с участием жидкой фазы. Эвтектические расплавы.
21. Структура и свойства клинкерных расплавов.
22. Механизм и кинетика реакций с участием клинкерных расплавов.
23. Влияние каталитических и модифицирующих примесей на процессы клинкерообразования с участием жидкой фазы.
24. Механизм образования клинкерных гранул.
25. Последовательность кристаллизации фаз при охлаждении клинкера. Роль скорости охлаждения в формировании конечного минералогического состава.
26. Структура портландцементного клинкера, кристаллизация основных клинкерных фаз.
27. Влияние технологических факторов на реакционную способность сырьевых смесей.
28. Технологические зоны вращающейся печи.
29. Процессы, происходящие в технологических зонах вращающейся печи.
30. Подготовка и сжигание технологического топлива.
31. Футеровочные материалы клинкерообжигательных печей.
32. Образование обмазки и колец во вращающейся печи.
33. Кругооборот материала в печи.
34. Пылевынос из печей, способы утилизации уловленной пыли.
35. Процессы помола портландцементного клинкера и получения портландцемента.
36. Влияние состава и микроструктуры на размалываемость клинкеров.
37. Пути снижения энергозатрат на измельчение цементов. Интенсификаторы помола цемента.
38. Оптимизация гранулометрического состава цементов.
39. Экологические проблемы производства портландцемента, повышение энергоэффективности производства.
40. Выбросы вредных веществ в окружающую среду и методы борьбы с ними.

8.3. Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины при выполнении и защите лабораторных работ

Максимальная оценка за выполнение и защиту лабораторных работ – 20 баллов. Количество баллов за каждую лабораторную работу указано в разделе 6.2.

8.3.1 Лабораторная работа 1

1. Основные принципы расчета сырьевых смесей при обжиге клинкера.
2. Модульные характеристики портландцементного клинкера.
3. Коэффициент насыщения клинкера и его физический смысл.
4. Зависимость между количествами проектируемых характеристик клинкера и числом компонентов сырьевой смеси.
5. Допущения, принимаемые при расчете сырьевых смесей для производства клинкера.

8.3.2 Лабораторная работа 2

1. Основные разновидности и свойства карбонатного компонента сырьевых смесей для производства портландцементного клинкера
2. Основные разновидности и свойства алюмосиликатного компонента сырьевых смесей для производства портландцементного клинкера

3. Основные разновидности и свойства железосодержащего компонента сырьевых смесей для производства портландцементного клинкера.
4. Точность взвешивания компонентов сырьевой смеси
5. Для чего сырьевая смесь прессуется перед обжигом?

8.3.3 Лабораторная работа 3

1. Процессы протекающие при обжиге сырьевых смесей в интервале 25 – 1000 °С.
2. Механизм твердофазных реакций при обжиге клинкера.
3. Технологические факторы, влияющие на скорость реакций в твердой фазе
4. Образование жидкой фазы при обжиге клинкера. Эвтектический расплав.
5. Механизм образования алита в присутствии клинкерного расплава.

8.3.4 Лабораторная работа 4

1. Свойства клинкерного расплава и их влияние на процессы клинкерообразования.
2. Взаимосвязь между модульными характеристиками клинкера и свойствами клинкерного расплава
3. Технологические факторы, влияющие на скорость реакций клинкерообразования с участием расплава.
4. Способы определения содержания СаО_{св.} в портландцементном клинкере.
5. Кинетические уравнения реакций клинкерообразования и их значение.

8.3.5 Лабораторная работа 5

1. Микроструктура клинкерных гранул.
2. Влияние минералогического состава клинкера и микроструктуры клинкерных гранул на размолоспособность портландцемента.
3. Методы определения степени измельчения портландцемента.
4. Влияние технологических факторов на размолоспособность портландцемента.
5. Техничко-экономические преимущества применения замкнутого цикла работы цементных мельниц

8.3.6 Лабораторная работа 6

1. Химические реакции гидратации минералов портландцементного клинкера.
2. Гидратация алита и белита.
3. Гидратация алюминатов и алюмоферритов кальция в присутствии двуводного гипса.
4. Скорость гидратации минералов.
5. Механизм процесса гидратации, теории Ле-Шателье, Михаэлиса, современные теории гидратации портландцемента.

8.3.7 Лабораторная работа 7

1. Кинетика процесса гидратации алита и других минералов. Природа индукционного периода процесса гидратации.
2. Влияние температуры на скорость процесса гидратации. Замедлители и ускорители процесса гидратации портландцемента.
3. Кристаллизация гидратных фаз. Химический состав жидкой фазы при гидратации и твердении портландцемента.
4. Механизм образования и роста зародышей гидратных фаз.
5. Влияние различных факторов на структуру и морфологию гидратных фаз. Первичные и вторичные гидратные фазы.

8.3.8 Лабораторная работа 8

1. Схватывание и твердение цементного раствора.

2. Роль гипса как регулятора схватывания цемента.
3. Взаимодействие различных кристаллогидратов друг с другом: адгезия, когезия, кристаллические сростки.
4. Образование кристаллического и гелекристаллического каркаса в цементном камне. Армирующая роль крупных кристаллов.
5. Влияние технологических факторов на водопотребность, сроки схватывания и скорость твердения цементов.

8.3.9 Лабораторная работа 9

1. Объемные изменения при твердении цементов, контракция.
2. Синтез прочности цементного камня.
3. Кинетика твердения цемента, влияние на неё химико-минералогического, вещественного состава, дисперсности цемента, условий твердения.
4. Структура затвердевшего цементного камня. Теория микробетона.
5. Формы связи воды в цементном камне, структура пор.

