

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра технологии стекла и керамики**

# **ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОДОТРАСЛИ (КЕРАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА)**

**Программа, методические указания и контрольные задания для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 09 «Технология тонкой, функциональной и строительной керамики» заочной формы обучения**

Минск 2013

УДК 658.512(075.8)  
ББК 35.41я73  
О-22

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета.

Составители:

*И. В. Пиц,*  
*И. А. Левицкий*

Рецензент

доктор технических наук,  
доцент, заведующий кафедрой машин и аппаратов  
химических и силикатных производств  
Белорусского государственного технологического университета  
*П. Е. Вайтехович*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2013 год. Поз. 193.

Для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 09 «Технология тонкой функциональной и строительной керамики» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2013

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Оборудование и проектирование предприятий подотрасли» состоит из двух частей: «Оборудование керамических и огнеупорных заводов» и «Основы проектирования керамических и огнеупорных заводов». Она базируется на ранее усвоенных дисциплинах общеинженерного цикла, инженерной и машинной графики, теоретической механики, химической технологии керамики и огнеупоров.

Цель курса – подготовка студентов к профессиональной деятельности в качестве инженеров-технологов предприятий по производству керамических и огнеупорных материалов и изделий.

Студенты должны обладать навыками работы с проектной документацией, выполнения технологических планировок в увязке с типовыми конструкциями зданий и сооружений; знать и уметь использовать санитарные нормы и правила, нормы технологического проектирования; иметь представление о стадиях проектирования, видах проектов, их составе, основных типах применяемых строительных конструкций и элементов.

Задачами курса «Оборудование и проектирование предприятий подотрасли» является изучение устройства, принципа действия основного и вспомогательного технологического оборудования; ознакомление с основами технологических и конструктивных расчетов типового оборудования; освоение студентами навыков инженерного проектирования предприятий силикатной промышленности и подготовка к выполнению дипломного, курсового проектов, обеспечивающих разработку технологических планировок в привязке к элементам строительных конструкций промышленных зданий с учетом наиболее полного использования отечественной и зарубежной техники, прогрессивных технологических процессов.

Студенты также должны изучить основы действующих норм и правил промышленного проектирования, принятых в отрасли, для проведения технологических расчетов, расстановки основного и вспомогательного оборудования, обеспечивающего проведение требуемых процессов и операций; средства механизации для транспортировки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; правила складирования сырья и полуфабрикатов; правила выполнения планов и разрезов промышленных зданий, а также генеральных планов предприятий.

После изучения курса студенты должны знать основные конструкции технологического оборудования, используемого для измельчения, сортировки и обогащения сырьевых материалов, дозирования, смешивания, пылеулавливания и газоочистки, формования керамических изделий; владеть методикой расчета и уметь критически оценить полученные результаты; правильно подбирать оборудование с учетом свойств исходных материалов и требований к готовым изделиям.

# 1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Часть 1. Оборудование керамических и огнеупорных заводов

**1. Уровень состояния и перспективы создания нового оборудования для производства керамических материалов.** Теоретические основы процессов дробления.

Поверхностная, объемная, обобщающая теории измельчения.

Щековые дробилки. Типы и конструктивные схемы щековых дробилок, применяемых в силикатной промышленности. Определение производительности и мощности щековых дробилок.

Классификация, конструкция и принцип действия конусных дробилок. Способы измельчения материала, преимущества и недостатки конусных дробилок.

Конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого измельчения материала.

Бегуны. Область их применения и типы бегунов. Определение производительности и потребной мощности бегунов.

Конструкции бегунов полусухого и мокрого измельчения, расчеты угла захвата, частоты вращения и производительности бегунов.

**2. Валковые дробилки.** Конструкция и принцип действия валковых дробилок тонкого, сверхтонкого, среднего дробления, а также камневыделительных (дезинтеграторных), зубчатых, дырчатых дробилок.

Область применения. Расчет основных параметров.

**3. Дробилки ударного действия.** Классификация роторных, молотковых дробилок, дезинтеграторов. Конструкция и принцип работы.

**4. Оборудование для тонкого и сверхтонкого помола.** Конструкция и принцип работы цилиндрических, конических мельниц. Проблемы снижения энергоемкости шаровых мельниц.

Шаровые мельницы. Принцип действия и работа шаровых мельниц. Типы и конструкции шаровых мельниц. Мельницы периодического и непрерывного действия. Многокамерные мельницы. Мельницы для одновременного помола и сушки. Конструкция основных деталей мельницы: корпуса, цапфы, опорных подшипников, перегородок. Форма и размеры мелющих тел, футеровка и ее крепление. Методы регулирования работы шаровых мельниц. Работа мельниц в замкнутом цикле. Современные мельницы для непрерывного тонкого помола. Расчет основных параметров мельниц.

Вибрационные мельницы. Классификация и область их применения. Конструктивные особенности. Установка и эксплуатация вибромельниц.

Мельницы струйной энергии. Конструкция и принцип работы. Производительность и расход энергоносителя. Область применения струйных мельниц.

**5. Оборудование для измельчения и роспуска глинистых материалов.** Устройство и принцип работы глинорезок, стругачей, агрегатов для роспуска глинистых материалов, пропеллерных мешалок, фрезерно-метательных мельниц, агрегата «Волгоцеммаш», мельниц конструкции А. С. Сладкова, турбораспускателей.

**6. Оборудование для грохочения, сепарации и классификации материалов.** Процессы грохочения.

Грохоты. Способы грохочения. Оценка качества грохочения. Теория грохочения. Определение производительности и потребляемой мощности грохота. Конструктивные схемы колосниковых, валковых, качающихся, вибрационных, барабанных грохотов. Конструкции сит, решет и основных деталей грохотов.

