

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института ИМ

И.В. Ярмоленко
« 17 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ

Р.Н. Ястребинский
« 17 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**ТЕПЛОВЫЕ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ АГРЕГАТАХ**

Направление подготовки:
18.04.01 Химическая технология

Направленность программы:
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

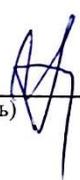
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 910.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.  (В.М. Коновалов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

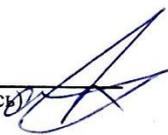
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент  (И.Н. Борисов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	ПК-3.1. Изучает зарубежный опыт развития цементной индустрии в направлении повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники и информационных технологий	Знания: современных методов оценки качества продукции Умения: управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса Навыки: повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники и информационных технологий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Цементы специального назначения
2.	Использование цементов в строительстве
3.	Современные методы исследования конденсированных систем
4.	Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах
5.	Гидратация вяжущих и свойства гидратных фаз
6.	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
7.	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
8.	Управление технологическим процессом производства цемента

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц 144 часов.
Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34

групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
курсовой проект	-	-
курсовая работа	-	-
расчётно-графическое задание	-	-
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объём Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Техническая термодинамика					
	Термодинамическая система, параметры, процесс. Энергия, работа и теплота, их эквивалентность. Функции состояния. Внутренняя энергия системы энтальпия. Математическое выражение начал термодинамики.	4		10	14
	Термодинамические процессы идеальных газов. Политропный процесс.				
	Истечение газов и жидкости. Уравнение Бернулли.				
2. Теплотехнические закономерности производства вязущих					
	Тепловые балансы. Сущность высокотемпературного синтеза. Оборудование заводов по производству вязущих материалов.	6		10	15
	Функции работоспособности. Эксергия. Эксергетический анализ химико-технологических систем. Эффективность сжигания топлива, влияние рекуперативных систем на эффективность теплопередачи в факельном пространстве.				
	Основные виды теплообмена в тепловых агрегатах. Закон Фурье и Ньютона-Рихмана. Конвективный теплообмен и теплообмен излучением.				
3. Аэродинамические процессы в тепловых агрегатах					
	Элементы газо- и гидродинамики. Уравнение Навье-Стокса. Движение жидкости и газов.	4		8	13

	Гидродинамическое подобие. Предельная скорость движения газа. Число Маха.				
	Аэродинамические сопротивления каналов, взвешенный слой, пневмотранспортирование.				
4. Физико-химические закономерности синтеза вяжущих материалов					
	Элементы химической термодинамики. Термохимия клинкера. Методы расчета Теплового эффекта клинкерообразования.	3		6	11
	Теплоемкость неорганических соединений. Энтальпия процесса. Уравнение Кирхгофа. Методы расчета энергии Гипса.				
	ИТОГО	17		34	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	Техническая термодинамика	Газовые смеси.	2	2
		Основные газовые процессы. Теплоемкость, теплота, работа процесса.	4	4
		Циклические процессы. Энтропия.	2	2
2.	Теплотехнические закономерности производства вяжущих	Эксергетический анализ тепловых агрегатов.	4	4
		Теплообменные процессы в тепловых агрегатах.	4	4
		Основные виды тепломассообмена, теплопроводность, конвективный теплообмен, излучение.	6	6
3.	Аэродинамические процессы в тепловых агрегатах	Истечение газов и жидкостей из сопел.	2	2
		Гидродинамическое подобие.	2	2
		Основы расчета газовых потоков.	2	2
4.	Физико-химические закономерности синтеза вяжущих материалов	Теплоемкость, ее зависимость от температуры.	2	2
		Тепловой эффект реакции, энтальпия и энтропия процесса.	2	2
		Термохимия клинкера, энтропийный и эксергетический анализ химико-технологических процессов.	2	2
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчётно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1. Изучает зарубежный опыт развития цементной индустрии в направлении повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники и информационных технологий	<i>Экзамен Решение практических задач Тестирование</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности		
1.	Техническая термодинамика	<ol style="list-style-type: none">1. Понятие о термодинамических процессах. Энергия, работа и теплота.2. Параметры состояния системы (объём, давление, температура и т.д.).3. Уравнение состояния газов (Менделеева-Клайперона).4. Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля.5. Газовая постоянная (физический смысл).6. Закон состояния идеальных и реальных газов.7. Теплоёмкость: истинная, средняя. Расчет истинной теплоёмкости.8. Теплоёмкость: массовая, объёмная, мольная

