

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

щодо організації самостійної роботи студентів з вибіркової навчальної  
дисципліни циклу професійної та практичної підготовки

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛУЗІ**

для студентів денної форми навчання

Галузь знань: 0513 Хімічна технологія та інженерія

Напрямок підготовки: 6.051301 Хімічна технологія – ТТМ

Донецьк, 2010

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ****ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА****МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

щодо організації самостійної роботи студентів  
з вибіркової навчальної дисципліни  
циклу професійної та практичної підготовки

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛУЗІ**

для студентів денної форми навчання

Галузь знань: 0513 Хімічна технологія та інженерія

Напрямок підготовки: 6.051301 Хімічна технологія – ТТМ

Розглянуто  
на засіданні кафедри  
прикладної екології та охорони навколишнього середовища

Протокол № 3 від «21» «жовтня» 2010р.

Затверджено на засіданні  
навчально-видавничої  
Ради ДонНТУ

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » « \_\_\_\_\_ » 20\_\_ р

Донецьк, 2010

УДК 666.317(076.5)

Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи студентів з вибіркової навчальної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Хімічна технологія галузі» для студентів денної форми навчання галузі знань 0513 «Хімічна технологія та інженерія» напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» - ТТМ / Укл. М.Й. Біломеря, А.Ю. Шевченко, О.А. Трошина, К.Г. Криворучко . – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 22 с.

У методичних рекомендаціях викладено основні матеріали, які можуть бути корисні студентам при самостійному опрацюванні теоретичного та практичного матеріалу з вибіркової навчальної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Хімічна технологія галузі». Приведені зміст і обсяг матеріалу лекційного курсу, тематика і обсяг лабораторних робіт, тематика і вимоги щодо виконання домашнього індивідуального завдання, критерії оцінки знань студентів під час контрольних закладів.

Укладачі:

професор М.Й. Біломеря  
доцент А.Ю. Шевченко  
доцент О.А. Трошина  
доцент К.Г. Криворучко

Відповідальний  
за випуск

професор В.В. Шаповалов

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	5
1 Загальні положення.....	5
2 Зміст модулів лекційного матеріалу.....	6
2.1 Модуль 1. Основні властивості, методи і процеси виробництва керамічних і вогнетривких матеріалів і виробів .....	6
2.2 Модуль 2. Технологія вогнетривких матеріалів і виробів.. ..	8
2.3 Модуль 3. Технологія теплоізоляційних і неформованих матеріалів.....	10
3 Тести для самоконтролю.....	11
4 Перелік питань з модульних контролів.....	13
4.1 Питання з першого модульного контролю.....	13
4.2 Питання з другого модульного контролю.....	14
5 Тематика і обсяг лабораторних робіт.....	15
6 Індивідуальні домашні завдання.....	15
6.1 Організаційні вказівки.....	15
6.2 Методичні вказівки щодо виконання індивідуального завдання.....	18
7 Критерії оцінки знань студентів при проведенні модульного контролю.....	19
Перелік рекомендованої літератури.....	20

## ВСТУП

Підставою для розробки методичних рекомендацій щодо організації самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Хімічна технологія галузі» є навчальний план напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» - ТТМ та робоча програма дисципліни. Викладання курсу «Хімічна технологія галузі» здійснюється студентам напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» (ТТМ - Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів) у 7, 8 семестрах і є завершальним при вивченні дисциплін основної спеціалізації при навчанні за програмою бакалавра. Навчальний план і програма курсу спрямовані на підготовку спеціалістів сучасного рівня, враховують основні тенденції розвитку технології кераміки і вогнетривів, а також вимоги до підготовки висококваліфікованих інженерів-технологів.

Згідно з Положенням про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах та з Галузевим стандартом вищої освіти України, самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Використання у навчальному процесі методичних рекомендацій щодо організації самостійної роботи студентів буде сприяти покращенню засвоєння студентами матеріалу курсу.

### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою курсу «Хімічна технологія галузі» є надання студентам сучасного наукового уявлення про основні процеси і методи керамічної технології, структуру і властивості керамічних і вогнетривких матеріалів. Основні завдання курсу: ознайомити студентів з найважливішими видами і властивостями керамічних, вогнетривких матеріалів та виробів, з технологічними схемами й процесами їх виробництва.

Внаслідок вивчення курсу «Хімічна технологія галузі» студент повинен знати: найважливіші види та властивості керамічних, вогнетривких матеріалів; основні процеси і методи їх виробництва; сировинні матеріали; фізико-хімічні основи технології; основи технологічних розрахунків; принципи будування технологічних схем; тенденції розвитку хімічної технології галузі.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен уміти: зобразити схему виробництва вогнетривкого матеріалу та описати її; виконати розрахунок матеріального балансу виробництва; за заданими умовами служби підібрати вогнетривкий матеріал для застосування; знайти необхідну інформацію у відповідній науково-технічній літературі.

З метою закріплення теоретичних знань з основ технології виготовлення керамічних і вогнетривких матеріалів і виробів, вивчення стандартних методик, придбання навичок контролю й дослідження властивостей сировини, напівфабрикатів і готових виробів при вивченні курсу «Хімічна технологія галузі» проводяться лабораторні роботи. Крім того, студент виконує індивідуальне домашнє завдання, що фактично є аналітичним оглядом літературних джерел з обраної теми.

## **2 ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ**

### **2.1 Модуль 1. Основні властивості, методи і процеси виробництва керамічних і вогнетривких матеріалів і виробів**

#### **2.1.1 Лекція 1. Вступ**

Значення керамічних матеріалів у господарстві. Історія розвитку керамічного і вогнетривкого виробництва. Технологічні види кераміки. Перспективи розвитку керамічних і вогнетривких матеріалів. Питання охорони навколишнього середовища й утилізація відходів. Характеристика технологічних видів кераміки по щільності, пористості, властивостям, призначенню. Класифікація кераміки за вогнетривкістю, хіміко-мінералогічним складом. Класифікація вогнетривких матеріалів за ступенем вогнетривкості, за формою виробів, за способами формування, за характером термічної обробки. Спеціальна технічна кераміка.

#### **2.1.2 Лекція 2. Структура і властивості керамічних матеріалів, правильність форми і розмірів**

Структура й пористість кераміки. Макро- і мікроструктура, їх характеристики. Пористість і проникність кераміки. Характеристика пор й показники пористості. Характеристика ступеню спікання кераміки й вогнетривів за пористістю. Правильність форми і точність розмірів кераміки і вогнетривів. Причини, що викликають зміни форми і розмірів. Значення правильності форми і розмірів при експлуатації. Допустимі відхилення для різних видів виробів.

#### **2.1.3 Лекція 3. Механічна міцність кераміки і вогнетривів**

Показники визначення механічної міцності. Пружна і пластична деформація. Міцність різних видів кераміки і вогнетривів. Ударна стійкість. Термомеханічні властивості кераміки і вогнетривів. Короткочасна міцність при температурах служби. Температура деформації під навантаженням, засоби її визначення. Характеристики деформації під навантаженням. Повзучість кераміки. Релаксація напруг у керамічних й вогнетривких виробках. Утома кераміки. Старіння вогнетривів. Стійкість матеріалів при високих температурах. Причини зміни об'єму. Можливі наслідки зміни об'єму й шляхи збереження постійності об'єму.

#### **2.1.4 Лекція 4. Термічні властивості кераміки й вогнетривів**

Вогнетривкість кераміки. Засоби визначення вогнетривкості. Вогнетривкість різноманітних видів вогнетривів. Термічна стійкість кераміки і вогнетривів. Фактори, що впливають на термічну стійкість кераміки і вогнетривів. Практичні засоби визначення термостійкості. Характеристика термостійкості окремих видів, кераміки і вогнетривів.