Воздушная сепарация (сортировка). Общие сведения. Теория воздушной сепарации. Выделение частиц из горизонтального, вертикального и криволинейного потоков. Назначение и конструкция сепараторов.

Гидравлическая сортировка и промывка. Общие сведения. Классификация машин и аппаратов. Конструкция и принцип действия мощно-сортировочных барабанов, щековых и лопастных пескомоек, сотрясательных столов, гидравлических классификаторов.

Электромагнитные сепараторы. Общие сведения о магнитной сепарации. Назначение и область применения электромагнитных сепараторов. Электромагнитные шкивы и барабаны. Сепараторы с полем высокого напряжения. Переносные электромагнитные сепараторы для жидких масс и глазури.

**7. Оборудование для пылеулавливания.** Устройство и принцип работы циклонов, рукавных фильтров, электрофильтров, скрубберов. Роль пылеулавливающих агрегатов при охране труда и предупреждении загрязнения окружающей среды.

Эффективность работы отдельных агрегатов.

**8. Оборудование для хранения, дозирования, транспортировки материалов: бункера, питающие и дозирующие устройства.** Объемные дозаторы: тарельчатые, ленточные, барабанные, вибрационные, улитковые и пластинчатые. Конструкция, принцип действия и технические характеристики объемных дозаторов. Определение их производительности и потребляемой мощности.

Весовые дозаторы, их типы и конструкции. Питатели с переменной, автоматически регулируемой подачей.

**9. Оборудование для подачи шликеров и обезвоживания керамических масс.** Конструкция и принцип работы мембранных, грязевых и гидрационных насосов, фильтрпрессов.

**10. Машины для приготовления шихты и керамических масс.** Основные сведения о перемешивании материалов. Перемешивание сухих смесей, пластических масс, жидких масс и глазури. Классификация машин для перемешивания материалов.

Смесители для жидких масс. Конструкция и принцип действия лопастных, планетарных и грабельных смесителей, болтушек; устройство для пневматического перемешивания жидких масс. Основы расчета смесителей.

Смесители для сыпучих масс. Конструкция и принцип действия одновальных и двухвальных смесителей. Противоточные смесители. Бегунковые смесители. Определение их производительности и расхода мощности. Область применения смесителей для сыпучих масс.

Смесители для пластических масс. Область применения смесителей для пластических масс. Конструкция и принцип действия специальных типов смесителей: двухвальных с коленчатыми смесительными валами, лопастных растворомешалок. Определение производительности и мощности привода.

**11. Оборудование для получения изделий способом пластического формования.** Классификация и особенности прессово-пластического формования.

Ленточные прессы. Общие сведения, классификация, назначение.

Ленточные прессы с винтовыми лопастями. Устройство и особенности конструкции. Процессы, происходящие при формовании массы на ленточных прессах.

Вакуумные ленточные прессы. Механизм процесса вакуумирования. Основные конструкции вакуумных прессов.

Основы расчета ленточных прессов с винтовыми лопастями. Удельное давление прессования. Потребляемая мощность и производительность прессов.

Вертикальные прессы для формования канализационных труб, их устройство и работа. Механизация и автоматизация процесса производства труб.

Резательные аппараты и автоматы садки кирпича. Требования, предъявляемые к резательным аппаратам. Принцип конструкции и

устройство резательных аппаратов. Автоматические устройства для резки и садки сырца.

Автоматы-садчики кирпича на печные вагонетки. Конструкция и принцип работы, обслуживание автоматов.

Штамповочные прессы для пластического формования. Назначение, принцип работы и особенности штамповки и допрессовки пластических керамических масс. Основные типы прессов, применяемых для допрессовки огнеупорных и кислотостойких изделий, для формования черепицы.

**12. Оборудование для пластического формования изделий из тонкой керамики и механического обезвоживания шликеров.** Основные типы прессов. Станки с механическим приводом и ручным обслуживанием для формования шаблонов изделий хозяйственного фарфора и фаянса. Основные типы полуавтоматических станков для формования плоских и полых изделий. Факторы, лимитирующие скорость формования и производительность станков. Применение вращающихся головок с шаблонами в качестве способа повышения производительности труда при формовании полых изделий, фильтры и центрифуги.

**13. Оборудование для формования изделий из порошкообразных масс.** Общие вопросы теории и практики прессования керамических изделий из порошков. Явления, происходящие при сжатии массы. Зависимости между параметрами процесса прессования, степенью сжатия и плотностью сырца. Боковое давление и трение, их влияние на распределение давления и плотности в сырце. Явления, происходящие после окончания сжатия. Упругое расширение сырца. Усилия выталкивания. Основные виды, причины появления и методы устранения брака при прессовании изделий из порошкообразных масс. Способы регулирования давления и плотности сырца. Применение двустороннего прессования, подвижной формы и ступенчатого прессования.

Особенности и методы прессования пустотелых и полых изделий. Применение неподвижных и эластичных кернов. Гидростатическое прессование.

Прессы полусухого прессования. Классификация. Основные требования к прессам для прессования изделий из порошкообразных масс.

Механические прессы, их конструкция, работа и техническая характеристика. Прессующие, выталкивающие и засыпные механизмы прессов. Гидравлические устройства для регулирования давления. Фрикционные прессы, их конструкция и работа. Давление и работа прессования на фрикционном прессе. Выталкивающие и переключающие устройства



фрикционных прессов. Приспособление для резкого увеличения хода винтовых прессующих устройств на фрикционных прессах.