		<p>при постоянных объёме, давлении, линейная и нелинейная теплоемкость.</p> <p>9. Парциальные давление и объём смеси газов, закон Дальтона.</p> <p>10. Кажущаяся молекулярная масса.</p> <p>11. Первый закон термодинамики.</p> <p>12. Нулевой закон термодинамики.</p> <p>13. Аналитическое выражение I закона термодинамики.</p> <p>14. Энтальпия и внутренняя энергия системы.</p> <p>15. Политропный процесс, в P-V и T-S диаграммах.</p> <p>16. Прямой цикл Карно в координатах P-V и T-S.</p> <p>17. II закон термодинамики (определение, аналитическое выражение).</p> <p>18. Энтропия (общие понятия, физический смысл) и Вероятность.</p>
2.	Теплотехнические закономерности производства вяжущих	<p>1. Критерий оптимизации теплотехнологических процессов.</p> <p>2. Тепловые процессы в печных агрегатах.</p> <p>3. Виды теплообмена, теплообмен теплопроводностью, закон Фурье.</p> <p>4. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенки.</p> <p>5. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана, понятие о тепловом и гидродинамическом слое. Теплопередача от плоской и цилиндрической стенки.</p> <p>6. Теплообмен излучением. Закон Планка. Связь длины волны и температуры. Закон Вина и Стефана-Больцмана.</p> <p>7. Излучение абсолютно черного тела, закон Кирхгофа, Изменение интенсивности излучения в поглощающей среде, закон Бугера-Ламберта-Бера.</p> <p>8. Тепловой эффект образования клинкера (ТЭК), расчет различными методами.</p> <p>9. Эксергия (определение, физический смысл).</p> <p>10. Виды эксергии.</p> <p>11. Эксергетический баланс, эксергетический КПД.</p> <p>12. Влияние работы клинкерных холодильников на условия теплообмена в печи.</p> <p>13. Сущность коэффициента теплотеря. Значение экономии тепла в горячей части печи.</p>
3.	Аэродинамические процессы в тепловых агрегатах	<p>1. Термодинамика потоков, I закон термодинамики для потока.</p> <p>2. Истечение газов из сопла (сужающегося, расширяющегося).</p> <p>3. Определение критических значений истечения газов.</p> <p>4. Уравнение Бернулли. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Аэродинамическое сопротивление каналов, прямолинейных, местные сопротивления.</p> <p>5. Взвешенный слой и условия пневмотранспор-</p>

		тирования. Критерий Федорова. 6. Методика определения расходов газа.
4.	Физико-химические закономерности синтеза вяжущих материалов	1. Термодинамические законы для конденсированных систем. 2. Энтропийный анализ химико технологических процессов. 3. Энтальпия процесса, самопроизвольность протекания реакции, тепловой эффект реакции. 4. Теплоемкость нелинейная, функция температуры. 5. Термохимия образования клинкера (ТЭК). 6. Способы расчета ТЭК, закон Гесса. 7. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме решения практических задач и в форме тестирования.

Задача №1. Определить перепад давления газов (Па) в режиме их фильтрации через слой сыпучего материала толщиной 1 м, состоящего из частиц неправильной формы следующего полидисперсного зернового состава:

d, мм	5	10	15	20	25	30	35	40
X, %	10	10	10	20	20	10	10	10

Площадь поперечного сечения по ходу газов постоянная, плотность частиц материала 2800 кг/м^3 , удельный вес слоя материала 1600 кг/м^3 Средняя скорость газов 3 м/с , их плотность $0,6 \text{ кг/м}^3$, коэффициент кинематической вязкости $60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Задача №2. Определить перепад давления газов в режиме кипящего слоя материала с эквивалентным диаметром частиц 8 мм , плотностью 2800 кг/м^3 . При режиме фильтрации толщина слоя материала – $0,8 \text{ м}$, его плотность 1600 кг/м^3 и пористость слоя $0,5$. Найти оптимальные аэродинамические параметры кипящего слоя при плотности газов $0,6 \text{ кг/м}^3$ и кинематической вязкости $60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (переходной режим).

Задача №3. Определить перепад давления газов в режиме их филь через слой сыпучего материала толщиной $0,25 \text{ м}$, состоящего из частиц неправильной формы следующего полидисперсного зернового состава:

d, мм	5	15	25	40	50
X, %	15	25	20	10	30

Площадь сечения по ходу материала постоянная, плотность частиц материала 2800 кг/м^3 , удельный вес слоя материала 1600 кг/м^3 Средняя скорость га-

зов 3 м/с, их плотность 0,6 кг/м³, коэффициент кинематической вязкости 60·10⁻⁶ м²/с.