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

8.4.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

1. Классификация вяжущих материалов. Вяжущие воздушные, гидравлические, автоклавного твердения, кислотно-основного взаимодействия.
2. История развития производства вяжущих материалов.
3. Теоретические основы проявления вяжущих свойств.
4. Основные признаки вяжущих материалов.
5. Общие свойства вяжущих материалов.
6. Вещественный состав портландцемента.
7. Химико-минералогический состав портландцементного клинкера.
8. Алит и белит в портландцементном клинкере.
9. Трехкальциевый алюминат и четырехкальциевый алюмоферрит в портландцементном клинкере
10. Второстепенные и неравновесные минералы портландцементного клинкера.
11. Твердые растворы минералов в портландцементном клинкере, предельные составы твердых растворов.
12. Полиморфизм, дефектность и блочность кристаллов клинкерных минералов.
13. Принципы расчета равновесного минералогического состава портландцементного клинкера.
14. Коэффициент насыщения, силикатный и глиноземистый модуль портландцементного клинкера.
15. Сырьевые материалы для производства портландцемента, общие требования к ним.
16. Физические свойства сырьевых материалов: твердость, влажность и другие технологические характеристики.
17. Известняковые сырьевые компоненты: состав, классификация.
18. Алюмосиликатные сырьевые компоненты: состав, классификация.
19. Состав и свойства железосодержащих материалов: пиритные огарки, колошниковая пыль, железные руды, отходы различных отраслей промышленности.
20. Кремнеземистые и глиноземистые корректирующие компоненты.

21. Каталитические и модифицирующие компоненты: плавиковый шпат, кремнефтористый натрий, хлористый кальций.
22. Использование промышленных и бытовых отходов в качестве сырьевых материалов.
23. Шлаки, их химический, минералогический состав, структура.
24. Химический и минералогический состав нефелинового шлама, его основные свойства как сырьевого компонента.
25. Зола в качестве сырьевого компонента, основные требования к химическому составу и физическим свойствам.
26. Гипсосодержащие материалы. Использование гипсосодержащих отходов при производстве цемента.
27. Основные виды технологического топлива для производства портландцемента.
28. Использование топливосодержащих отходов при производстве портландцемента.
29. Способы производства портландцемента, их сравнительные технико-экономические характеристики.
30. Основные этапы производства портландцемента.
31. Добыча сырьевых материалов, способы транспортировки сырья на завод, норма запасов сырья на предприятии.
32. Дробление материалов. Выбор дробильных агрегатов в зависимости от свойств сырья, стадийность дробления, сушка материалов, совместный помол и сушка сырья.
33. Пути интенсификации помола сырьевых смесей. Помол в сухом и мокром состоянии.
34. Оптимизация процесса тонкого измельчения материалов. Оценка степени измельчения. Гранулометрический состав сырьевой смеси и его связь с затратами энергии на помол.
35. Сырьевой шлам как дисперсная система. Роль глины и известняка в создании структуры шлама.
36. Важнейшие структурно-механические свойства шлама: влажность, текучесть.
37. Влияние природы сырьевых компонентов и их дисперсности на свойства шлама.
38. Пути снижения влажности шлама, фильтрация шлама.
39. Размер и форма частиц в сухих порошкообразных сырьевых смесях. Текучесть и явление аутогезии в порошках. Агрегирование и слеживаемость порошкообразных сырьевых смесей.
40. Корректирование и гомогенизация сырьевого шлама и сухих сырьевых смесей. Методы непрерывного анализа состава сырья для корректирования сырьевых смесей.
41. Термические превращения отдельных сырьевых компонентов при нагревании. Механизм и кинетика процессов сушки, дегидратации, диссоциации.
42. Реакции в твердом состоянии, механизм и кинетика твердофазовых реакций.
43. Последовательность образования фаз в системах $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Образование промежуточных соединений.
44. Влияние каталитических, модифицирующих примесей, газовой фазы на процессы твердофазового спекания.
45. Процессы с участием жидкой фазы. Эвтектические расплавы. Структура и свойства клинкерных расплавов.
46. Механизм и кинетика реакций с участием клинкерных расплавов.
47. Влияние каталитических и модифицирующих примесей на процессы клинкерообразования с участием жидкой фазы.
48. Механизм образования клинкерных гранул.