### **2.1.5 Лекція 5. Теплофізичні властивості кераміки і вогнетривів**

Теплоємність та її характеристика. Види теплоємності. Залежність теплоємності від пористості, щільності, типу матеріалу. Теплопровідність та її характеристика. Значення теплопровідності в теплоізоляції промислових агрегатів. Температуропровідність, її визначення. Залежність від властивостей керамічного матеріалу. Термічне розширення, його характеристика. Залежність термічного розширення від будови кераміки і міцності хімічних зв'язків. Показники термічного розширення керамічних і вогнетривких матеріалів.

### **2.1.6 Лекція 6. Електрофізичні властивості, хімічна та радіаційна міцність кераміки і вогнетривів**

Значення електрофізичних властивостей. Найважливіші електрофізичні властивості кераміки (електропровідність, діелектрична проникність, діелектричні втрати), їх визначення, характеристики. Електрична міцність, види пробою діелектриків. Характеристика хімічної стійкості. Характерні види хімічного зруйнування кераміки. Хімічна міцність глазури. Характеристика радіаційної стійкості. Вплив дози випромінювання, розігріву. Стійкість кераміки до радіаційного випромінювання.

### **2.1.7 Лекція 7. Основні процеси і методи керамічної технології**

Основні стадії керамічного виробництва (підготовка, здрібнювання, змішування компонентів, підготовка маси, формування напівфабрикатів, виведення тимчасової зв'язки (сушіння), додаткові спеціальні процеси (механічна обробка, глазурування, декорування). Призначення основних стадій технологічного процесу. Основні варіанти схем готування керамічних мас. Формування керамічних і вогнетривких виробів із різних мас. Методи формування. Сушіння керамічного напівфабрикату. Умови, що впливають на процес сушіння.

### **2.1.8 Лекція 8. Випал керамічних і вогнетривких виробів**

Призначення стадії випалу. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються при випалі. Спікання, стадії спікання, їх характеристики (рідинне спікання, спікання без розчинення, твердофазне спікання, дифузійне спікання). Спікання під тиском, переваги й недоліки. Реакційне спікання, його залежність від умов та масообміну, області застосування. Умови, що визначають режим випалу. Періоди випалу виробів.

## **2.2 Модуль 2. Технологія вогнетривких матеріалів і виробів**

### **2.2.1 Лекції 1-3. Алюмосилікатні вогнетриви**

Визначення алюмосилікатних вогнетривів. Поняття про шамотні вогнетриви. Сировинні матеріали для виробництва шамотних вогнетривів: вогнетривкі глини та каоліни; хіміко-мінералогічний склад глинистих матеріалів; зернистий склад; властивості (основність, вогнетривкість, пластичність, зв'язуюча здатність). Технологія шамотних вогнетривів : технологічні схеми виробництва шамотних вогнетривів при напівсухому пресуванні виробів та пластичному способі формування; опис технологічних схем, включно питання підготовки глини, виробництва шамоту, зернистого складу шамоту, змішування маси, формування виробів, сушіння та випалу. Фізико-хімічні процеси, які протікають при випалі шамотних вогнетривів. Виробництво шамотно-каолінових вогнетривів. Виробництво напівкислих вогнетривів. Властивості шамотних, напівкислих, каолінових вогнетривів.

### **2.2.2 Лекції 4-5. Високоглиноземисті та корундові вогнетриви**

Визначення, класифікація. Основні властивості високоглиноземистих вогнетривів. Сировинні матеріали для виробництва високоглиноземистих вогнетривів : природні матеріали (силікати глинозему, гідрати глинозему) та штучні (технічний глинозем, електрокорунд). Технологічні схеми виробництва й особливості виробництва мулітокремнеземистих, мулітових, мулітокорундових вогнетривів. Технологія виробництва корундових вогнетривів. Корундові вогнетриви зі спеченим черепком і зернистої будови. Властивості високоглиноземистих вогнетривів.

### **2.2.3 Лекція 6. Плавлені вогнетриви**

Загальні знання про плавеноліті вогнетриви. Загальні основи технології плавенолітих вогнетривів. Плавеноліті корундові вогнетриви. Плавеноліті алюмосилікатні вогнетриви. Плавеноліті баделеїто-корундові вогнетриви. Плавеноліті хромкорундові вогнетриви та хромалюмоцирконієві вогнетриви. Плавеноліті периклазошпінелідні вогнетриви. Електроплавка вогнетривів на блок. Виробництво плавеного периклазу, плавеної шпінелі, плавеного баделеїту, плавеного форстериту, плавеного кварцу.