Задача №4. Коэффициент пневмометрической трубки $K_{тр.} = 0,67$; видимый динамический напор в форсунке $P_{дин.} = 100$ мм вод. ст.; статический напор в форсунке $P_{ст.} = 450$ мм вод. ст.; внутренний диаметр форсунки в точке замера а $D = 500$ мм; температура первичного воздуха $t_{пв.} = 60^{\circ}C$; барометрическое давление $B = 735$ мм рт. ст.; часовой расход форсуночного топлива 18000 кг/ч; удельный вес воздуха $\gamma_0 = 1,293$ кг/м³. Определить расход воздуха на транспортировку угольного порошка [нм³/ч].

Задача №5. Имеется газоход избыточного воздуха из клинкерного холодильника. Определить точки замеров по сечению газохода. $D = 1500$ мм, температура воздуха = 150°C; атмосферное давление 740 мм рт. ст.; в точках замеров получились результаты: $P_{дин.} = 25; 26; 20; 18; 18; 19; 15; 15; 13; 14; 12; 12; 11; 11; 10; 11; 12; 9; 9; 9; 8$. $P_{ст.} = 25$ мм в.ст.; $K_{тр.} = 0,58$. Определить расход избыточного воздуха.

Задача №6. Определить производительность вентилятора острого дутья клинкерного холодильника [нм³/ч]. Диаметр газохода $D = 400$ мм; $P_{ст.} = 400$ мм в.ст.; $P_{дин.} = 150$ мм в.ст.; $K_{тр.} = 0,55$. Температура воздуха $t = -8^{\circ}C$. Барометрическое давление $B = 750$ мм рт.ст.

Задача №7. Определить критические (теоретические) и практические значения скорости витания в режиме противотока и прямотока твердых частиц с наибольшим диаметром 5 мм, наименьшим 2 мм и плотностью (кажущейся) 2800 кг/м³. Газы характеризуются плотностью 0,6 кг/м³, Коэффициент кинематической вязкости = 60·10⁻⁶ м²/с.

Задача №8. Найти скорость витания клинкерных части в шахте колосникового клинкерного холодильника в режиме сепарации и прямотока. Удельный клинкера 30000 Н/м³ максимальный диаметр клинкерных частиц 3 мм. Температура вторичного воздуха – 400°C, Коэффициент кинематической вязкости воздуха при температуре 400 С – 6,48·10⁻⁵ м²/с. Рассчитать сечение шахты холодильника для обеспечения режима сепарации частиц диаметром 3 мм. Производительность печи по клинкеру принять = 72 т/ч, расход вторичного воздуха 1,9 нм³/кг кл.

Тестирование осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовое задание состоит из 10 вопросов. Пример типовых тестовых заданий представлен в таблице.

Перечень типовых тестовых заданий

Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	
1.	Что такое конвективный теплообмен, закон Ньютона-Рихмана: а) вид теплообмена, когда носителями теплоты являются микрочастицы вещества (молекулы, атомы) б) теплообмен обусловлен совместным действием-теплопроводностью и за счет движения самой среды. в) теплообмен обусловлен переносом энергии электромагнитных волн
2.	Сформулировать закон Стефана-Больцмана: а) устанавливает связь энергии собственного излучения абсолютно черного тела с дли-