49. Последовательность кристаллизации фаз при охлаждении клинкера. Роль скорости охлаждения в формировании конечного минералогического состава.
50. Структура портландцементного клинкера, кристаллизация основных клинкерных фаз.
51. Влияние технологических факторов на реакционную способность сырьевых смесей.
52. Технологические зоны вращающейся печи.
53. Подготовка и сжигание технологического топлива.
54. Футеровочные материалы клинкерообжигательных печей.
55. Образование обмазки и колец во вращающейся печи.
56. Кругооборот материала в печи.
57. Пылевынос из печей, способы утилизации уловленной пыли.
58. Процессы помола портландцементного клинкера и получения портландцемента. Влияние микроструктуры на размалываемость клинкеров.
59. Пути снижения энергозатрат на измельчение цементов. Интенсификаторы помола цемента. Оптимизация гранулометрического состава цементов.
60. Экологические проблемы производства портландцемента: повышение энергоэффективности производства, выбросы вредных веществ в окружающую среду и методы борьбы с ними.
61. Химические реакции гидратации минералов портландцементного клинкера.
62. Гидратация алита и белита.
63. Гидратация алюминатов и алюмоферритов кальция в присутствии двуводного гипса.
64. Скорость гидратации минералов.
65. Механизм процесса гидратации, теории Ле-Шателье, Михаэлиса, современные теории гидратации портландцемента.
66. Кинетика процесса гидратации алита и других минералов. Природа индукционного периода процесса гидратации.
67. Влияние температуры на скорость процесса гидратации. Замедлители и ускорители процесса гидратации портландцемента.
68. Кристаллизация гидратных фаз. Химический состав жидкой фазы при гидратации и твердении портландцемента. Механизм образования и роста зародышей гидратных фаз.
69. Влияние различных факторов на структуру и морфологию гидратных фаз. Первичные и вторичные гидратные фазы.
70. Схватывание и твердение цементного раствора.
71. Роль гипса как регулятора схватывания цемента.
72. Взаимодействие различных кристаллогидратов друг с другом: адгезия, когезия, кристаллические сrostки.
73. Образование кристаллического и гелекристаллического каркаса в цементном камне. Армирующая роль крупных кристаллов.
74. Объемные изменения при твердении цементов, контракция.
75. Синтез прочности цементного камня.
76. Кинетика твердения цемента, влияние на неё химико-минералогического, вещественного состава, дисперсности цемента, условий твердения.
77. Структура затвердевшего цементного камня. Теория микробетона.
78. Формы связи воды в цементном камне, структура пор.
79. Транспортные явления в цементном камне.
80. Методы исследования микроструктуры цементного камня.
81. Коррозия и долговечность цементного камня.
82. Виды и механизмы коррозии. Автокоррозия цементов.
83. Меры борьбы с коррозией цементов.

84. Активность, марка и класс прочности цемента.
85. Плотность и объемная масса цемента.
86. Тонкость помола цементов, методы ее контроля
87. Водопотребность, нормальная густота, водоудерживающая способность, водоотделение цементов.
88. Схватывание, равномерность изменения объема цементного теста.
89. Тепловыделение при твердении цементов.
90. Влияние различных факторов на прочность цементного камня.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (6 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Химическая технология вяжущих материалов*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

<p>«Утверждаю»</p> <p>Зав. кафедрой ХТКВМ</p> <p>_____ Бурлов И. Ю.</p> <p>«_____» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химической технологии композиционных и вяжущих материалов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль – «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»
	Химическая технология вяжущих материалов
<p>Билет № _</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент насыщения, силикатный и глиноземистый модуль портландцементного клинкера. 2. Термические превращения отдельных сырьевых компонентов при нагревании. Механизм и кинетика процессов сушки, дегидратации, диссоциации. 3. Объемные изменения при твердении цементов, контракция. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Свентская Н.В., Сивков С.П., Потапова Е.Н. Лабораторный практикум по курсу химическая технология вяжущих материалов. Учебное пособие. — РХТУ им. Д.И.Менделеева Москва, 2018. — 108 с.
3. Сивков С.П., Бурлов И.Ю. Гидратация, твердение, свойства и процессы коррозии цементов: учебное пособие/М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2021. - 72 с.
4. Минеральные добавки в портландцементе. Методы определения. Лабораторный практикум: учеб. пособие/ И. Ю. Бурлов, Е. Н. Потапова, И. В. Корчунов, А. Л. Шеин. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2024. – 88 с.
5. Технология общестроительных и специальных цементов. Конспект лекций: учеб. пособие/ И. Ю. Бурлов, Е. Н. Потапова, И. В. Корчунов, А. Л. Шеин, Е. А. Смольская. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2024. – 208 с.

Б. Дополнительная литература

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В.Г. Шухова. Изд-во БГТУ. Белгород: 2013. 307 с.
2. Штарк Й., Вихт Б. Долговечность бетона. / Пер. с нем. Под ред. П. Кривенко. Киев: ОРАНТА, 2004. 295 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы»ISSN 0235-2206
- «Цемент и его применение» ISSN 1607-8837
- «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
- «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
- «ZKG International», ISSN 0722-4400
- «Cement and Concrete Research», ISSN 0008-8846
- «Cement and Concrete Composites», ISSN 0958-9465
- «Техника и технология силикатов»ISSN 2076-0655

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 184);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Химическая технология вяжущих материалов*» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;

Аудитория для самостоятельной работы студентов, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет;

Учебная лаборатория, оснащенная оборудованием, необходимым для выполнения лабораторного практикума:

- Весами техническими;
- дробилками, мельницами, смесителями;
- ситами различного размера;

- прессами для прессования образцов;
- электрическими нагревательными печами до 1500 °С, муфельными печами, сушильными шкафами;
- смесителями для приготовления цементного раствора;
- оборудованием для формования и уплотнения цементного раствора в формах;
- ваннами для хранения образцов;
- испытательным оборудованием для определения физико-механических свойств цемента;
- приборами Вика;
- гидростатическими весами;
- вакуумным сушильным шкафом.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям, образцы вяжущих материалов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам тугоплавких неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

3.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
6.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
-----------------------	----------------------------	----------------------------------

<p>Раздел 1. Основы технологии вяжущих материалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов; – принципы построения технологических схем производства вяжущих материалов; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обосновать выбор способа производства портландцемента с учетом свойств и рационального использования природных сырьевых материалов, топлива, электроэнергии, а также с максимально возможным использованием вторичных ресурсов; – осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентами использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (6 семестр);</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (6 семестр);</p>
<p>Раздел 2. Физико-химические и технологические процессы производства портландцемента</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов; – принципы построения технологических схем производства вяжущих материалов; – основы охраны окружающей среды при организации и управлении производствами вяжущих материалов; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обосновать выбор способа производства портландцемента с учетом свойств и рационального использования природных сырьевых материалов, топлива, электроэнергии, а также с максимально возможным использованием вторичных ресурсов; – устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий; 	<p>Оценка за <i>контрольную работу № 2</i>(6 семестр);</p> <p>Оценка за <i>лабораторный практикум</i> (6 семестр);</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (6 семестр);</p>