Гидравлические прессы, их основные типы, устройство и принцип работы. Достоинства и недостатки гидравлических прессов в керамической технологии.

## **Часть 2. Основы проектирования керамических и огнеупорных заводов**

**1. Организация проектирования.** Виды проектов. Стадии проектирования. Структура и задачи проектных организаций. Методы проектирования. Система нормативных документов в строительстве.

Современные методы проектирования. Система автоматизированного проектирования с помощью ЭВМ.

Связь строительного проектирования с научными исследованиями.

**2. Проектирование генерального плана промышленного предприятия.** Выбор района и пункта строительства. Генеральный и ситуационный планы. Основные этапы проектирования генерального плана предприятия. Разбивочный план, план благоустройства. «Красная» линия и условная граница территории. Условные графические обозначения, применяемые на генеральных планах. Разрыв между зданиями. Блокировка цехов. Зонирование территории. Роза ветров. Санитарно-защитная зона. Застройка территории. Транспортные коммуникации. Тротуары. Размещение инженерно-технических сетей. Благоустройство и озеленение территории предприятия. Технико-экономические показатели по генеральному плану промышленного предприятия.

**3. Общие сведения об основных конструктивных элементах и схемах промышленных зданий.** Архитектурно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий. Требования к производственным зданиям. Классификация зданий по степени огнестойкости и долговечности. Категории производства по взрыво- и пожароопасности.

**4. Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий и сооружений.** Основные принципы проектирования промышленных зданий. Система проектной документации для строительства (СПДС). Классификация промышленных зданий. Понятие о пролете, шаге и сетке колонн. Единая модульная система (ЕМС). Правила привязки колонн и стен к разбивочным осям. Объемно-

планировочные решения промышленных зданий. Типизация и унификация секций, пролетов и конструкций промышленных зданий, их конструктивные решения. Проектирование технологических площадок. Расстановка оборудования. Экономические факторы проектирования предприятий силикатной промышленности, технико-экономическая оценка промышленных зданий.

**5. Нормы технологического проектирования предприятий.** Нормы проектирования для заводов силикатной промышленности. Разработка плана расстановки технологического оборудования, планировок.

Составление заданий на инженерное обеспечение: проектирование электроосвещения, энергоснабжения, теплоснабжения и вентиляции, телефонизации, газификации, систем водопровода и канализации. Разработка мероприятий пожарной безопасности, охраны труда и техники безопасности, промышленной санитарии, безопасности жизнедеятельности в проектной документации.

**6. Вспомогательные здания и помещения.** Размещение и объемно-планировочные решения вспомогательных производств, лабораторий и служб контроля качества. Бытовые помещения. Пункты питания. Здравпункты. Административно-служебные помещения.

**7. Конструктивные элементы зданий.** Основания и фундаменты. Каркасы одно- и многоэтажных промышленных зданий. Стены и перегородки. Перекрытия и полы. Крыши, покрытия, кровли. Лестницы, лифты, окна, фонари, двери, ворота. Промышленные площадки. Этажерки, галереи. Подъемно-транспортное оборудование и его размещение.

**8. Содержание и организация дипломного проектирования.** Задачи, тематика и содержание дипломного проекта (работы). Сбор материалов и подготовка к проектированию в период преддипломной практики. Организация и последовательность выполнения дипломных проектов (работ). Содержание расчетно-пояснительной записки и иллюстративного материала в проектах и работах. Содержание технологической части проекта и рекомендации по ее разработке. Порядок защиты проектов (работ). Выбор района и точки строительства проектируемого объекта, обоснование мощности и ассортимента, номенклатура выпускаемой продукции. Маркетинговая проработка рынков сбыта. Анализ обеспеченности сырьем, топливом и электроэнергией.

Обоснование способа производства, выбор схемы технологического процесса и основного технологического оборудования. Обеспечение экологических требований, требований охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении курса «Оборудование и проектирование предприятий подотрасли» предусматривается прослушивание обзорных лекций и выполнение двух контрольных работ. Перед выполнением контрольных работ и подготовкой к экзамену студенту необходимо изучить рекомендуемую литературу, список которой приведен в конце методических указаний.

При изучении первой части дисциплины «Оборудование и проектирование предприятий подотрасли» следует придерживаться технологической схемы производства с учетом основных свойств исходных компонентов и выбора оборудования для их обработки.

В соответствии с программой при изучении оборудования для крупного, среднего и мелкого измельчения следует обратить внимание:

а) на конструкцию и принцип действия щековых дробилок с простым, сложным, комбинированным движением щеки; расчеты, связанные с определением угла захвата, частоты вращения вала, производительности, мощности электродвигателя;

б) классификацию, конструкцию и принцип действия конусных дробилок, основные расчеты параметров;

в) конструкцию бегунов полусухого и мокрого измельчения; конструкцию привода чаши катков, принцип измельчения, расчет угла захвата, частоты вращения и производительности бегунов.

При изучении валковых дробилок необходимо проанализировать устройство и принцип работы дробилок разной конструкции, обосновать возможность использования валковых дробилок для измельчения как пластичных, так и непластичных материалов при первичной и вторичной обработке, сделать расчеты основных параметров работы.

Рассматривая дробилки ударного действия, необходимо усвоить сущность методов дробления твердых материалов, ознакомиться с принципиальными схемами молотковых и роторных дробилок, с их техническими характеристиками и условиями работы.

При изучении проблемы тонкого и сверхтонкого измельчения следует обратить внимание на принцип работы мельниц шаровых, вибрационных и струйных, установить возможные способы снижения удельного расхода электроэнергии и повышения производительности.

