

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

направление подготовки:  
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы:  
Химическая технологии вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт:** Химико-технологический

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании выпускающей кафедры  
Технологии цемента и композиционных материалов

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор И. Н. Борисов  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель  ( 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-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции	ПК-2.12. Обладает знаниями по устройству и работе технологического оборудования в производстве портландцемента и процессов, проходящих в технологических агрегатах. Способен решать задачи по повышению эффективности использования конкретных видов оборудования	<p><b>Знание:</b> устройства и принципа действия основного технологического оборудования для измельчения материалов.</p> <p><b>Умение:</b> управлять технологическими процессами, проходящими в помольных агрегатах, определять проблемы в работе технологического оборудования, предлагать способы повышения эффективности его функционирования.</p> <p><b>Навыки:</b> методами, приемами повышения эффективности использования помольного оборудования для проведения процессов измельчения и получения портландцемента.</p>
	ПК-2.4. Управляет процессом измельчения портландцемента	<p><b>Знание:</b> процессов измельчения твердых материалов в различные рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента.</p> <p><b>Умение:</b> управлять процессом измельчения, способствующие его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества.</p> <p><b>Навыки:</b> совершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-2.** Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в профессию
2	Учебная ознакомительная практика
3	Механическое оборудование в производстве вяжущих материалов (общий курс)
4	Производственная эксплуатационная практика
5	Технологические процессы измельчения
6	Проектное обучение
7	Тепловые процессы и установки в технологии вяжущих материалов

8	Химическая технология композиционных материалов на основе вяжущих
9	Оптимизация технологического процесса производства цемента
10	Научно-исследовательская работа
11	Производственная педагогика
12	Применение ЭВМ в технологии силикатных материалов
13	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий
14	Основы гидратации вяжущих материалов
15	Моделирование химико-технологических процессов
16	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачёт.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	12	12
лекции	6	6
лабораторные		
практические	6	6
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	132	132
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	114	114
Экзамен	-	-

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ 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. Общие сведения о процессах измельчения					
	Общие положения. Теоретические основы измельчения. Способы измельчения.	2			20
2. Машины для дробления материала					
	Назначение, принцип действия. Конструкция.	1	1		20
3. Помольные агрегаты для измельчения материала					
	Классификация и общая характеристика мельниц. Область применения. Особенности конструкции работы мельниц.	1	2		20
4. Мельницы ударного принципа действия					
	Основные сведения, классификация и параметры работы мельниц. Конструктивные особенности и схемы установок. Методы расчета мельниц.	1	2		20
5. Современные агрегаты для помола материалов					
	Основные характеристики, назначение и принцип действия. Технологические особенности конструкции и эксплуатации.	1	1		34
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>114</b>

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<u>семестр № 7</u>				
1	Общие сведения о процессах измельчения	Ознакомление с закономерностями измельчения материалов, с видами и конструктивными особенностями мельниц. Проведение основных расчетов характеризующих процесс измельчения		8

2	Машины для дробления материала	Определение технологических параметров работы агрегата.	1	8
3	Помольные агрегаты для измельчения материала	Определение технологических показателей работы, степени заполнения и массы мелющих тел для различных типоразмеров шаровых трубных мельниц.	2	8
4	Мельницы ударного принципа действия	Проведение расчета и анализа производительности мельниц различных размеров.	2	2
5	Современные агрегаты для помола материалов	Определение зависимости энергозатрат от дисперсных характеристик материалов до и после измельчения.	1	8
ИТОГО:			6	34

### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

Не предусмотрено учебным планом.

### **4.4. Содержание курсового проекта/работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем посредством очных консультаций или электронной информационно-образовательной среды.

Целью расчетно-графического задания (РГЗ) является закрепление знаний и умений, полученных на практическом занятии, отработке навыков, усвоении нового материала.

РГЗ выдаются и защищаются по мере изучения соответствующих разделов и тем дисциплины.

РГЗ должно содержать краткое теоретическое обоснование, исходные данные, ход выполнения расчетов, краткие выводы по полученным результатам.