	<p>– осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;</p> <p>Владеет:</p> <p>– методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств вяжущих материалов;</p> <p>– методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов</p>	
<p>Раздел 3. Гидратация, твердение и свойства портландцемента</p>	<p>Знает:</p> <p>– теоретические основы и способы осуществления технологических процессов получения основных видов вяжущих материалов;</p> <p>– основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;</p> <p>Умеет:</p> <p>– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;</p> <p>– осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;</p> <p>Владеет:</p> <p>– методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических и физических свойств вяжущих материалов;</p> <p>– методами и средствами теоретического и экспериментального исследования процессов синтеза, изучения свойств вяжущих материалов</p>	<p>Оценка за лабораторный практикум (6 семестр);</p> <p>Оценка за экзамен (6 семестр);</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Химическая технология вяжущих материалов»

основной образовательной программы
18.03.01 Химическая технология

**Профиль подготовки «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов»**

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ
МАТЕРИАЛОВ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры Химической технологии композиционных и вяжущих материалов Зориным Д.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Химической технологии композиционных и вяжущих материалов
(Наименование кафедры)

«28» августа 2024 г., протокол № 1.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения; успешно освоили дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия» и «Физическая химия».

Цель дисциплины – приобретение знаний и навыков в планировании и проведении физико-химических исследований вяжущих материалов, формирование компетенций в области анализа неорганических материалов с использованием современных приборов и методов.

Задачи дисциплины – изучение обучающимися теоретических основ и приобретение практических навыков использования физико-химических методов анализа для решения исследовательских и прикладных задач неорганического материаловедения; приобретение навыков подготовки проб образцов для физико-химического анализа, обработки результатов измерений и их интерпретации.

Дисциплина «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов» преподается в 5 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять

		системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач
--	--	---

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
<p>Комплексный контроль соблюдения требований стандартов производства к материальным ресурсам, качеству наноструктурированных композиционных материалов. Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов.</p>	<p>Химическое, химико-технологическое производство</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)</p>	<p>ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа</p>	<p>ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции</p> <p>ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать</p>	<p>Профессиональный стандарт 26.001 "Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 589 н, Обобщенная трудовая функция А/01.6. Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов</p>

			полученные результаты	Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. N 604 н
			ПК-1.3. Владеет современным и методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	А/02.6 Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа вяжущих материалов;
- возможности инструментальных физико-химических методов анализа при решении конкретной научной задачи и области их применения;
- основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики.

Уметь:

- обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента;
- планировать и проводить аналитические исследования;
- анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений;

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, в том числе, по вопросам аналитических исследований вяжущих материалов;

- практическими навыками проведения аналитических определений, методами подготовки проб к анализу;
- способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	48
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	32
Лекции	0,44	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	32
в том числе в форме практической подготовки	0,89	32	32
Самостоятельная работа	2,67	96	96
Контактная самостоятельная работа	2,67	0,4	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		95,6	95,6
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	<i>Зачет с оценкой</i>		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов.	88	10	16	62
1.1	Термические методы анализа.	30	4	5	21
1.2	Рентгенографические методы анализа.	28	3	5	20
1.3	Микроскопический анализ.	30	3	6	21
2.	Раздел 2. Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня.	38	4	8	26
2.1	Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов.	19	2	4	13
2.2	Методы исследования поровой структуры капиллярно-пористых тел.	19	2	4	13
3.	Раздел 3. Методы определения механических свойств вяжущих материалов	18	2	8	8
	ИТОГО	144	16	32	96

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы исследования фазового состава и структуры вяжущих материалов

1.1. Термические методы анализа

Суть методов термического анализа. Классификация термических методов анализа в зависимости от определяемых свойств вещества: дифференциально-термический, термогравиметрический, газоволюмометрический, дилатометрический.

Основы дифференциально-термического анализа (ДТА). Термограмма и термические эффекты. Характеристика термических эффектов. Эталонные вещества и требования к ним. Подготовка проб и факторы, влияющие на результаты ДТА.

Основы термогравиметрического анализа. Методы определения изменения массы исследуемого вещества при термическом анализе: статическая термогравиметрия, динамическая термогравиметрия, изобарная термогравиметрия. Дифференциальная термогравиметрия и ее возможности.

Дериватографический анализ и его отличительные особенности. Аппаратурное оформление: основные узлы и принцип работы дериватографа. Подготовка проб и техника проведения анализа. Качественный и количественный дериватографический анализ. Расшифровка дериватограмм. Факторы, влияющие на точность дериватографического анализа. Выбор оптимальных условий проведения анализа при исследовании сырьевых материалов, изучении процессов синтеза вяжущих материалов и свойств изделий на их основе. Q-дериватография.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): отличительные особенности метода и области практического использования при исследовании вяжущих материалов.

1.2. Рентгенографические методы анализа

Возникновение и природа рентгеновских лучей. Характеристики рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа-Брегга. Источники рентгеновского излучения. Основные узлы и принцип работы рентгеновских дифрактометров. Методы съемки рентгенограмм.

Качественный рентгенофазовый анализ. Приготовление образцов. Расшифровка рентгенограмм. Идентификация кристаллических веществ методом порошка. Оценка размеров нанокристаллов методом Дебая-Шеррера. Количественный рентгенофазовый анализ. Правила проведения количественных определений. Методы количественных определений: метод стандартных смесей; метод внутреннего стандарта; метод добавок; метод внешнего стандарта. Массовый коэффициент поглощения μ .