Нужно научиться производить оптимальный выбор измельчения, правильно подбирать тип мельницы, режим загрузки и помола.

Изучая оборудование для роспуска глинистых материалов, необходимо обратить внимание на конструктивные особенности мельниц и мешалок, проанализировать работу каждого агрегата и установить преимущества и недостатки.

При ознакомлении с оборудованием для грохочения следует изучить способы грохочения, при изучении механического способа сортировки – обратить внимание на расположение сит в одной и разных плоскостях и, соответственно, на грохочение. Важно уметь правильно выбрать тип грохота в зависимости от крупности, влажности материала, подвергаемого сортировке, и требуемой производительности.

Следует обратить внимание на то, что в случае сортировки сухих порошкообразных материалов с размером частиц меньше 1 мм целесообразно использовать воздушные сепараторы. Необходимо ознакомиться с устройством и принципом работы проходных и с внутренней замкнутой циркуляцией сепараторов, а также с гидравлическими классификаторами и электромагнитными сепараторами.

Следует ознакомиться с оборудованием для улавливания пыли, образующейся при измельчении материала и в газах, отходящих от тепловых агрегатов; изучить и оценить эффективность очистки воздуха от пыли в циклонах, матерчатых фильтрах, скрубберах, электрофильтрах и выбрать соответствующее оборудование согласно требованиям охраны окружающей среды, санитарных норм выделения пыли.

Для обеспечения высокой производительности используемого оборудования и удовлетворения технологических требований необходимо регулировать подачу материалов при помощи дозирующих и питательных аппаратов. Следует подробно ознакомиться с конструкцией объемных и весовых дозаторов, принципом их работы и областью применения; обратить внимание на использование автоматических дозаторов, точность дозирования в грубой и тонкой керамике, а также влияние дозаторов и питателей на бесперебойную работу смесительных и дробильных машин.

Следует изучить конструкцию и принцип действия насосов, используемых для перекачивания и подачи шликеров мембранных, грязевых, гирационных, установить отличительные признаки конструкций и эффективность их работы, создаваемое разряжение и давление при перекачке и распылении жидкости и шликеров.

Прежде чем приступать к изучению конструкций смесительных машин и аппаратов, необходимо получить представление о требованиях,

предъявляемых к перемешиванию материалов и получению однородной массы. В зависимости от влажности и крупности зерен выбирают соответствующее смесительное оборудование. Следует изучить конструкции и принцип действия различных смесительных машин, применяемых при сухом и пластическом перемешивании масс, в том числе и с пароувлажнением.

Изучая смесители при мокром способе производства, следует обратить внимание на приводы и уплотнения вращающихся деталей, а также на основные расчеты.

При формовании изделий из пластических масс применяются ленточные прессы и массомялки. Необходимо обратить внимание на сущность и механизм процессов экструзии в вакуумных ленточных прессах. Важно выяснить влияние основных конструктивных элементов и режимов их работы на качество получаемых изделий и заготовок. Необходимо разобраться в механизме вакуумирования и его влиянии на технологические свойства формуемых масс, в достоинствах и недостатках основных типов ленточных вакуумных прессов. Следует ознакомиться с конструкцией и принципом работы допрессовочных прессов, а также с автоматами резки и укладки керамических изделий на сушильные и обжиговые вагонетки.

Следует обратить внимание на то, что оборудование для формования изделий тонкой керамики обуславливается формой изделий, чувствительностью текстуры масс к формованию. Необходимо также учитывать требования к формовочному оборудованию (постепенность процессов формообразования с сочетанием поступательного и вращательного движения формирующих и прессующих полуавтоматов). Следует изучить кинематические схемы полуавтоматов для формования изделий, а также принцип работы и устройство фильтр-прессов различной конструкции.

При изучении оборудования для полусухого прессования необходимо ознакомиться с конструкцией и принципом работы механических, гидравлических и фрикционных прессов, с режимом и последовательностью операций при прессовании, с возможными дефектами и причинами их появления.

Вторая часть курса «Оборудование и проектирование предприятий подотрасли» включает в себя основные разделы, знание которых необходимо для успешной инженерной деятельности:

а) организация проектирования, включая разработку генерального плана, выполнение объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий;

б) нормы технологического проектирования предприятий по производству керамических и огнеупорных изделий;

в) конструктивные элементы промышленных зданий.

При изучении основных положений курса следует придерживаться общего методологического подхода:

1) рассмотреть требования, предъявляемые к выбору промышленной площадки и разработке генеральных планов, конструктивных решений промышленных зданий и других элементов согласно стандартам единой системы проектной документации в строительстве (СПДС), строительным нормам и правилам, санитарным нормам и другим нормам проектирования;

2) изучить порядок и правила графического изображения рассматриваемых элементов промышленных зданий, требования по их унификации, порядок выполнения технологических планировок, продольных и поперечных разрезов промышленных зданий;

3) применить эти сведения в дипломных проектах – выпускных работах студентов.

В период сессии студентам читаются лекции по следующей тематике.

По первой части «Оборудование керамических и огнеупорных заводов»:

1. Теоретические основы измельчения материалов и классификация дробильно-помольных машин.

2. Тонкий помол материала. Проблемы снижения энергоемкости помола при использовании различных мельниц.

3. Сущность процесса сортировки и выбор оборудования для механической, воздушной и гидравлической сортировки.

4. Характеристика современных прессов для пластического формования.

5. Особенности формования керамических изделий из порошковых полусухих масс.

Тематика лекций позволит ознакомить студентов с основным оборудованием, применяемым на керамических и огнеупорных заводах.