Тема расчетно-графического задания «Расчет параметров мельничного агрегата».

## Перечень типовых вариантов для выполнения РГЗ

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.

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

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

2. Полная масса загрузки мелющих тел определяется по формуле:

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

где  $\mu$  – коэффициент, учитывающий разрыхление загрузки шаров;  $\mu = 0,575$ ;

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

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

$L = 14,9$  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

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

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:

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

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

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

$q$  – 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,  $\text{м}^3$ .

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

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;

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

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

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-2** Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.12. Обладает знаниями по устройству и работе технологического оборудования в производстве портландцемента и процессов, проходящих в технологических агрегатах. Способен решать задачи по повышению эффективности использования конкретных видов оборудования	<i>Решение практических задач Тестирование Дифференцированный зачет</i>
ПК-2.4. Управляет процессом измельчения портландцемента	<i>Решение практических задач Тестирование Дифференцированный зачет</i>

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о процессах измельчения	ПК-2	1. Назначение процессов измельчения. 2. Теория измельчения. Способы измельчения. Степень измельчения. 3. Основные закономерности процесса тонкого измельчения.
2	Машины для дробления материала		4. Классификация дробилок и измельчителей. 5. Измельчение сырьевых материалов, топлива, клинкера и добавок. Общие сведения и классификация. Преимущества и недостатки.
3	Помольные агрегаты для измельчения материала		6. Основы расчета барабанных мельниц. 7. Схемы помольных установок. 8. Особенности эксплуатации помольных установок. 9. Мельницы с повышенной скоростью движения рабочих органов. 10. Шаровые кольцевые мельницы. 11. Вертикальные тарельчато-валковые мельницы. Преимущества и недостатки. 12. Ролико-маятниковые мельницы, конструкция и принцип действия. Мельницы для особо тонкого измельчения. 13. Вибрационные, струйные мельницы. 14. Сепараторы. Виды сепараторов, режим работы. 15. Энергообменные конструктивные элементы трубных мельниц. 16. Измельчение в замкнутом цикле.
4	Мельницы ударного принципа действия		17. Мельницы ударного действия и их принцип работы. 18. Конструкция и схемы установок. 19. Расчет мельниц ударного действия.
5	Современные агрегаты для помола материалов		20. Новые способы помола. Современные агрегаты для помола материала. 21. От чего зависит режим работы помольной установки? Интенсификация помола материала, применение ПАВ.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения расчетных заданий и в форме тестирования.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых контрольных заданий)
1	Общие сведения о процессах измельчения	ПК-2	1. Как влияет тонкое измельчение вещества на его химическую активность? 2. С какой целью измельчается ПЦ до определенной дисперсности? 3. Для упрощения процессов помола и регулирования дисперсности (зернового состава) цемента без ухудшения его качества допускается введение каких специальных технологических добавок? 4. Характеристика объемной теории Кирпичева-Кика?
2	Машины для дробления материала		5. Каковы принципы подбора дробилок? 6. Какой из клинкерных минералов легче поддается размолу и почему? 7. Прочностные характеристики материалов и от чего они зависят? 8. Характеристики крупного и среднего дробления? 9. Принцип действия конусных дробилок? 10. Какие существуют способы воздействия на измельчаемый материал?
3	Помольные агрегаты для измельчения материала		11. От чего будет зависеть скорость вращения мельницы? 12. Какие режимы движения шаровой загрузки наблюдаются в шаровых трубных мельницах? 13. Назначение межкамерных перегородок в шаровой трубной мельнице? 14. Преимущества и недостатки тарельчато-валковых мельниц? 15. Характеристика коэффициента заполнения мельницы? 16. Назначение бронифетеровки в мельнице?
4	Мельницы ударного принципа действия		17. Взаимосвязь тонкости измельчения и реакционной способности материалов? 18. В чем заключается расклинивающий эффект? 19. Какие способы интенсификации измельчения существуют?

5	Современные агрегаты для помола материалов	20. Назначение и принцип действия сепараторов? 21. Открытый и замкнутый циклы их сравнительная характеристика? 22. Преимущества и недостатки роллер-пресса? 23. Принципы действия ПАВ в процессе измельчения?
---	--	--

Тестирование проводится в течение 20 минут. Тестовое задание состоит из 20 вопросов.

Пример - один вариант из 20 вариантов.

**Компетенция ПК-2.** Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции.

- 1** Для измельчения каких материалов применяют молотковые мельницы?
- А) Для материалов средней твердости.  
 Б) Для материалов средней твердости, мягких, небольшой влажности и вязкости.  
 В) Для твердых материалов.  
 Г) Для твердых, сухих, не вязких материалов.
- 2** Если при помоле твердых материалов в мельницу вводить в небольших количествах такие добавки, как каменный уголь, канифоль, лигнин или поверхностно-активные вещества ПАВ, ...
- А) то налипания размалываемого материала на мелющие тела не происходит, он измельчается интенсивнее и производительность мельницы повышается.  
 Б) то налипания размалываемого материала на мелющие тела не происходит, он плохо измельчается и производительность мельницы понижается.  
 В) то происходит налипание размалываемого материала на мелющие тела, он измельчается интенсивнее и производительность мельницы понижается. Г) Ничего не произойдет.
- 3** Возрастание по мере повышения температуры сопротивляемости материала размолу происходит в основном из-за...
- А) уменьшения агрегирования и налипания его на мелющие тела.  
 Б) уменьшения агрегирования и налипания его на мелющие тела и броневые плиты.  
 В) увеличения агрегирования и налипания его на броневые плиты.  
 Г) увеличения агрегирования и налипания его на мелющие тела и броневые плиты.
- 4** Исследования процесса помола клинкера и изучение влияния на сопротивляемость размолу влажности и температуры позволяют сделать следующий вывод: введение определенного количества воды в полость мельницы может оказаться...
- А) не эффективным средством интенсификации процесса помола вследствие возникновения адсорбционного эффекта, увеличения твердости материала, сокращения налипания и снижения температуры.  
 Б) эффективным средством интенсификации процесса помола вследствие возникновения адсорбционного эффекта, увеличения твердости материала, сокращения налипания и снижения температуры.  
 В) эффективным средством интенсификации процесса помола вследствие возникновения адсорбционного эффекта, уменьшения твердости материала, сокращения налипания и снижения температуры.  
 Г) не эффективным средством интенсификации процесса помола вследствие возникновения адсорбционного эффекта, уменьшения твердости материала, сокращения налипания и увеличения температуры.

- 5** При помоле сухого горячего клинкера водяные пары, вносимые в полость мельницы аспирационным воздухом...
- А) уменьшают или полностью устраняют агрегирование и налипание и тем самым интенсифицируют процесс измельчения.
  - Б) увеличивают агрегирование и налипание и тем самым интенсифицируют процесс измельчения.
  - В) уменьшают или полностью устраняют агрегирование и налипание и тем самым затрудняют процесс измельчения.
  - Г) никак не влияют на процесс.
- 6** При замкнутом цикле помола цемента материал после мельницы направляется в динамический сепаратор, который...
- А) создает разряжение в мельнице.
  - Б) разделяет цемент на готовую крупную и мелкую фракции.
  - В) смешивает мелкую и крупную фракции цемента.
  - Г) разделяет цемент на готовую мелкую и крупную фракции.
- 7** Как работа по замкнутому циклу влияет на удельный расход мелющих тел и срок службы бронифутеровки?
- А) снижается удельный расход мелющих тел и повышается срок службы бронифутеровки.
  - Б) повышается удельный расход мелющих тел никак не влияя на срок службы бронифутеровки.
  - В) повышается удельный расход мелющих тел и понижается срок службы бронифутеровки.
  - Г) снижается удельный расход мелющих тел никак не влияя на срок службы бронифутеровки.
- 8** Как тонкость помола влияет на процессы твердения цемента?
- А) чем тоньше размолот цемент, тем ниже его прочность в ранние сроки твердения.
  - Б) чем тоньше размолот цемент, тем выше его прочность в ранние сроки твердения.
  - В) чем крупнее фракция цемента, тем выше его прочность в ранние сроки твердения.
  - Г) никак не влияет.
- 9** Ассортимент шаров в первой камере мельницы с сортирующей бронифутеровкой необходимо подбирать таким образом, чтобы обеспечить...
- А) измельчение крупного клинкера в зоне мелких шаров.
  - Б) сохранение крупного клинкера в зоне крупных шаров.
  - В) сохранение крупного клинкера в зоне мелких шаров.
  - Г) измельчение крупного клинкера в зоне крупных шаров.
- 10** Аспирация оказывает определенное влияние и на качество цемента, какое именно?
- А) Никак не влияет.
  - Б) В цементе из мельницы с интенсивной аспирацией больше мелких фракций, чем в цементе из мельницы со слабой аспирацией.
  - В) В цементе из мельницы с интенсивной аспирацией меньше мелких фракций, чем в цементе из мельницы со слабой аспирацией.
  - Г) В цементе из мельницы со слабой аспирацией больше мелких фракций, чем в цементе из мельницы с интенсивной аспирацией.
- 11** Размалываемость клинкера зависит от минералогического состава. К легкоразмалываемым фазам относятся...
- А) алит  $C_3S$ .
  - Б) четырехкальциевый алюмоферрит  $C_4AF$ .
  - В) трехкальциевый алюминат  $C_3A$ .
  - Г) белит  $C_2S$ .

- 12** Размалываемость клинкера зависит от минералогического состава. К трудно-размалываемым фазам относятся...
- А) алит  $C_3S$ . Б) четырехкальциевый алюмоферрит  $C_4AF$ .
  - В) трехкальциевый алюминат  $C_3A$ . Г) белит  $C_2S$ .
- 13** Какого вида бывают межкамерные перегородки?
- А) Одинарная межкамерная перегородка.
  - Б) Двойная межкамерная перегородка.
  - В) Тройная межкамерная перегородка.
  - Г) Все перечисленные.
- 14** Эффективность действия интенсифицирующих добавок в большой степени зависит ...
- А) от способа их введения в сепаратор.
  - Б) от способа их введения в готовый продукт.
  - В) ни от чего не зависит.
  - Г) от способа их введения в мельницу.
- 15** Как расшифровывается ПАВ?
- А) помольно-активные вещества.
  - Б) поверхностно-антистатические вещества.
  - В) Поверхностно-активные вещества.
  - Г) помольно-антистатические вещества.
- 16** Искусственное увлажнение воздуха путем испарения вводимой в мельницу воды...
- А) заменяет ПАВ.
  - Б) способствует налипанию материала на мелющие тела.
  - В) увеличивает температуру в мельнице.
  - Г) отбирает значительную часть тепла.
- 17** Если же в мельницу подается горячий клинкер, то дополнительно вносится много тепла, в связи с чем...
- А) количество подаваемой в мельницу воды необходимо увеличивать.
  - Б) количество подаваемой в мельницу воды необходимо уменьшить.
  - В) количество подаваемых в мельницу ПАВ необходимо увеличивать.
  - Г) количество подаваемых в мельницу ПАВ необходимо уменьшить.
- 18** С повышением интенсивности аспирации до определенных пределов...
- А) существенно увеличивается производительность мельницы.
  - Б) существенно снижается производительность мельницы.
  - В) производительность мельницы остается прежней.
  - Г) происходит налипание материала на бронеплиты.
- 19** При помоле сухого горячего клинкера водяные пары, вносимые в полость мельницы аспирационным воздухом...
- А) могут привести к остановке мельницы.
  - Б) уменьшают или полностью устраняют агрегирование и налипание.
  - В) увеличивают агрегирование и налипание.
  - Г) нет верного варианта ответа.
- 20** При применении схемы помола с использованием роллерпресса в сравнении с шаровой мельницей экономия электроэнергии составляет...
- А) от 1 до 5 %.
  - Б) от 3 до 10 %.
  - В) от 12 до 54 %.
  - Г) ни как не влияет на расход электроэнергии.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета 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
<b>Компетенция ПК-2.</b> Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции <b>(ПК-2.12, ПК-2.4)</b>	
Знание	Знания о процессах измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента и измельчаемого материала.
Умения	Последовательность действий по ведению процесса измельчения, способствующие его оптимизации, получению конечного продукта требуемого качества.
Навыки	Навыки позволяющие совершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов.