	<p>ной волны и температурой</p> <p>б) Отношение собственного излучения любого тела к его поглотительной способности равно собственному излучению абсолютно черного тела</p> <p>в) плотность потока излучения абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени его температуры</p>
3.	<p>Термодинамика это наука о:</p> <p>а) преобразовании энергии</p> <p>б) движении материи</p> <p>в) механическом движении</p>
4.	<p>Состояние термодинамической системы характеризуется:</p> <p>а) изменением состояния рабочего тела</p> <p>б) изменением условий окружающей среды</p> <p>в) параметрами (температурой, давлением, плотностью, удельной внутренней энергией и др.)</p>
5.	<p>Как называется процесс, когда перенос теплоты от одной среды к другой осуществляется через разделяющую их теплопроводную стенку:</p> <p>а) теплопередача</p> <p>б) конвекция</p> <p>в) излучение</p>
6.	<p>Аппараты для проведения процесса теплопередачи:</p> <p>а) циклоны</p> <p>б) теплообменники</p> <p>в) отстойники</p>
7.	<p>Параллельное в одном направлении движение теплоносителей называется:</p> <p>а) противотоком</p> <p>б) прямотоком</p> <p>в) перекрестным током</p>
8.	<p>Основное условие теплообмена:</p> <p>а) наличие разности температур</p> <p>б) наличие разности плотности тела</p> <p>в) наличие разности давления тела</p>
9.	<p>Какой закон лежит в основе уравнения Бернулли:</p> <p>а) закон всемирного тяготения</p> <p>б) закон сохранения энергии</p> <p>в) закон постоянства расхода воздуха</p>
10.	<p>Понятию аэродинамика соответствует это понятие:</p> <p>а) наука о движении летательных аппаратов</p> <p>б) наука о движении воздуха и механическом взаимодействии между воздушным потоком и обтекаемыми телами</p> <p>в) наука об обтекаемости тел</p>
11.	<p>Какой учёный установил пропорциональность аэродинамического сопротивления квадрату скорости движения тела:</p> <p>а) Галилей</p> <p>б) Мариотт</p> <p>в) Ньютон</p>
12.	<p>Уравнение состояния идеального газа связывает между собой:</p> <p>а) плотность, давление и температуру</p> <p>б) плотность и температуру</p> <p>в) давление и плотность</p>
13.	<p>Сформулировать закон сохранения энергии потока. Уравнение Бернулли.</p> <p>а) энергия потока расходуется на изменение внутренней энергии, работы проталкивания и изменение внешней кинетической энергии жидкости</p> $dq = du + dl' + d(\omega^2/2)$ <p>б) в любом сечении канала при установившемся движении жидкости сумма геометриче-</p>

	<p>ского, статического, динамического и потеряннго напора есть значение постоянное</p> $\rho gZ + P + \rho \frac{w^2}{2} + h_{\text{пот.}} = H$ <p>в) ст он: е устан ившееся течение газа подчиняется уравнению</p> $m = \frac{f_1 \omega_1}{v_1} = \frac{f_2 \omega_2}{v_2} = \dots = \frac{f \omega}{v} = \text{const.}$ <p>где m - массовый расход, f и ω площадь канала и скорость движения, v – удельные объемы</p>
14.	<p>Сопротивление прямолинейных каналов. Уравнение Дарси-Вейсбаха:</p> <p>а) для прямолинейного канала с постоянной площадью сечения потеря давления пропорциональна динамической энергии потока, длине участка и обратно пропорциональна приведенному диаметру</p> $\Delta P_\lambda = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{\omega^2 \rho}{2}$ <p>б) для прямолинейных каналов потеря напора определяется режимом течения жидкости (газа): $\omega = \text{Re} \cdot \frac{d}{\nu}$</p> <p>в) для прямолинейных каналов с постоянной площадью сечения потеря напора коэффициент трения λ зависит от режима течения и обратно пропорционален Re</p> $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачёта используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

При промежуточной аттестации в форме экзамена, зачёта, дифференцированного зачёта при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий Знание современных методов оценки качества продукции Полнота ответов на вопросы Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса
Навыки	Навык повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники и информационных технологий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Промежуточная аттестация в форме экзамена.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание современных методов оценки качества продукции	Не знает современные методы оценки качества продукции	Знает современные методы оценки качества продукции, но допускает неточности формулировок	Знает современные методы оценки качества продукции	Знает современные методы оценки качества продукции, может корректно сформулировать их самостоятельно
Полнота ответов на вопросы	На вопросы отвечает не полностью	Ответ на вопросы полный, но делает ошибки	Ответ на вопросы полный,	Ответ на вопросы полный, с точными объяснениями на дополнительные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Ответы неполные и неточные	Ответы полные с некоторыми неточностями	Ответы на все вопросы полные и четкие	Ответы на все вопросы полные, четкие и отличаются самостоятельностью мышления

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Умение управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса	Не умеет управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса	Умеет управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса, но допускает ошибки	Умеет управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса	Умеет самостоятельно управлять технологическим процессом с целью улучшения качественных характеристик производственного процесса

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Навыки повышения эффективности технологических процессов и внедрения	Не владеет навыками повышения эффективности технологических процессов	Владеет навыками повышения эффективности технологических процессов и внедрения	Владеет навыками повышения эффективности технологических процессов и внедрения	Владеет на высоком уровне навыками повышения эффективности