### **2.2.4 Лекції 7-9. Кремнеземисті вогнетриви**

Визначення й класифікація. Модифікаційні перетворювання кремнезему. Динасові вогнетриви. Сировинні матеріали для виробництва динасових вогнетривів. Технологічна схема виробництва динасових вогнетривів та її опис : подрібнення кварцитів, характеристика та роль зернистого складу кварцитів, приготування мінералізаторів, змішування маси, формування виробів, сушіння, випал. Фізико-хімічні процеси, які відбуваються при випалі динасових



вогнетривів. Властивості динасових вогнетривів. Динасохроміт. Динасоциркон. Динасокарборунд. Динасокордієрит. Безвипалювальний динас. Вогнетриви з кварцового скла. Особливості кварцового скла як вогнетриву. Технологія вогнетривів з кварцового скла. Властивості виробів з кварцового скла.

### **2.2.5 Лекції 10-12. Магnezіальні вогнетриви**

Периклазові вогнетриви: визначення. Сировинні матеріали для виробництва периклазових вогнетривів. Виробництво спеченого периклазового порошку. Фізико-хімічні процеси, які відбуваються при випалі магнезиту. Технологічна схема виробництва периклазових виробів та її опис. Властивості периклазових вогнетривів. Вироби з електроплавненого периклазового порошку. Магnezіальносилікатні (форстеритові) вогнетриви: визначення, основні поняття. Сировина для виробництва форстеритових вогнетривів. Фізико-хімічні основи технології форстеритових вогнетривів. Технологічна схема виробництва форстеритових виробів та її опис. Периклазофорстеритові вогнетриви. Хромофорстеритові вогнетриви. Безвипалювальні вогнетриви. Властивості форстеритових вогнетривів. Магnezіальношпінелідні вогнетриви: визначення, класифікація. Поняття про шпінеліди. Природний хроміт. Технологія вогнетривів на основі магнеєвої шпінелі. Технологія виробництва хромопериклазових, периклазохромітових та периклазошпінелідних виробів та їх властивості. Фізико-хімічні основи виробництва периклазохромітових вогнетривів. Вироби з електроплавлених порошків. Безвипалювальні хромопериклазові вироби. Магnezіальновапняні (периклазовапняні) вогнетриви: визначення, асортимент. Сировинні матеріали для виробництва периклазовапняних вогнетривів (доломіт, препаративна смола). Технологія виробництва периклазовапняних вогнетривів: сирий доломіт, випал доломіту, виробництво смолодоломітових і смолодоломітопериклазових вогнетривів. Властивості смолодоломітових і смолодоломітопериклазових вогнетривів. Стабілізовані (водостійкі) доломітові вогнетриви.

### **2.2.6 Лекція 13. Цирконійвміщуючі вогнетриви**

Особливості діоксиду цирконію як вогнетривкового матеріалу. Поліморфізм діоксиду цирконію. Стабілізація діоксиду цирконію. Цирконієві вогнетриви (на основі діоксиду цирконію): особливості технології та властивості. Технологія виробництва та властивості цирконових вогнетривів (на основі циркону).

### **2.2.7 Лекції 14-15. Вуглецеві вогнетриви**

Класифікація. Особливості вуглецю як вогнетривкового матеріалу. Сировинні матеріали для виробництва вугільних вогнетривів (основні - термоантрацити, кокси, графіти; зв'язуючі - кам'яновугільна смола і пек). Технологія виробництва вугільних вогнетривів. Властивості вугільних виробів. Графітовані вогнетриви. Вуглецевміщуючі вогнетриви. Вогнетриви системи «тугоплавкий оксид-вуглець»

(корундографітові, графітошамотні, периклазовуглецеві). Виробництво і властивості карборунду. Асортимент карборундових виробів. Карборундові вогнетриви на глинистій зв'язці. Карборундові вогнетриви на зв'язці з нітриду кремнію та оксинітриду кремнію. Вироби з карборунду на органічній зв'язці. Карборундові вогнетриви без зв'язки (самозв'язані на кремнеземистій зв'язці, самозв'язані на карборундовій зв'язці). Шамотно-карборундові вогнетриви. Властивості карборундових виробів.