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

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5

Знания о процессах измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента.	Не демонстрирует знания о процессах измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента.	Знает основную информацию о процессах измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента., но допускает неточность формулировок.	Располагает знаниями из измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента.	Знает вплоть до мелких деталей о процессах измельчения твердых материалов в различного рода измельчающих агрегатах, закономерностях измельчения в зависимости от применяемой технологии производства портландцемента.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную 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 вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на 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 реакциями, схемами и примерами	Записывает поясняющие реакции и схемы с ошибками	Записывает поясняющие реакции и схемы корректно и понятно	Записывает поясняющие реакции и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью 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
Умения по ведению процесса измельчения, способствующие его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества.	Не умеет проводить процесс измельчения, способствующий его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества.	Располагает умением проведения процесса измельчения, способствующего его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества, допускает неточности в ответе.	Располагает умением проведения процесса измельчения, способствующего его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества.	Умеет вести процесс измельчения, способствующий его оптимизации, получению портландцемента требуемого качества. Также самостоятельно выбирает требуемые режимы и параметры для получения цемента с необходимым набором свойств.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки позволяющие усовершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов.	Не владеет навыками позволяющими усовершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов.	Владеет навыками позволяющими усовершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов, без обоснования взаимосвязи между качеством продукции и технологическими решениями.	Владеет навыками позволяющими усовершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов.	Владеет навыками позволяющими усовершенствовать технологический процесс, обеспечить управление качеством измельчения и выпускаемых вяжущих материалов, способен самостоятельно выбрать оптимальное технологическое решение, обеспечивающее необходимое качество вяжущих материалов.

## 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	Электропечь Thermoceramics; электропечь 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 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
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. Богданов В.С. Основы расчета машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий: учебник / В.С. Богданов, Р.Р. Шарипов, Ю.М. Фадин [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 680 с.
2. Несмеянов Н.П. Механическое оборудование общего назначения предприятий строительных материалов и изделий: Ч.1. Дробильное оборудование: учебное пособие / Н.П. Несмеянов, В.С. Богданов, В.А. Уваров и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 104 с.
3. Несмеянов Н.П. Механическое оборудование общего назначения предприятий строительных материалов и изделий: в 2 ч. Ч2. Помольное оборудование: учебное пособие / Н.П. Несмеянов, В.С. Богданов, П.С. Горшков, Ю.В. Бражник. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 176 с.
4. Классен, В. К. Технология и оптимизация производства цемента [Электронный ресурс] : краткий курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. Хим. технология / В. К. Классен ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 308 с. - ISBN 978-5-361-00167-5 Э.Р. N 2277  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013113471375400000659695>
5. Классен, В. К. Техногенные материалы в производстве цемента [Электронный ресурс] : монография / В. К. Классен, И. Н. Борисов, В. Е. Мануйлов ; под общ. ред. В. К. Классена. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - Э.Р. N 2347
6. Классен, В. К. Обжиг цементного клинкера / В. К. Классен. - Красноярск: Стройиздат, 1994. - 323 с. - ISBN 5-274-01542-5  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017022716365631100000654525>
7. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. Ч. 1–240 с.; Ч. 2– 198 с.  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714551124000000656765>  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714002558900000654627>
8. Отраслевые отечественные и зарубежные журналы «Цемент и его применение», «Техника и технология силикатных материалов», «Строительные материалы». «ZEMENT - KALK – GIPS», «ZEMENT International».

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

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