ния новой техники и информационных технологий	цессов и внедрения новой техники и информационных технологий	рения новой техники и информационных технологий, но допускает ошибки	внедрения новой техники и информационных технологий	технологических процессов и внедрения новой техники и информационных технологий
---	--	--	---	---

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Зал курсового и дипломного проектирования и учебная аудитория	Мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
2.	Препараторская	Лабораторная посуда и измерительные приборы
3.	Лаборатория обжига и физико-механических испытаний: для проведения лабораторных, дипломных и научно-исследовательских работ	Лабораторный комплекс оборудования по учебным дисциплинам. Помольное оборудование (аппарат размольный, вибромельница ЛЕЛ, виброплощадка, дробилка трёхвалковая, измельчитель вибрационный, мельница МБЛ, мельницы шаровые МШЛК-2-12), оборудование для испытаний цемента по ГОСТу (машина испытательная МИН-100, машина разрывная Р-0.5, мешалка лабораторная бегунковая, набор сит КСИ, поверхностемеры ПМЦ-500, пресса гидравлические ПСУ-10 и ПСУ-50, пресс П-125, смеситель Testing 1.0205, встряхивающий стол со счетчиком, прибор Вика), оборудование для проведения обжига (печи муфельные, высокотемпературные печи, электропечь ТК.16.1750.ДМ.К), автоклав высокого давления, стол шлифовальный
4.	Лаборатория химических анализов: для проведения лабораторных, дипломных и научно-исследовательских работ	Лабораторный комплекс оборудования по учебным дисциплинам. Весовое оборудование, сушильные шкафы, муфельные печи, микроскопы, насос Камовского, сосуд Дьюара, кальциметр, установка по определению свободного оксида кальция, текучестемер МХТИ ТН-2
5.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
6.	Библиотека кафедры	Специализированная мебель; журналы, книги, методички

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Коновалов В.М., Мишин Д.А., Термодинамика в технологии цемента/уч. пособие, - Белгород 2020 г.

2. Баскаков А.П., Теплотехника - учеб. для студентов вузов / А.П. Баскаков [и др.] ; ред. А.П. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский Дом "БАСТЕТ", 2010. - ISBN 978-5-903178-19-3

3. Мазуров Д.Я., Теплотехническое оборудование заводов вяжущих веществ. - М.: Стройиздат, 1982 г.

4. Нащекин В.В., Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. пособие для неэнергет. специальностей вузов / В.В. Нащекин, А.В. Вавилов. - 4-е изд., стер. - М.: Аз-book, 2009. - ISBN 978-5-904034-01-6

5. Коновалов В.М., Поляков Г.П., Перескок С.А., Термодинамика высокотемпературного обжига силикатных систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ, Белгород 2009 г.

6. Классен В.К., Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород.- 2012.

7. Вердиян М.Э., Бобров Д.А. и др., Эксергетический анализ процессов химической технологии. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. - 2004 г.

8. Крутов В.И. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. - 1991.

9. Костерев Ф.М., Кушнырев В.И. Теоретические основы теплотехники. -

10. Дуда В. Цемент. - М.: Стройиздат. - 1981 г.

11. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. - Красноярский отдел: Стройиздат. - 1994.

12. Теплотехника и тепловые установки предприятий строительных материалов. Лабораторный практикум / Н.П. Кудеярова, Л.Б. Афанасьева, Г.П. Поляков, С.А. Перескок. А.В. Черкасов. - 2007 г.

13. Подпоринов Б.Ф., Должикова Т.А., Попов Е.В. Техническая термодинамика. Методические указания для заочной формы обучения. БГТУ им. В.Г. Шухова 2003 г.

14. Карякин Н.В., Основы химической термодинамики : учеб. пособие / Н. В. Карякин. - М.: Академия, 2003. - (Высшее профессиональное образование).

15. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. - М.: Высшая школа. - 1986.

16. Кузнецова Т.В., Кудрявцев И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. - М.: Высшая школа. - 1989 г.

17. Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ / справочник. - Ленинградское отд.: Химия. - 1977 г.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

www.snip.ru <http://www.tmvt.ru/help/help-tsement.html>

<http://docs.cntd.ru/>

2. Электронный читальный зал <https://elib.bstu.ru/>

Содержит полные тексты учебных и учебно-методических пособий, монографий, авторами которых являются преподаватели университета; учебных и учебно-методических изданий, приобретенных во внешних издательствах и книготорговых организациях; редких и ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет.