

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 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ

Р.Н. Ястребинский
« 17 » мая 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физико-химические процессы измельчения материалов

направление подготовки:

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль):

Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная


Институт Химико-технологический институт

Кафедра Технология 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 7 августа 2020 г., № 910
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.  (Д.В. Смаль)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

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)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-1. Организовывает и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования	ПК-1.3. Организовывает и проводит исследовательские и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов и оборудования	<p>Знание: методик проведения исследовательских и экспериментальных работ, с целью освоения нового оборудования и технологических процессов производства</p> <p>Умение: проводить исследования применительно к технологическому процессу производства и оборудованию</p> <p>Навыки: организации и осуществления экспериментальных и исследовательских работ для обучения работы на оборудовании и овладению технологией производства</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Организовывает и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Мировой опыт развития технологических процессов производства вяжущих материалов
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
4	Физико-химические процессы измельчения материалов
5	Проектное обучение
6	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
7	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
8	Управление технологическим процессом производства цемента
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Производственная преддипломная практика

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.
Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

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	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

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
1. Теоретические сведения о процессе измельчения, характеристика измельчаемых материалов.					
	Теоретические основы измельчения материалов. Способы измельчения твердых тел. Характеристика измельчаемых материалов. Кинетика измельчения. Размываемость материала. Взаимодействие частиц в процессе измельчения. Оценка показателей измельчаемости. Теоретическая прочность материала. Реальная прочность. Виды дефектов кристаллической структуры. Вакансии. Дислокации. Свойства материалов, влияющие на процесс измельчения. Основные закономерности процесса тонкого измельчения.	6	10		16
2. Характеристика, принцип действия, особенности конструкции различных мельничных агрегатов.					
	Режимы работы мелющей загрузки шаровой мельницы. Частота и относительная скорость вращения мельницы. Мощность шаровой мельницы. Производительность мельницы. Удельные энергозатраты. Конструктивно-технологические элементы мельниц. Бронефутеровка мельниц (литые бронеплиты). Бронефутеровка из прокатных элементов. Мелющая загрузка и её характеристики. Определение объема шароматериальной загрузки барабанной мельницы. Состав шаровой загрузки. Методы расчета загрузки. Основные факторы, оказывающие влияние на износ мелющих шаров и внутримельничных элементов конструкции. Методика построения диаграммы помола. Измельчение твердого топлива. Схема измельчения угольного топлива. Конструктивные особенности стержневых, валковых и вибрационных мельниц.	5	10		16
3. Измельчение материалов в замкнутом цикле					
	Измельчение в замкнутом цикле. Сепараторы, их виды и конструкция.	3	6		12

	Аэродинамический (аспирационный) режим работы мельницы. Температурно-влажностный режим работы мельницы (ТВР).				
4. Современные способы измельчения и помольные установки, способы оптимизации их работы.					
	Конструктивные отличия шаровых и трубных мельниц. Характеристика вертикально-валковой мельницы, принцип действия и конструктивные особенности. Характеристика роллер-пресса. Способы интенсификации работы помольных установок. Особенности влияния поверхностно-активных веществ на измельчение материалов. Сравнительная характеристика вертикально-валковой и трубной шаровой мельниц.	3	8		9
	ВСЕГО	17	34		53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Теоретические сведения о процессе измельчения, характеристика измельчаемых материалов.	Рассмотрение режимов работы мелющих тел.	4	6
2	Характеристика, принцип действия, особенности конструкции различных мельничных агрегатов.	Определение степени заполнения и массы мелющих тел для различных типоразмеров шаровых трубных мельниц.	6	6
3	Измельчение материалов в замкнутом цикле	Измельчение в замкнутом цикле. Сепараторы, их виды сепараторов и конструкция. Аэродинамический (аспирационный) режим работы мельницы. Температурно-влажностный режим работы мельницы (ТВР).	12	14

4	Современные способы измельчения и помольные установки, способы оптимизации их работы.	Проведение расчета и анализа производительности шаровых трубных мельниц различных размеров в зависимости. Определение зависимости энергозатрат от дисперсных характеристик материалов до и после измельчения.	12	10
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3. Организует и проводит исследовательские и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов и оборудования	<i>Решение практических задач Тестирование Экзамен</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теоретические	ПК-1	1. Теоретические основы измельчения материалов.

	сведения о процессе измельчения, характеристика измельчаемых материалов.		<p>2. Способы измельчения твердых тел.</p> <p>3. Характеристика измельчаемых материалов.</p> <p>4. Кинетика измельчения.</p> <p>5. Размалываемость материала. Взаимодействие частиц в процессе измельчения.</p> <p>6. Оценка показателей измельчаемости.</p> <p>7. Теоретическая прочность материала. Реальная прочность. Виды дефектов кристаллической структуры. Вакансии. Дислокации.</p> <p>8. Свойства материалов, влияющие на процесс измельчения.</p> <p>9. Основные закономерности процесса тонкого измельчения.</p>
2	Характеристика, принцип действия, особенности конструкции различных мельничных агрегатов.	ПК-1	<p>10. Режимы работы мелющей загрузки шаровой мельницы. Частота и относительная скорость вращения мельницы.</p> <p>11. Мощность шаровой мельницы. Производительность мельницы. Удельные энергозатраты.</p> <p>12. Конструктивно-технологические элементы мельниц.</p> <p>13. Бронефутеровка мельниц (литые бронеплиты). Бронефутеровка из прокатных элементов.</p> <p>14. Мелющая загрузка и её характеристики.</p> <p>15. Определение объема шароматериальной загрузки барабанной мельницы.</p> <p>16. Состав шаровой загрузки. Методы расчета загрузки.</p> <p>17. Основные факторы, оказывающие влияние на износ мелющих шаров и внутримельничных элементов конструкции.</p> <p>18. Методика построения диаграммы помола.</p> <p>19. Измельчение твердого топлива. Схема измельчения угольного топлива.</p> <p>20. Конструктивные особенности стержневых, валковых и вибрационных мельниц.</p>
3	Измельчение материалов в замкнутом цикле	ПК-1	<p>21. Измельчение в замкнутом цикле.</p> <p>22. Сепараторы, их виды сепараторов и конструкция.</p> <p>23. Аэродинамический (аспирационный) режим работы мельницы.</p> <p>24. Температурно-влажностный режим работы мельницы (ТВР).</p>
4	Современные способы измельчения и помольные установки, способы оптимизации их работы.	ПК-1	<p>25. Конструктивные отличия шаровых и трубных мельниц.</p> <p>26. Характеристика вертикально-валковой мельницы, принцип действия и конструктивные особенности.</p> <p>27. Характеристика роллер-пресса.</p> <p>28. Способы интенсификации работы помольных установок.</p> <p>29. Особенности влияния поверхностно-активных веществ на измельчение материалов.</p> <p>30. Сравнительная характеристика вертикально-валковой и трубной шаровой мельниц.</p>

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

Перечень типовых вариантов заданий для практического занятия

Вариант	Типоразмер, м	Диаметр шаров, мм		
		1 камера	2 камера	3 камера
1	2,6*13	90	50	17
2	3,2*15	100	70	30
3	3,0*14	80	40	17
4	2,6*13	90	50	17
5	3,2*15	90	50	17
6	3,0*14	100	70	30
7	2,6*13	80	40	17
8	3,2*15	90	50	17
9	3,0*14	100	70	30
10	3,2*15	80	60	20
11	3,0*14	100	70	30
12	3,2*15	90	70	30
13	3,0*14	100	40	17
14	2,6*13	90	60	20
15	3,2*15	90	40	17

Пример расчета (вариант 2):

1. Определим величину коэффициента заполнения объёма мельницы в неподвижном состоянии:

где A_{MT} – площадь мелющих тел, m^2 ; $A_{MT} = 2,12 m^2$;

A_{CB} – площадь мельницы в свету, m^2 :

$$F_{CB} = \pi \cdot R_{CB}^2,$$

R_{CB} – радиус мельницы в свету, м:

$$R_{CB} = 0,94 \cdot R,$$

где R – радиус барабана мельницы, м.

$$R_{CB} = 0,94 \cdot 1,6 = 1,5 \text{ м}; \quad A_{CB} = 3,14 \cdot 1,5^2 = 7,07 m^2;$$

$$\varphi = \frac{A_{MT}}{A_{CB}}; \quad \varphi = \frac{2,12}{7,07} = 0,3.$$

2. Полная масса загрузки мелющих тел определяется по формуле:

$$m = \varphi \cdot \mu \cdot \gamma \cdot \pi \cdot R_{CB}^2 \cdot L,$$

где μ – коэффициент, учитывающий разрыхление загрузки шаров;

$\mu = 0,575$;

γ – плотность мелющих тел, kg/m^3 ; $\gamma = 7,8 t/m^3$;

L – длина барабана за вычетом толщины межкамерных перегородок, м,

$L = 14,9 \text{ м}$.