По второй части «Основы проектирования керамических и огнеупорных заводов»:

1. Состав проекта. Выбор площадки и застройка территории. Генеральный план и основные требования по его выполнению. Санитарно-защитная зона промышленных предприятий.

2. Объемно-планировочные и конструктивные элементы промышленных зданий. Классификация зданий по степени огнестойкости, долговечности и категориям взрыво- и пожароопасности.

3. Нормы технологического проектирования промышленных предприятий силикатного производства.

4. Содержание, требования и порядок выполнения дипломного проекта: графическая часть и расчетно-пояснительная записка.

В ходе лекций студенты получают разъяснения по основным положениям изучаемой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплины студент обязан:

а) выполнить две контрольные работы;

б) выполнить проектно-графические работы в установленном объеме в период лабораторно-экзаменационной сессии;

в) сдать экзамен по программе дисциплины.

Первая контрольная работа включает пять задач и четыре вопроса. Номер варианта указывается преподавателем кафедры при выдаче задания. Произвольный выбор варианта задач и номеров вопросов не разрешается. Работы, выполненные произвольно, не рассматриваются. Решение задач, изложение теории или закона нужно пояснять схемами или эскизами с указанием действующих условий. Если при решении задачи применяются формулы, их приводят вначале в общем виде, затем по ходу решения подставляют числовые значения, выраженные в единицах СИ (Международная система единиц). Ответы на вопросы должны быть исчерпывающими и четкими. Эскизы и схемы можно выполнять от руки в соответствии с действующей нормативной документацией. Контрольная работа выполняется в тетради или на отдельных, сшитых в виде тетради листах.

Вторая контрольная работа включает два теоретических и два практических вопроса. Теоретические вопросы касаются общих положений курса, практические выполняются в соответствии с выбранной студентами специализацией. При изложении ответов на вопросы № 1 и 2, касающиеся теоретических положений курса, следует приводить общие положения о строительных элементах и конструктивных решениях каркасов промышленных зданий и их узлов с размещением в них технологических агрегатов и оборудования, технологических площадок и галерей, элементов генеральных планов, вспомогательных зданий и сооружений.

Все описываемые положения и вопросы следует излагать в соответствии с действующими нормативными документами (санитарными нормами и правилами, требованиями ГОСТов системы СПДС, строительными нормами и др.).

На вопросы № 3 и 4 необходимо отвечать в разрезе специализации студента, используя технологические термины и определения.

Чертежи, приводимые в ответах на вопросы, нужно выполнять графически аккуратно, сопровождая их необходимой нумерацией и поясняющими подписями.

Излагая вопрос № 3, следует выполнить подробную разбивочную схему отделений основного и вспомогательного производств с использованием профессиональных пакетов программ AutoCAD и CorelDraw на ЭВМ. Форма и образец заполнения приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика промышленного производства  
керамических изделий**

Склады, цехи, участки, отделения	Группа по взрыво-, пожароопасности	Класс по зрительному характеру работ	Класс по ПУЭ	Класс производственной характеристики
Склад затаренных сырьевых материалов	В3	VI	II-IIIa	Iб
Печное отделение	Г1	VII	–	IIб

Вопрос № 4 включает разработку чертежей технологических планировок, выполняемых в масштабе 1 : 100 на отметке 0,000 в соответствии с требованиями СТП 001-2002 «Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты».

Чертеж должен выполняться на листе формата А3 и снабжаться основной надписью, спецификацией приведенного технологического оборудования с нанесением размеров, требуемых высотных отметок и конструктивных элементов зданий.

Номер варианта выполняемого контрольного задания выдается студенту в период установочной лекции преподавателем, читающим лекционный курс.

Каждый лист обеих контрольных работ должен иметь поле для замечаний рецензента. Контрольные работы в обязательном порядке должны быть сданы и прорецензированы до начала экзаменационной сессии.



### **3. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

#### **Контрольная работа № 1**

##### **Вариант 0**

1. Классификация машин при дроблении (привести схему щековой дробилки с простым качанием щеки).
2. Принцип работы ленточных прессов. Вычертить пневматическую схему пресса (без вакуумирования) и описать ее.
3. Вибрационные мельницы. Назначение, конструкция, факторы, влияющие на режим работы мельницы (схема вибрационной мельницы).
4. Полуавтоматы для формования фарфоровых изделий (схема формования плоских изделий роликовым шаблоном).

##### **Вариант 1**

1. Классификация конусных дробилок. Классификация дробилок с консольным валом.
2. Описать принципиальную схему ленточного пресса с вакуум-камерой.
3. Устройство и принцип работы шаровой мельницы в замкнутом цикле (схема мельницы).
4. Общие сведения о прессовании изделий из порошкообразных масс. Классификация прессов.

##### **Вариант 2**

1. Классификация машин для помола (привести схему мельниц с периферийной разгрузкой).
2. Описать устройство и принцип работы вакуум-камеры, прессовой головки, мундштука ленточного вакуумного пресса. Привести схему вакуумирования.
3. Оборудование для сухой очистки воздуха от пыли. Устройство и принцип работы циклона и матерчатого фильтра (привести схемы).
4. Влияние влажности, коэффициента трения и других факторов на величину общего прессового давления.

### **Вариант 3**

1. Основные законы измельчения. Гипотезы объемов и поверхностей, их применение.
2. Какое назначение имеют питательный валок, головка шнека, лопасти ленточного пресса? Описать конструкцию привода и предохранительных устройств.
3. Оборудование для мокрой очистки воздуха от пыли. Устройство и принцип работы (схема противоточного скруббера).
4. Конструкция и принцип действия коленно-рычажного пресса СМК-22 (СМ 301А). Привести схему механизма прессования.