1.3. Микроскопический анализ

Оптическая микроскопия. Теоретические основы оптической микроскопии. Принцип действия оптического микроскопа и его характеристики. Основные типы оптических микроскопов и их устройство. Подготовка проб к анализу: прозрачные шлифы, полированные шлифы, прозрачно-полированные шлифы. Современные металлографические микроскопы. Основные методики съемки на металлографических микроскопах. Методы специального микроскопического анализа.

Электронная микроскопия. Теоретические основы метода. Основные виды электронных микроскопов. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ): устройство и принцип действия. Растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ): устройство и принцип действия. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ): сканирующие элементы и принцип действия. Подготовка образцов для исследования материалов на микроскопах. Информация, получаемая на растровых и просвечивающих микроскопах. Методы исследования: прямые и косвенные.

Раздел 2. Методы исследования дисперсности порошков и поровой структуры искусственного камня

2.1. Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов

Дисперсные системы. Характеристика дисперсных систем. Основы анализа порошкообразных материалов. Гранулометрический состав дисперсных материалов как важный фактор реакционной способности сырьевых материалов в процессах клинкерообразования и цементов при гидратации. Способы определения размеров частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.

Методы определения удельной поверхности порошкообразных материалов: метод воздухопроницаемости; метод низкотемпературной адсорбции азота. Суть методов, аппаратное оформление, обработка результатов.

Методы определения гранулометрического состава порошкообразных материалов: ситовой анализ; седиментационный анализ; сепарационный анализ.

Метод лазерной дифракции, теоретические основы метода. Принцип действия лазерного микроанализатора. Гранулограммы. Дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам.

Сопоставительный анализ и причины расхождения результатов определения дисперсности порошкообразных материалов, полученных различными методами.

2.2. Методы исследования поровой структуры капиллярно-пористых тел

Характеристика капиллярно-пористых тел. Классификация пор в пористых материалах. Взаимосвязь между капиллярно-пористой структурой материала и его физико-техническими свойствами.

Классификация методов определения поровой структуры материалов. Определение пористости методом ртутной порометрии. Устройство, принцип действия и диапазон измерения порометров низкого и высокого давления. Дифференциальная и интегральная порограммы. Расчет объема и диаметра пор материала. Определение открытой пористости методом насыщения. Расчет закрытой пористости.

Раздел 3. Методы определения механических свойств вяжущих материалов

Факторы, влияющие на прочностные показатели вяжущих материалов. Методы определения пределов прочности при сжатии, растяжении, изгибе. Требования стандартов. Используемые материалы. Подготовка образцов и условия их хранения. Используемое оборудование и оснастка. Обработка полученных результатов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;	+	+	+
2	– возможности инструментальных физико-химических методов анализа при решении конкретной научной задачи и области их применения;	+	+	+
3	– основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики.	+	+	+
	Уметь:			
4	– обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента;	+	+	+
5	– планировать и проводить аналитические исследования;	+	+	
6	– анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений;	+	+	+
	Владеть:			
7	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, в том числе, по вопросам аналитических исследований ТНСМ;	+	+	
8	– практическими навыками проведения аналитических определений, методами подготовки проб к анализу;	+	+	
9	– способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
10	– УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	– УК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа – УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач – УК-1.3. Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач	+	+	+
11	– ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа	- ПК-1.1. Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции	+	+	+
12		ПК-1.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты	+	+	+
13		ПК-1.3. Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов», а также дает знания о проведении аналитических определений тугоплавких неметаллических и силикатных материалах; обработки и интерпретации полученных результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 3 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Рентгенографический анализ силикатных материалов: определение фазового состава и количественный анализ образцов методом внешнего стандарта.	4
2	1	Определение количественного содержания отдельных соединений методом дериватографии.	4
3	1	Определение размеров кристаллов силикатных материалов методом оптической микроскопии.	4
4	1	Спектры пропускания окрашенных силикатных материалов. Расчет коэффициента поглощения.	4
5	2	Определение гранулометрического состава вещества методом лазерной дифракции.	4
6	2	Определение пористости материалов методом насыщения.	4
7	3	Определение прочностных характеристик образцов.	4
8	3	Определение трещиностойкости и упругих деформаций образцов.	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (5 семестр) и лабораторного практикума (5 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из

литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 36 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (первая контрольная работа – работа по темам раздела 1, вторая контрольная работа – работа по темам разделов 2 и 3.). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (5 семестр) составляет 18 баллов, по 9 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 9 баллов за вопрос.

Вариант 1.1.

1. Суть методов термического анализа и их виды. Простые и дифференциальные кривые нагревания.
2. Применение ИК-спектроскопии для исследования структуры силикатных материалов.

Вариант 1.2.

1. Физические основы методов рентгенографического анализа, классификация методов.
2. Поляризационные микроскопы, их устройство и принцип работы. Методика определения показателей преломления.

Вариант 1.3.

1. Теоретические основы ИК-спектроскопии стекол и кристаллических силикатов.
2. Применение просвечивающей электронной микроскопии для исследования силикатных материалов.

Вариант 1.4.

1. Дериватография. Преимущества и отличия метода дериватографии от классического дифференциально-термического анализа.
2. Металлографические микроскопы, особенности конструкции. Методика подготовки шлифов и методы их исследования.

Вариант 1.5.

1. Дифференциально-термический анализ. Энергетические эффекты фазовых переходов. Факторы, влияющие на форму термопиков на ДТА кривой.
2. Сканирующий туннельный микроскоп и принцип его работы. Методы съемки поверхности.