$$m = 0,3 \cdot 0,575 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 14,9 = 141,3 \text{ т}.$$

3. Масса материала равна 14% от массы шаров:

$$m_M = 0,14 \cdot m_{ш} = 0,14 \cdot 141,3 = 19,78 \text{ т.}$$

4. Масса загрузки равна сумме масс шаров и материала

$$m_{загр} = m_{ш} + m_M = 141,3 + 19,78 = 180,86 \text{ т.}$$

Определим радиус инерции по формуле:

$$R_0 = 0,863 \cdot R,$$

$$R_0 = 0,863 \cdot 1,5 = 1,29 \text{ м.}$$

Величину угла отрыва шара найдём по формуле:

$$\cos \alpha_0 = \frac{n^2 \cdot R}{900},$$

где n заданная частота вращения мельницы равная 18,08 об/мин:

$$\cos \alpha_0 = \frac{18,08^2 \cdot 1,29}{900} = 0,468 \quad ;$$

откуда

$$\alpha_0 = 55^\circ.$$

5. Расчёт производительности мельницы.

Производительность трубной шаровой мельницы определяется по формуле:

$$Q = 6,45 \cdot V \cdot \sqrt{D_{св}} \cdot \left(\frac{m}{V}\right)^{0,8} \cdot q \cdot K,$$

где $D_{св}$ – диаметр мельницы в свету, м:

$$D_{св} = 2 \times R_{св}, D_{св} = 2 \times 1,5 = 3 \text{ м.}$$

q – удельная производительность, т/кВт·ч, $q = 0,036$; K – поправочный коэффициент, учитывающий тонкость помола, $q = 0,95$, m – масса мелющих тел, т;

V – полезный объём мельницы, м³.

$$V = \frac{\pi \cdot D_{св}^2 \cdot L}{4}$$

где L – длина барабана за вычетом толщины межкамерных перегородок, м, $L = 14,9$ м:

$$V = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 14,9}{4} = 106 \text{ м}^3, \quad Q = 6,45 \cdot 106 \cdot \sqrt{3} \cdot \left(\frac{141,3}{106}\right)^{0,8} \cdot 0,95 \cdot 0,036 = 50 \text{ т/ч}$$

6. Расчет мощности электродвигателя.

Сила тяжести загрузки определяем по формуле:

$$G = mg,$$

где m – масса мелющих тел.

$$G = 141300 \times 9,8 = 1384740 \text{ Н}$$

$$n = \frac{18,08}{60} = 0,301 \text{ об/сек}$$

Мощность электродвигателя при помоле металлическими мелющими телами рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{2.83 \times G \times R \times n}{\eta}, \text{ вт}$$

где G – сила тяжести тел; R – внутренний радиус барабана, м; n – число оборотов барабана, об/сек;

η – к.п.д. привода; $\eta = 0,9 - 0,94$.

$$N = \frac{2,83 \times 1384740 \times 1,5 \times 0,301}{0,92} = 1925330 \text{ вт} = 1925 \text{ кВт}.$$

Перечень типовых контрольных вопросов для защиты практических работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых контрольных заданий)
1	Теоретические сведения о процессе измельчения, характеристика измельчаемых материалов.	ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные закономерности процесса измельчения 2. Привести основные характеристики измельчаемых материалов. 3. Указать основные закономерности измельчения материалов. 4. Провести сравнение показателей измельчаемости различных материалов. 5. Дать характеристику прочности материала, видам дефектов кристаллической структуры и её характеристикам. 6. Свойства материалов, влияющие на процесс измельчения.
2	Характеристика, принцип действия, особенности конструкции различных мельничных агрегатов.	ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> 7. Провести расчеты по определению частоты и относительной скорости вращения мельницы, в зависимости от типоразмера мельничного агрегата. 8. Определить мощность, производительность и удельные энергозатраты мельницы. 9. Охарактеризовать конструктивно-технологические элементы мельниц. 10. Мелющая загрузка и её способы расчета. 11. Определение объема шароматериальной загрузки барабанной мельницы. 12. Состав шаровой загрузки. Методы расчета загрузки. 13. Основные факторы, оказывающие влияние на износ мелющих шаров и внутримельничных элементов конструкции. 14. Методика построения диаграммы помола. 15. Измельчение твердого топлива. Схема измельчения угольного топлива. 16. Конструктивные особенности стержневых, валковых и вибрационных мельниц.
3	Измельчение материалов в замкнутом цикле	ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> 17. Измельчение в замкнутом цикле. 18. Привести характеристики видов и принципы действия, конструкции сепараторов и

	ле		19. Характеристика аэродинамического (аспирационный) режима работы мельницы. 20. Влияние температурно-влажностного режима работы мельницы (ТВР) на процесс измельчения материалов.
4	Современные способы измельчения и помольные установки, способы оптимизации их работы.	ПК-1	21. Провести сравнение характеристик трубных шаровых мельниц с другими мельничными агрегатами. 22. Привести способы интенсификации процесса измельчения материалов в различного рода мельницах.