### **Вариант 4**

1. Классификация смесителей для переработки глиняных масс (привести схему двухвального смесителя).
2. Классификация валковых дробилок по назначению, принципу действия и конструктивным особенностям (схема дезинтеграторной валковой дробилки).
3. Устройство и принцип работы дозаторов циклического и непрерывного действия (привести схему ленточного стационарного дозатора).
4. Конструкция и принцип действия фрикционного пресса.

### **Вариант 5**

1. Конструкция и принцип действия подвижного колосникового грохота.
2. Классификация бегунов по технологическому назначению и конструктивным особенностям (схема бегунов мокрого помола).
3. Оборудование для объемной дозировки. Устройство и принцип работы (схема дозатора с индукционным счетчиком).
4. Конструкция и принцип действия гидравлического пресса «Сакми».

### **Вариант 6**

1. Основы теории воздушной сепарации. Конструкция и принцип действия воздушного сепаратора с вращающимися лопатками.
2. Стругачи. Назначение, устройство, принцип работы (привести схему и описать).

3. Смесители для приготовления глинистых суспензий. Конструкция и принцип работы. Основные расчеты. Схема пропеллерного смесителя.

4. Анализ работы и устройство пресса СМ-1085А.

### **Вариант 7**

1. Общие сведения о магнитной сортировке. Конструкция и принцип действия сепаратора шкивного типа.

2. Дезинтеграторы. Назначение, устройство, принцип работы (привести схему и описать).

3. Машины для обезвоживания материалов (схема камерного фильтр-пресса).

4. Привести кинематическую схему и описать принцип работы штамповочного пресса.

### **Вариант 8**

1. Конструкция и принцип действия ленточного и пластинчатого питателя.

2. Молотковые и роторные дробилки. Область применения. Конструкция дробилок и принцип работы (привести схему однороторной дробилки с П-образными молотками, описать).

3. Принцип работы и устройство фрезерно-метательных мельниц для роспуска глинистых материалов (схема ФММ-10М).

4. Литейные полуавтоматы для литья фарфоровых изделий. Принцип работы и устройство.

### **Вариант 9**

1. Конструкция и принцип действия гидравлического классификатора (по выбору).

2. Струйные мельницы. Назначение, конструкция, принцип работы (привести схему).

3. Устройство и принцип работы турбораспускателей.

4. Конструкция и принцип действия машин для глазурования керамических изделий.

### **Задача 1 (табл. 2)**

Определить угол захвата  $\alpha$ , максимальный размер загружаемого куска  $d$ ,  $\text{м}^3$ , производительность  $\Pi$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , угловую скорость  $\omega$ ,  $\text{рад}/\text{с}$ ,

валковой дробилки тонкого помола, если на дробление поступает глина карьерная (вариант 0–5) и шамот (вариант 6–9).

Таблица 2

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f$	0,38	0,39	0,40	0,38	0,39	0,38	0,30	0,30	0,27	0,28
Д, мм	1000	1000	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1800	1800	1800	1900	1900	1900	2400	2300	2200	2400
$L$ , мм	700	1000	800	900	1000	800	1000	700	1000	700

*Примечание.*  $f$  – коэффициент трения; Д – диаметр валков, мм;  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>,  $L$  – длина валков, мм.

Вычертить принципиальную схему дробилки.

### Задача 2 (табл. 3)

Определить производительность ленточного вакуумного пресса при производстве керамического кирпича размером 250×125×65 (вариант 0–5) и керамических камней размером 250×120×138 (вариант 6–9) по следующим данным:

Д – наружный диаметр лопастного винта, м;

$d$  – диаметр ступицы винта, м;

$S$  – шаг лопастного винта, м;

$\delta$  – толщина лопасти, м;

$n$  – скорость вращения лопастного винта, мин<sup>-1</sup>.

Указать марку пресса и техническую характеристику.

Таблица 3

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д, м	0,5	0,5	0,6	0,45	0,4	0,5	0,45	0,5	0,55	0,5
$d$ , м	0,19	0,2	0,25	0,24	0,2	0,23	0,25	0,2	0,24	0,19
$S$ , м	0,2	0,25	0,3	0,25	0,3	0,22	0,29	0,4	0,22	0,24
$\delta$ , м	0,025	0,03	0,03	0,029	0,02	0,03	0,02	0,025	0,025	0,025
$n$ , мин <sup>-1</sup>	0,5	0,6	0,7	0,8	0,55	0,9	0,75	0,85	0,95	1,0

Для получения остальных необходимых данных пользоваться справочниками и учебной литературой.

### Задача 3 (табл. 4)

Определить массу и размер мелющих тел, загружаемых в шаровую мельницу ( $D$  – диаметр, м,  $L$  – длина, м), оптимальную частоту вращения барабана, если соотношение материала, воды и мелющих тел равно 1 : 1 : 2.

Таблица 4

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры мельницы, м:										
– $D$ ;	0,6	0,6	0,6	1,02	1,416	1,82	2,630	3,186	3,186	2,390
– $L$	0,6	0,6	0,6	1,05	1,340	1,99	3,014	3,850	3,850	2,764
Мелющие тела, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Фарфор; 2,7			Уралит; 3,0			Сталь; 7,6			Уралит; 3,0
Материал для помола	Фритты			Шамот				Известняк		Шамот
Размер материала, мм	2,0	1,0	0,5	20,0	15,0	25,0	17,5	25,0	27,0	20,0

### Задача 4 (табл. 5)

Определить угол захвата, соотношение между диаметром катка бегунов мокрого измельчения и диаметром дробленого материала, угловую скорость, производительность.