### **2.2.8 Лекція 16. Оксидні вогнетриви**

Загальна характеристика матеріалів на основі вогнетривких оксидів. Основні закономірності виробництва виробів з високовогнетривких оксидів. Принципова технологічна схема отримання оксидних вогнетривів. Використання виробів на основі оксидів : берилію, алюмінію, кальцію, цирконію, урану, торію.

### **2.2.9 Лекція 17. Безкисневі вогнетриви**

Поняття про тугоплавкі безкисневі сполуки. Кристалічна структура : сполуки з металоподібною структурою, сполуки з структурою ланцюжкового та шарового типу. Основні закономірності виробництва виробів із безкисневих сполук. Загальна характеристика та галузі застосування виробів із тугоплавких безкисневих сполук : карбідів, нітридів, боридів, силіцидів. Сіалони.

## **2.3 Модуль 3. Технологія теплоізоляційних і неформованих матеріалів**

### **2.3.1 Лекції 1-3. Теплоізоляційні матеріали та вироби**

Визначення та класифікація теплоізоляційних матеріалів. Виробництво легковагів методом додатків, що вигорають. Шамотні, каолінові, високоглиноземисті, динасові, корундові вогнетривкі легковаги, вироблені методом додатків, що вигорають. Виробництво легковагів способом газоутворення (піноутворення, хімічним способом). Шамотний пінолегковаг, корундовий пінолегковаг. Виробництво пустотілих мікросфер. Волокнисті матеріали : визначення, класифікація, загальна характеристика. Мінеральна вата, вироби з мінеральної вати. Технологія виробництва каолінової вати. Властивості каолінового волокна. Вироби на основі каолінового волокна. Полікристалічні волокна. Застосування теплоізоляційних матеріалів.

### **2.3.2 Лекції 4-7. Неформовані вогнетриви**

Визначення й класифікація. Перспективи виробництва і використання. Вогнетривкі мертелі і розчини. Вимоги до вогнетривких мертелів і розчинів. Властивості мертелів і розчинів : хіміко-мінералогічний склад, зернистий склад. Магнетитові, хромітові, хромомагнетитові, вуглецеві мертелі. Вогнетривкі бетони: поняття й класифікація, переваги й недоліки. В'язучі матеріали для вогнетривких бетонів: гідратаційні в'язучі (портландцемент, глиноземний

цемент, високоглиноземистий цемент, периклазовий цемент); полімерізаційні та перекристалізаційні в'язучі (алюмофосфатні зв'язки, силікатні та ін.); коагуляційні в'язучі, органічні в'язучі. Склад бетону. Наповнювачі для вогнетривких бетонів. Процеси формування й ущільнення вогнетривких бетонів. Торкрет-маси: отримання, застосування. Набивні маси : призначення, властивості.

### 3 ТЕСТИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Нижче наведені тести для самоконтролю студентів із засвоєння теоретичного матеріалу навчальної дисципліни.

#### 1. ВОГНЕТРИВКИМИ НАЗИВАЮТЬ МАТЕРІАЛИ, ЯКІ МАЮТЬ

- A. вогнетривкість не нижче 1350 °С
- B. температуру плавлення не нижче 1430 °С
- C. вогнетривкість не нижче 1580 °С

#### 2. ШАМОТНИМИ НАЗИВАЮТЬ ВИРОБИ,

- A. які вміщують оксиди алюмінія і кремнія як основні компоненти
- B. які отримують шляхом випалу вогнетривких глинистих матеріалів
- C. які виготовляють із вогнетривких глин і каолінів зі спісненням їх шамотом