Вариант 1.6.

1. Электронная микроскопия. Принцип получения увеличенного изображения объекта. Схема электронного микроскопа на примере электронного микроскопа просвечивающего типа.
2. Средства обеспечения условий проведения термического анализа: нагревательные элементы, охлаждающие агенты, используемые газы.

Вариант 1.7.

1. Методы рентгенографического анализа. Физические основы методов. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа-Брегга.
2. Применение электронной микроскопии. Определение ориентационного соотношения кристаллов.

Вариант 1.8.

1. Теоретические основы оптической микроскопии. Области ее практического использования.
2. Основные узлы и принцип работы рентгеновского дифрактометра.

Вариант 1.9.

1. Электронно-микроскопические изображения. Теория дифракционного контраста.
2. Количественный фазовый ДТА. Методы количественных определений: пропорциональный метод, метод градуировочного графика.

Вариант 1.10.

1. Рентгенографический анализ. Методы количественных определений.
2. Электронная микроскопия. Приготовление и исследование препаратов из вязущих материалов. Метод избирательного травления.

Вариант 1.11.

1. Дифференциально-термический анализ. Качественный дифференциально-термический анализ. Расшифровка термограмм.
2. Растровый электронный микроскоп (РЭМ), режим контраста (регистрация излучения отраженных электронов) и его характеристика.

Вариант 1.12.

1. Метод Q-дериватографии: квазиизотермический и квазиизобарный термогравиметрические методы. Схема квазиизотермического дериватографа.
2. КР-спектроскопия в анализе стекол и кристаллических силикатов.

Вариант 1.13.

1. Электронная микроскопия: характеристика методов.
2. Дифференциально-термический анализ. Основные понятия: характеристическая температура, температура пика, температурный интервал, ширина пика, амплитуда пика, площадь пика.

Вариант 1.14.

1. Качественный рентгенофазовый анализ. Подготовка проб к анализу. Расшифровка рентгенограмм.
2. Растровый электронный микроскоп (РЭМ): локальный рентгеноспектральный анализ. Особенности подготовки образцов.

Вариант 1.15.

1. Оптическая микроскопия. Классификация оптических микроскопов по способам освещения и методам исследования.
2. Применение КР-спектроскопии для исследования структуры силикатных материалов.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 9 баллов за вопрос.

Вариант 2.1.

1. Дисперсные системы. Характеристики дисперсных систем.
2. Характеристика пластичности при кручении. Диаграмма кручения.

Вариант 2.2.

1. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости.
2. Вязкое разрушение. Схема зарождения трещин и дислокационных скоплений по А.Н. Орлову. Показатели преломления.

Вариант 2.3.

1. Метод низкотемпературной адсорбции азота: аппаратное оформление и порядок проведения измерений.
2. Статистические методы определения механических свойств материалов.

Вариант 2.4.

1. Определение пористости методом ртутной порометрии: суть метода.
2. Понятие микротвердости и возможность ее оценки.

Вариант 2.5.

1. Поромер высокого давления, порядок работы. Дифференциальная и интегральная порограммы.
2. Классификация механических свойств и признаки, заложенные в ее основу. Единицы измерения прочности материалов.

Вариант 2.6.

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Способы выражения концентрации дисперсной фазы.
2. Принцип работы маятникового копра. Размеры и форма образцов с надрезом для испытания на ударный изгиб.

Вариант 2.7.

1. Размер частиц неправильной формы. Понятие об эквивалентном радиусе. Диаметры эквивалентных сфер.
2. Статистическая обработка результатов механических испытаний.

Вариант 2.8.

1. Методы определения размеров частиц: ситовой анализ, сепарационный анализ, световая оптическая микроскопия. Характеристика методов, их достоинства и недостатки.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринелю.

Вариант 2.9.

1. Метод низкотемпературной адсорбции азота: порядок проведения измерений и обработка результатов.
2. Динамические методы определения механических свойств материалов.

Вариант 2.10.

1. Распределение частиц полидисперсных систем по размеру. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размеру.
2. Факторы, влияющие на прочностные показатели искусственного камня.

Вариант 2.11.

1. Размер частиц неправильной формы. Методы определения среднего размера частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.

2. Факторы, влияющие на трещиностойкость (критический коэффициент интенсивности напряжений).

Вариант 2.12.

1. Седиментационный анализ. Закон Стокса. Факторы, влияющие на скорость осаждения частиц.
2. Методы определения работы удара и материалы, испытывающие ударную вязкость

Вариант 2.13.

1. Метод светового рассеяния на малые углы, характеристика метода. Гранулограмма и ее интерпретация.
2. Сравнительная характеристика статических и динамических методов определения механических свойств материалов.

Вариант 2.14.

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Одно-, двух- и трехмерные дисперсные фазы.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринелю

Вариант 2.15.

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Одно-, двух- и трехмерные дисперсные фазы.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринелю.