Таблица 5

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент трения	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Диаметр куска материала на дробление, м	0,12	0,12	0,12	0,085	0,085	0,085	0,085	0,28	0,35	0,50
Дробимый материал	Твердая порода			Увлажненная глина						

Пользуясь справочной литературой, подобрать соответствующий тип бегунов и рассчитать остальные параметры.

### Задача 5 (табл. 6)

Определить оптимальную круговую частоту  $\omega$ , рад/с, и амплитуду колебания  $a$ , мм, виброгрохота с круговыми колебаниями при заданных размерах отверстий сита  $l$  для наклонного грохота  $\alpha$ .

Таблица 6

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l$ , мм	1,5	4,7	7	10	16	20	25	32	46	60
$\alpha$ , град	25	10	5	15	30	5	15	25	30	35

## Контрольная работа № 2

### Вариант 0

1. Санитарно-защитная зона промышленных предприятий по производству керамических и огнеупорных изделий.

2. Вопросы охраны труда и противопожарной техники в проектах, в том числе дипломных.

3. Составить характеристику отделений завода по производству санитарных керамических изделий с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка переработки боя изделий в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

### Вариант 1

1. Правила разработки генеральных планов. Размещение инженерно-технических сетей. Благоустройство и озеленение территории предприятия.

2. Группы производственных процессов по санитарной характеристике производства и зрительному характеру работы.

3. Составить характеристику отделений завода по производству изразцов печных с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка подготовки кускового пегматита в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

## **Вариант 2**

1. Виды проектов. Стадии проектирования. Связь строительного проектирования с научными исследованиями.

2. Правила оформления технологических приемков, технологических площадок и галерей на чертежах.

3. Составить характеристику отделений завода керамического кирпича с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка приготовления шамота в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

## **Вариант 3**

1. Методы проектирования. Система нормативных документов в строительстве. Состав проектов.

2. Выбор ассортимента продукции, обоснование мощности проектируемого производства. Анализ обеспечения сырьем, топливом и электроэнергией.

3. Составить характеристику отделений завода по производству фарфоровой посуды, указав данные согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка подготовки угля в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

## **Вариант 4**

1. Классификация промышленных зданий по долговечности, степени огнестойкости, этажности и другим характеристикам.

2. Порядок выполнения чертежей генеральных планов предприятия, в том числе в дипломных проектах.

3. Составить характеристику отделений завода по производству плиток для облицовки стен с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка приготовления шликера в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

## **Вариант 5**

1. Нормы технологического проектирования промышленных предприятий.

2. Конструктивные элементы промышленных зданий: фонари, крыши, покрытия, кровли, лестницы, лифты, окна, двери и ворота.

3. Составить характеристику отделений завода по выпуску плиток для полов в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка обжига полуфабриката майоликовых изделий в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

### **Вариант 6**

1. Конструктивные элементы промышленных зданий: основания и фундаменты, каркасы одно- и многоэтажных зданий.

2. Утилизация отходов, сбросов и выбросов промышленных предприятий. Отстойники, градирни, дымовые трубы и требования по их устройству.

3. Составить характеристику отделений завода по производству керамзитового гравия с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка пластического формования керамического кирпича (камней) в соответствии с требованиями СТП 001-2002.

### **Вариант 7**

1. Санитарная классификация предприятий керамической промышленности: метеорологические условия в рабочей зоне, предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

2. Классификация промышленных зданий. Пролеты, шаг и сетка колонн. Единая модульная система. Правила привязки колонн и стен к разбивочным осям.

3. Составить характеристику отделений завода по производству аглопоритового гравия с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка приготовления глазурной суспензии.

### **Вариант 8**

1. Категории промышленных производств по взрыво- и пожароопасности, долговечности и степени огнестойкости.

2. Вопросы охраны окружающей среды в проектах, в том числе дипломных.

3. Составить характеристику отделений завода по производству шамотных огнеупоров с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).



4. Разработать технологическую планировку участка глазурования фарфоровых изделий.

### **Вариант 9**

1. Генеральный и ситуационный планы промышленных предприятий. «Красная» линия и условная граница территории. Блокировка цехов.

2. Типизация и унификация элементов и конструкций промышленных зданий.

3. Составить характеристику отделений завода по выпуску майоликовых изделий с указанием данных согласно табл. 1 (см. разд. 2).

4. Разработать технологическую планировку участка получения пресс-порошков в башенных распылительных сушилках.

# ЛИТЕРАТУРА

## Основная

1. Богданов, В. С. Технологические компоненты и механическое оборудование предприятий строительной индустрии / В. С. Богданов, С. Б. Булгаков, А. С. Ильин. – М.: Проспект науки, 2010. – 622 с.
2. Бахталовский, И. В. Механическое оборудование керамических заводов / И. В. Бахталовский, В. П. Барыбин, Н. С. Гаврилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 428 с.
3. Булавин, И. А. Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики / И. А. Булавин. – М.: Машиностроение, 1979. – 325 с.
4. Булавин, И. А. Оборудование керамических и огнеупорных заводов / И. А. Булавин. – М.: Высш. шк., 1965. – 428 с.
5. Дроздов, Н. Е. Механическое оборудование керамических предприятий / Н. Е. Дроздов. – М.: Машиностроение, 1975. – 248 с.
6. Ильевич, А. П. Машины и оборудование для завода по производству керамики и огнеупоров / А. П. Ильевич. – М.: Высш. шк., 1979. – 344 с.
7. Кашкаев, И. С. Производство глиняного кирпича / И. С. Кашкаев, Е. Ш. Шейнман. – М.: Высш. шк., 1978. – 248 с.
8. Константинополо, Г. С. Примеры и задачи по механическому оборудованию заводов / Г. С. Константинополо. – М.: Высш. шк., 1986. – 302 с.
9. Кузнецов, А. Г. Основы строительного дела / А. Г. Кузнецов. – М.: Высш. шк., 1968. – 238 с.
10. Макаревич, В. А. Строительное проектирование химических предприятий / В. А. Макаревич. – М.: Высш. шк., 1977. – 208 с.
11. Орловский, Б. Я. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий / Б. Я. Орловский, А. А. Магай. – М.: Стройиздат, 1980. – 240 с.
12. Панютин, А. Г. Основы строительного дела и санитарной техники / А. Г. Панютин. – М.: Высш. шк., 1965. – 330 с.
13. Путилин, В. В. Основы строительного дела / В. В. Путилин. – М.: Высш. шк., 1990. – 223 с.
14. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / М. Я. Сапожников. – М.: Высш. шк., 1971. – 229 с.