Тестирование осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 20 минут. Тестовое задание состоит из 20 вопросов.

Компетенция ПК-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования.

1. К свойствам измельчаемого материала относится:
 - 1) Истирание.
 - 2) Изгибаемость.
 - 3) Абразивность.
 - 4) Влажность.
2. К легкоразмалываемым фазам относится:
 - 1) алит.
 - 2) белит.
 - 3) четырехкальциевый алюмоферрит.
 - 4) стеклофаза.
3. Что из перечисленного не относится к разновидностям футеровочных плит?
 - 1) прямые плиты.
 - 2) волнистые плиты.
 - 3) ступенчатые плиты.
 - 4) дуговые плиты.
4. Какие деформации твердого тела называются пластическими?
 - 1) остаточные деформации без макроскопических нарушений сплошности тела.
 - 2) деформации изменения формы и размеров твердого тела, вызванные внутренними напряжениями.
 - 3) остаточные деформации с видимыми нарушениями сплошности тела.
 - 4) деформации, значительные по величине, но исчезающие после снятия нагрузки.
5. Какая межкамерная перегородка более эффективна в мельнице?
 - 1) одинарная.
 - 2) двойная.
 - 3) тройная.

- 4) смешанная.
6. Отношение L/D в шаровой трубной мельнице составляет:
- 1) 4-5.
 - 2) 3-4.
 - 3) 5-6.
 - 4) 2-6.
7. К мельнице самоизмельчения относится:
- 1) шаровая мельница.
 - 2) вертикальная тарельчато-валковая мельница.
 - 3) аэрофол.
 - 4) пресс-валковый измельчитель.
8. ... режим - шары непрерывно циркулируют, поднимаясь по концентрическим круговым траекториям и скатываясь параллельными слоями каскадом вниз.
- 1) каскадный.
 - 2) водопадный.
 - 3) смешанный.
 - 4) критический.
9. Барабанные мельницы классифицируют по:
- 1) по характеру работы.
 - 2) по способу помола.
 - 3) по форме мелющих тел.
 - 4) все вышеперечисленное.
10. Какая теория измельчения была разработана Кирпичевым-Киком?
- 1) поверхностная.
 - 2) смешанная.
 - 3) объемная.
 - 4) поверхностно-объемная.
11. Для каких пород применяют щековые дробилки?
- 1) твердых и средних.
 - 2) твердых и мягких.
 - 3) средних и мягких.
 - 4) влажных.
12. К какому помолу относится материал с размерами зерен 5-0,1 мм?
- 1) тонкий.
 - 2) сверхтонкий.
 - 3) грубый.
 - 4) мелкий.
13. Что не относится к достоинствам конусной дробилки?
- 1) меньший расход энергии на 1 т дробимого материала.
 - 2) приспособленность к измельчению вязких материалов.
 - 3) большая производительность.
 - 4) возможность включать дробилку при заполненной камере дробления.
14. Какая степень измельчения у конусных дробилок крупного дробления?
- 1) 8-10.
 - 2) 7-8.
 - 3) 5-10.

4) 5-7.

15. Что не относится к классификации валковых дробилок по назначению и форме рабочей поверхности?

1) для среднего и мелкого дробления материалов с гладкой поверхностью валков, с продольными полукруглыми выемками на одном из валков.

2) для крупного дробления глинистых материалов с зубчатыми валками.

3) для среднего и мелкого дробления глинистых материалов и удаления камней с одним гладким и другим рифленым валками, и с валками, имеющими винтовую поверхность.

4) для крупного, среднего и мелкого дробления материалов с гладкими валками для удаления глины.

16. Что не относится к преимуществам дробилок ударного действия?

1) высокой степенью дробления (до 50), что позволяет сократить число стадий дробления.

2) высокой удельной производительностью (на единицу массы машины).

3) сложной конструкцией и неудобством обслуживания.

4) избирательностью дробления и более высоким качеством готового продукта по форме зерен.

17. Что входит в конструкцию роторной дробилки?

1) отражательная плита.