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины
(5 семестр – зачет с оценкой).**

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Методы термического анализа и их классификация.
2. Дифференциально-термический анализ. Суть метода и его возможности. Способы повышения разрешающей способности метода.
3. Схема дериватографа, основные узлы и принцип работы прибора.
4. Качественный ДТА. Подготовка проб для анализа. Интерпретация результатов анализа.
5. Количественный дифференциально-термический анализ. Приемы и методы количественных определений.
6. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Общие черты и различия методов ДСК и ДТА.
7. Использование методов термического анализа при исследовании вяжущих материалов.
8. Методы Q-дериватографии, их характеристика. Принцип работы квазиизотермического дериватографа.
9. Теоретические основы методов рентгенографического анализа и их классификация.
10. Аппаратурное оформление рентгенографического анализа: основные узлы прибора и принцип его работы. Съемка рентгенограмм с регистрацией методом плоского образца (схема Брегга-Брентана).
11. Качественный рентгенофазовый анализ (РФА). Суть метода. Факторы, влияющие на результаты анализа многофазных смесей. Порядок расшифровки рентгенограмм.
12. Количественный РФА минеральных вяжущих веществ. Критерии выбора аналитических пиков. Методы количественных определений.
13. Использование рентгенографических методов в анализе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
14. Рентгеноструктурный анализ силикатных материалов. Методы съемки кристаллов с дифрактометрической регистрацией.

15. Теоретические основы методов спектрофотометрии в УФ- и видимой областях спектра. Использование этих методов при исследовании структуры силикатных материалов.
16. Основные узлы и принцип работы ИК-спектрофотометра. Техника проведения анализа. Интерпретация полученных результатов.
17. Теоретические основы КР-спектроскопии. Ее отличительные особенности и использование при исследовании кристаллических силикатов.
18. Основные узлы и принцип работы КР-спектрометра. Техника проведения анализа. Интерпретация полученных результатов.
19. ИК- и КР-спектроскопия – сравнительная характеристика методов.
20. Теоретические основы оптической микроскопии и границы ее использования. Классификации оптических микроскопов.
21. Оптические микроскопы: основные узлы и построение оптических схем. Основные характеристики оптических микроскопов.
22. Специальные методы микроскопического анализа и их использование при исследовании силикатных материалов.
23. Количественная металлография. Основы метода. Определение размера зерна в поликристалле, количественный анализ фазового состава силиката, исследование формы, размера и распределения зерен различных фаз.
24. Теоретические основы электронной микроскопии. Классификации электронных микроскопов по типу используемых линз и способу исследования объектов.
25. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ): схема прибора и основные узлы. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
26. Растровый электронный микроскоп (РЭМ): схема и основные узлы прибора. Основы работы растрового электронного микроскопа (РЭМ).
27. Растровый электронный микроскоп: режимы работы. Использование различных режимов работы РЭМ в аналитических целях.
28. Виды электронных микроскопов ПЭМ и РЭМ, их сравнительная характеристика.
29. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ): принцип его действия и границы использования. Основные узлы и схема работы прибора, методики сканирования.
30. Методы электронной микроскопии: прямые, косвенные и специальные. Использование методов электронной микроскопии для исследования силикатных материалов, способы подготовки проб.
31. Теоретические основы анализа порошкообразных материалов. Понятие о дисперсности. Способы определения размеров частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.
32. Дисперсные системы: их классификация и характеристики.
33. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости. Основы метода. Факторы, влияющие на результаты анализа. Достоинства и недостатки метода.
34. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости: основные узлы прибора. Порядок выполнения работы, обработка результатов измерений.
35. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота. Основы метода и области использования.
36. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота: аппаратное оформление и принцип работы прибора.
37. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота: подготовка проб, порядок проведения анализа и обработка результатов.
38. Методы определения гранулометрического состава минеральных порошков. Ситовой анализ. Характеристика шкалы сит. Порядок проведения анализа. Достоинства и недостатки метода.
39. Теоретические основы седиментационного анализа и границы его применимости. Достоинства и недостатки метода.
40. Седиментационный анализ и особенности его проведения при анализе минеральных вязущих веществ. Порядок проведения анализа и обработка результатов.
41. Сепарационный анализ минеральных порошков. Основы метода и условия его проведения. Достоинства и недостатки метода.
42. Теоретические основы метода лазерной дифракции. Принцип работы лазерного микроанализатора.
43. Метод лазерной дифракции. Порядок проведения анализа. Гранулограммы. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам.

44. Методы определения гранулометрического состава минеральных порошков. Сравнительная характеристика методов и сопоставительный анализ результатов.
45. Капиллярно-пористые тела, их классификация и характеристика.
46. Характеристика поровой структуры искусственного камня. Взаимосвязь поровой структуры искусственного камня с его физико-техническими характеристиками.
47. Методы определения поровой структуры искусственного камня. Классификация методов и их сравнительная характеристика.
48. Теоретические основы метода ртутной порометрии. Поромеры высокого и низкого давления.
49. Метод ртутной порометрии: аппаратное оформление метода. Устройство поромеров высокого и низкого давления.
50. Определение пористости методом ртутной порометрии. Подготовка образцов и порядок проведения анализа.
51. Определение пористости методом ртутной порометрии. Обработка результатов измерений. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения пор по размерам. Расчет размера и диаметра пор.
52. Определение поровой структуры искусственного камня методом насыщения. Основы метода.
53. Методы оценки механических свойств силикатных материалов. Единицы измерения.
54. Методы определения упругих свойств материала. Упругие участки кривых напряжение – деформация. Зависимость вязкости разрушения от скорости деформации.
55. Классификация механических испытаний по способу нагружения и характеру изменения нагрузки во времени. Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств материалов.
56. Твердость материала и методы ее измерения: твердость по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Единицы измерения. Достоинства и недостатки методов.
57. Упругие свойства материалов. Закон Гука и константа упругих свойств. Модуль Юнга, модуль сдвига и коэффициент Пуансона.
58. Определение упругих свойств материалов. Приборы и принцип их работы. Резонансная установка для определения модуля нормальной упругости.
59. Ударная вязкость, единицы измерения. Вязкое разрушение, механизмы зарождения трещин.
60. Методы определения предела прочности искусственного камня при изгибе, сжатии и растяжении. Подготовка образцов. Приборы и установки.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** (5 семестр) – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов зачета с оценкой (5 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТКиВМ</p> <p>_____ /Бурлов И.Ю./ «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химической технологии композиционных и вяжущих материалов</p>
	<p>18.03.01 Химическая технология Профиль – «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»</p>
	<p>«Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов»</p>
<p>Билет № 7</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Дифференциально-термический анализ. Суть метода и его возможности. Способы повышения разрешающей способности метода. 2. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота: аппаратное оформление и принцип работы прибора. 3. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Потапова Е.Н., Барина О.Н. Микроскопические методы исследования вяжущих материалов: Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. 168 с.
2. Лемешев Д.О., Макаров Н.А. Методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 120 с.
3. Минеральные добавки в портландцементе. Методы определения. Лабораторный практикум: учеб. пособие/ И. Ю. Бурлов, Е. Н. Потапова, И. В. Корчунов, А. Л. Шеин. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2024. 88 с.
4. Матюхина О.Н., Косинов Е.А. Методы рентгенографического анализа: текст лекций. М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. 52 с.
5. Матюхина О. Н., Сивков С.П. Методы термического анализа: учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. - 39 с.
- 6.

Б. Дополнительная литература

1. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: Учебное пособие. М: Высшая школа, 1981. 335 с.
2. Альтах О.А., Гулюкин М.Н., Орлова В.Ю. Термический и термогравиметрический анализ стекла и стеклокристаллических материалов: Учебное пособие. – М: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1996 44 с.
3. Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия/ Пер. с японского. М: Техносфера, 2006 255 с.
4. Гоулдстейн Дж., Джой Д., Лифшиц Э., Ньюбери Д., Фиори Ч., Эглин П. Растровая электронная микроскопия/ пер. с англ. М: Мир, 1984 303 с.
5. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Российская академия наук. Институт физики и микроструктуры. Н.Новгород, 2004 110 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы» ISSN 0235-2206
- «Цемент и его применение» ISSN 1607-8837
- «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
- «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
- «ZKG International», ISSN 0722-4400
- «Cement and Concrete Research», ISSN 0008-8846
- «Cement and Concrete Composites», ISSN 0958-9465
- «Техника и технология силикатов» ISSN 2076-0655
- «Стекло и керамика» ISSN 0131-9582
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- Journal of non-crystalline solids. ISSN: 0022-3093
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Политематические базы данных CAPLUS, COMPENDEX (США); INSPEC (Великобритания); PASCAL (Франция).

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

- [http:// lib.muotr.ru/](http://lib.muotr.ru/)
- [http:// www2.viniti.ru/](http://www2.viniti.ru/)
- [http:// elibrary.ru/](http://elibrary.ru/)
- [http:// www.caplus.ru/](http://www.caplus.ru/)
- [http:// www.sciencedirect.com/](http://www.sciencedirect.com/)
- [http:// link.springer.com/](http://link.springer.com/)
- [http:// www.scopus.com/](http://www.scopus.com/)
- [https:// biblio-online.ru/](https://biblio-online.ru/)
- <http://www.garant.ru/>
- <http://e.lanbook.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии вяжущих материалов» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебные аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий, оснащены необходимым оборудованием (дифрактометр Дрон-3М, дериватограф Q-1500D, гранулометр Mastersizer, оптический микроскоп МБИ-15У4.2) и электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты слайдов и видеоролики к разделам курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам тугоплавких неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
4.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
5.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
6.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28- 35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
7.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62- 64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
8.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

9.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024	-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
----	---	-----------------------------	---	--

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; – возможности инструментальных физико-химических методов анализа при решении конкретной научной задачи и области их применения; – основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента; – планировать и проводить аналитические исследования; – анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, в том числе, по вопросам аналитических исследований ТНиСМ; – практическими навыками проведения аналитических 	<p>Оценка за лабораторные работы №1-4; Оценка за контрольную работу №1; Оценка за зачет</p>

	<p>определений, методами подготовки проб к анализу;</p> <ul style="list-style-type: none"> – способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения. 	
<p>Раздел 2. Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; – возможности инструментальных физико-химических методов анализа при решении конкретной научной задачи и области их применения; – основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента; – планировать и проводить аналитические исследования; – анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками проведения аналитических определений, методами подготовки проб к анализу; – способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения. 	<p>Оценка за лабораторные работы №5-6; Оценка за контрольную работу №2; Оценка за зачет</p>

<p>Раздел 3. Методы исследования механических и упругих свойств материалов</p>	<p><i>Знает:</i> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области анализа тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; – основные аналитические и инструментальные методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и их метрологические характеристики.</p> <p><i>Умеет:</i> – обоснованно выбирать методы исследования, соответствующие природе анализируемого материала и задачам эксперимента; – анализировать полученные результаты и определять погрешности измерений;</p> <p><i>Владеет:</i> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, в том числе, по вопросам аналитических исследований ТНиСМ; – практическими навыками проведения аналитических определений, методами подготовки проб к анализу; – способностью и готовностью к совершенствованию методик исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области неорганического материаловедения.</p>	<p>Оценка за лабораторные работы №7-8; Оценка за контрольную работу №2; Оценка за зачет</p>
---	---	---

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Инструментальные методы физико-химического анализа в химической технологии
вяжущих материалов»
основной образовательной программы
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Профиль подготовки – «Химическая технология тугоплавких неметаллических и
силикатных материалов»
 Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: *Комарницкая Елена Анатольевна* 28
 Проректор по образованию,
 Ректорат

Подписан: 28:08:2025 15:08:40