15. Сиденко, М. П. Измельчение в химической промышленности / М. П. Сиденко. – М.: Машиностроение, 1977. – 367 с.
16. Никулин, А. Д. Проектирование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / А. Д. Никулин, Е. И. Шмитько, Б. М. Зуев. – СПб.: Проспект науки, 2006. – 351 с.
17. Трепененков, Р. И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий / Р. И. Трепененков. – М.: Стройиздат, 1980. – 282 с.
18. Трепененков, Р. И. Основы строительного дела / Р. И. Трепененков. – М.: Высш. шк., 1966. – 310 с.
19. Щербаков, А. С. Основы строительного дела / А. С. Щербаков. – М.: Высш. шк., 1994. – 400 с.
20. Производство кирпича и камней керамических. Нормы технологического проектирования предприятий: ТКП 45-7.02-174-2009. – Введ. 01.07.2010. – Минск: М-во строительства и архитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 58 с.
21. Производство керамзитового гравия и песка. Нормы технологического проектирования предприятий: ТКП 45-7.02-175-2009. – Введ. 01.07.2010. – Минск: М-во строительства и архитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 35 с.
22. Производство керамических плиток. Нормы технологического проектирования: ТКП 45-7-02-226-2010. – Введ. 01.03.2011. – Минск: М-во строительства и архитектуры Респ. Беларусь, 2011. – 35 с.

### **Дополнительная**

1. Бурдун, Г. Д. Справочник по Международной системе единиц / Г. Д. Бурдун. – 3-е изд. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 232 с.
2. Сапожников, М. Я. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов / М. Я. Сапожников, Н. В. Дроздов. – М.: Стройиздат, 1970. – 487 с.
3. Пищ, И. В. Оборудование керамических заводов: учеб. пособие / И. В. Пищ. – Минск: БГТУ, 2006. – 134 с.
4. Скоров, Б. М. Гражданские и промышленные здания / Б. М. Скоров. – М.: Высш. шк., 1978. – 439 с.
5. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004–91. – Введ. 01.07.92. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с.
6. Взрывобезопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.010–76. – Введ. 01.01.1978. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.

7. Справочник современного проектировщика / Г. Б. Вержбовский [и др.]; под общ. ред. Л. Р. Маиляна. – 7-е изд. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 540 с.
8. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
9. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 12 с.
10. Производственные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-90-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: М-во строительства и архитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 6 с.
11. Строительное черчение: учеб. пособие / под ред. Т. Н. Базенкова. – Минск: Амалфея, 2000. – 112 с.
12. Система проектной документации для строительства. Основные требования к рабочей документации: ГОСТ 21.101–93. – Введ. 09.01.1994. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 6 с.
13. Система проектной документации для строительства. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения: ГОСТ 21.112–87. – Введ. 01.01.1988. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 8 с.
14. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005–88. – Введ. 09.01.1988. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 12 с.
15. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: СанПиН 9-80 РБ 98. – Введ. 25.03.1999. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 21 с.
16. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044–89. – Введ. 17.12.1992. – Минск: Госстандарт, 2011. – 99 с.
17. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: НПБ 5-2005. – Введ. 01.07.2006 – Минск: М-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2006. – 37 с.
18. Основные санитарные правила и нормы при проектировании, строительстве, реконструкции и вводе объектов в эксплуатацию: СанПиН 8-16 РБ 2002. – Введ. 26.12.2002. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2003. – 10 с.
19. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. – Гомель: Полеспечать, 2007. – 640 с.
20. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ: санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы

вы: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 31.12.2008, № 240. – Минск, 2008. – 148 с.

21. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде: справочное пособие / Г. П. Беспмятков [и др.]. – Ленинград: Химия, 1972. – 376 с.

22. СТП 001-2002. Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты. – Взамен СТП 05.09.1997; введ. 01.04.2002. – Минск: БГТУ, 2002. – 240 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Программа дисциплины .....	5
Часть 1. Оборудование керамических и огнеупорных заводов	5
Часть 2. Основы проектирования керамических и огнеупор-	
ных заводов .....	9
2. Методические указания по изучению дисциплины .....	11
3. Варианты контрольных заданий.....	17
Контрольная работа № 1 .....	17
Контрольная работа № 2 .....	22
Литература .....	26
Основная .....	26
Дополнительная .....	27

**ОБОРУДОВАНИЕ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ПОДОТРАСЛИ  
(КЕРАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА)**

Составители:

**Пищ** Иван Владимирович  
**Левицкий** Иван Адамович

Редактор *Е. К. Лабоха*  
Компьютерная верстка *Е. К. Лабоха*  
Корректор *Е. К. Лабоха*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».  
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.