2) отбойная плита.

3) отбойный брус.

4) разрушающая плита.

18. В конструкцию молотковой дробилки не входит:

1) молотки.

2) валки.

3) колосниковые решетки.

4) отбойная плита.

19. Что не относится к классификации барабанных мельниц по форме мелющих тел?

1) шаровые

2) стержневые

3) самоизмельчения

4) цилиндровые.

20. С какой влажностью может измельчаться материал в мельнице Аэрофол?

1) 2-3%.

2) 3,5-4%.

3) 3-4,5%.

4) 1-2%.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена 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-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования (ПК-1.3)	
Знание	Знание терминов, определений, понятий в области процессов измельчения
	Знание основных закономерностей измельчения, принципов действия помольного оборудования
	Знание основного объема информации в дисциплине
	Точность ответов на вопросы
	Полнота изложения и интерпретации знаний
Умение	Анализировать характеристики оборудования и технологического процесса измельчения в целом
	Самостоятельно определять последовательность действий при отклонении показателей работы оборудования от нормальных значений
Навыки	Располагать возможностью проведения и аргументации комплекса мероприятий по оптимизации технологического процесса измельчения материалов

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

Компетенция ПК-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
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 основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство во-	Дает неполные ответы на все во-	Дает ответы на вопросы, но не	Дает полные, развернутые ответы на

	просов	просы	все - полные	поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий	Не знает алгоритма действий при выполнении работ	Знает алгоритм действий, но допускает значительные неточности	Знает алгоритм действий, допускает незначительные неточности	Знает алгоритм действий
Качество исполнения	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Постановка цели (профессиональной задачи)	Не может произвести постановку цели и задач для решения проблемы, производит постановку ошибочных целей	Поставленная цель, не полностью отражает проблематику решения проблемы. Цели и задачи не соотносятся между собой	Поставленные цели и задачи соотносятся между собой отражают проблематику решения проблемы, но требуют дополнения.	Поставленные цели и задачи полностью соотносятся между собой и полностью отражают проблематику решения проблемы
Грамотный подбор	Не может вы-	Выбирает мало-	Выбирает под-	Выбирает наиболее

методик	брать необходимую методику для решения задачи	эффективные для решения задачи методики	ходящую методику решения задачи	оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов и предложенных решений	Не может сформулировать выводы и предложить решение задачи. Предлагает ошибочные формулировки	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие цели и задачи	Формулирует выводы и предложения, требующие незначительной корректировки	Формулирует аргументированные выводы и предложения по решению задачи

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, дипломного проектирования и учебная лаборатория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Лаборатория обжига и физико-механических испытаний для проведения лабораторных занятий	Электродуховка Thermoceramics; электродуховка камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование, прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ;
3	Лаборатория химических анализов для проведения лабораторных занятий	Установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8, аналитические весы, технические весы.
4	Зал курсового и дипломного проектирования для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, компьютеры
5	Читальный зал библиотеки для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Kaspersky Endpoint Security	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
	«Стандартный Russian Edition»	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.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 307 с.
2. Шарапов Р.Р. Шаровые мельницы замкнутого цикла: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 269 с.
3. Фадин Ю.М. Экспериментальные исследования трубных шаровых мельниц с рециклом загрузки: монография / Ю. М. Фадин, С. С. Латышев, П. Н. Велентеенко. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. - 155 с.
4. Пироцкий В.З. Оптимизация процесса измельчения высокодисперсных компонентных цементов / В.З. Пироцкий, Г.М. Нилова // Тр. VIII ВНТС по химии и технологии цемента. – М.: Стройиздат, 1991. – Ч.1. – Кн. 1. – 283 с.
5. Крыхтин Г.С. Интенсификация работы мельниц/ Г.С. Крыхтин, Л.Н. Кузнецов. – Новосибирск: Наука, 1993. – 241 с.
6. Пироцкий В.З. Современные системы измельчения для портландцементного клинкера и добавок: схемы, эффективность, оптимизация. –СПб.: Изд-во ЦПО «Информатизация образования», 2000. –71с.
7. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. –М.: Химия, 1977. – 368 с.
8. Дешко Ю.И. Измельчение материалов в цементной промышленности/ Ю.И. Дешко, М.Б. Креймер, Г.С. Крыхтин. – М.: Изд-во лит. по строительству, 1966. – 273с.

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

1. www.snip.ru
2. <https://elib.bstu.ru/>
3. <https://elibrary.ru>
4. <http://ntb.bstu.ru/>