#### 3. МУЛІТОКРЕМНЕЗЕМИСТІ, МУЛІТОВІ, МУЛІТОКОРУНДОВІ ВИРОБИ ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ВОГНЕТРИВІВ, ЩО НАЗИВАЮТЬ

- A. алюмосилікатними
- B. корундовими
- C. високо глиноземистими

#### 4. ЯК ОСНОВНУ СИРОВИНУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИНАСУ ВИКОРИСТОВУЮТЬ

- A. кварцити і кварцеві пісковики
- B. кварцити і кварцеві піски
- C. кристалічні кварцити

#### 5. У ВИПАЛЕНОМУ МАГНЕЗИТІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЕРИКЛАЗОВИХ ВОГНЕТРИВІВ ПОВИННО БУТИ ОКСИДУ МАГНІЮ НЕ МЕНШ, НІЖ

- A. 91%
- B. 93%
- C. 95%

#### 6. ФОРСТЕРИТОВІ ВИРОБИ ВИПАЛЮЮТЬ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ

- A. 1350 °С
- B. 1500 °С
- C. 1650 °С

7. ЯК ЗВ'ЯЗКУ У СМОЛОДОЛОМІТОВИХ ВОГНЕТРИВАХ ВИКОРИСТОВУЮТЬ

- A. препаративану смолу
- B. кам'яновугільну смолу
- C. антраценове мастило

8. ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТОСУВАННЯ ВИРОБІВ З ДИОКСИДУ ЦИРКОНІЯ СКЛАДАЄ

- A. 1900-2100 °C
- B. 2100-2300 °C
- C. 2300-2500 °C

9. НЕДОЛІКОМ ВУГЛЕЦЮ ЯК ВОГНЕТРИВКОГО МАТЕРІАЛУ Є ЙОГО

- A. окислюваність при нагріванні
- B. низька температура плавлення
- C. здатність до гідратації

10. ЯК ОСНОВНУ СИРОВИНУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КАРБОРУНДА ВИКОРИСТОВУЮТЬ НАФТОВІ КОКСИ АБО МАЛОЗОЛЬНІ АНТРАЦИТИ І ЧИСТІ

- A. кварцові піски
- B. кварцити
- C. перліти

11. СПІКАННЯ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ БЕЗКИСНЕВИХ ТУГОПЛАВКИХ СПОЛУЧЕНЬ ПРИ ВИПАЛЮВАННІ ВІДБУВАЄТЬСЯ ЗА МЕХАНІЗМОМ

- A. дифузійного переміщення речовини
- B. рекристалізації
- C. рідинного спікання

12. ВИРОБНИЦТВО ЛЕГКОВАГИХ ВОГНЕТРИВІВ ПРИ УВЕДЕННІ АНТРАЦИТА І КОКСА ЯК ДОДАТКІВ, ЩО ВИГОРАЮТЬ, ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ СПОСОБОМ

- A. пластичного формування
- B. напівсухого пресування
- C. шлікерного лиття

13. ВОГНЕТРИВКІ МЕРТЕЛІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ДЛЯ

- A. зв'язування кирпичей вогнетривкої кладки
- B. футерівки промислових печей
- C. ремонту вогнетривкої кладки

14. НЕФОРМОВАНІ ВОГНЕТРИВИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПОРИСТОСТІ ПОДІЛЯЮТЬ НА

- A. щільні і теплоізоляційні

- В. високощільні і низькощільні
- С. щільні і пористі

#### 15. ВОГНЕТРИВКІ БЕТОНИ СКЛАДАЮТЬСЯ З

- А. заповнювача, в'язучого, додатків
- В. заповнювача, в'язучого
- С. заповнювача, в'язучого, води

### 4 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ З МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛІВ

Підсумковий контроль з оволодіння лекційним матеріалом здійснюється у вигляді екзамену (модульного контролю).

#### 4.1 Питання з першого модульного контролю

1. Поняття про вогнетривкі матеріали та вироби; загальні вимоги до них.
2. Галузі застосування вогнетривів; тенденції розвитку їх виробництва і споживання.
3. Класифікація вогнетривів.
4. Сировинні матеріали для виробництва шамотних вогнетривів.
5. Наведіть і опишіть технологічну схему виробництва шамотних вогнетривів методом напівсухого пресування виробів.
6. Наведіть і опишіть технологічну схему виробництва шамотних вогнетривів методом пластичного формування виробів.
7. Фізико-хімічні основи виробництва шамотних вогнетривів.
8. Особливості властивостей і технології виробництва каолінових вогнетривів.
9. Особливості властивостей і технології виробництва напівкислих вогнетривів.
10. Властивості шамотних вогнетривів.
11. Сировинні матеріали для виробництва високоглиноземистих виробів.
12. Виробництво мулітокремнеземистих виробів.
13. Виробництво мулітокорундових виробів на основі природних матеріалів.
14. Виробництво мулітокорундових виробів на основі технічного глинозему.
15. Корундові вироби зі спеченим черепком.
16. Виробництво корундових виробів зернистої будови.
17. Властивості високоглиноземистих вогнетривів.
18. Плавлені вогнетриви. Технологія виробництва, види плавлених вогнетривів.
19. Сировинні матеріали для виробництва динасових вогнетривів.
20. Мінералізатори у виробництві динасових вогнетривів (призначення, характеристика, вимоги до них).
21. Технологічна схема виробництва динасових вогнетривів і її характеристика.
22. Фізико-хімічні основи виробництва динасових вогнетривів.
23. Властивості динасових вогнетривів.

24. Вогнетриви на основі кварцового скла.

#### 4.2 Питання з другого модульного контролю

1. Периклазові вогнетриви. Сировинні матеріали для виробництва.
2. Виробництво спеченого периклазового порошка (фізико-хімічні основи, технологія виробництва).
3. Технологічна схема виробництва периклазових вогнетривів, її характеристика.
4. Сировинні матеріали й фізико-хімічні основи технології виробництва магнезійно-силікатних вогнетривів.
5. Технологічна схема виробництва магнезійно-силікатних вогнетривів, її характеристика.
6. Шпінелідні вогнетриви. Поняття про шпінеліди. Природний хроміт.
7. Виробництво периклазошпінелідних вогнетривів.
8. Периклазовапняні вогнетриви. Сировинні матеріали для їх виробництва.
9. Виробництво периклазовапняних вогнетривів.
10. Виробництво смолодоломітових вогнетривів.
11. Цирконієві вогнетриви.
12. Цирконові вогнетриви.
13. Вуглецеві вогнетриви. Сировинні матеріали. Технологія виробництва.
14. Карборундові вогнетриви. Асортимент. Отримання карборунду.
15. Виробництво карборундових вогнетривів на глиняній зв'язці.
16. Виробництво карборундових вогнетривів на нітридній зв'язці.
17. Виробництво самозв'язаних карборундових вогнетривів.
18. Вогнетриви на основі високовогнетривких оксидів.
19. Вогнетриви на основі тугоплавких безкисневих сполук.
20. Теплоізоляційні вироби. Класифікація. Галузь застосування.
21. Виробництво легковагих вогнетривів методом додатків, що вигарають.
22. Виробництво легковагих вогнетривів методом піноутворення.
23. Виробництво легковагих вогнетривів методом хімічного газоутворення.
24. Волокнисті теплоізоляційні вироби. Поняття, класифікація. Мінеральна вата.
25. Каолінове волокно.
26. Класифікація й загальні знання про неформовані вогнетриви.
27. Вогнетривкі бетони.
28. В'язучі матеріали для вогнетривких бетонів.
29. Торкрет-маси, набивні маси.
30. Вогнетривкі мертелі і розчини.

## 5 ТЕМАТИКА І ОБСЯГ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

№ п/п	Тема і зміст лабораторних занять	Обсяг лабораторних занять (ак. год.)
1	Визначення води затворіння глини	<b>6</b>
2	Визначення числа пластичності глини	<b>6</b>
3	Визначення зв'язуючої здатності глини	<b>6</b>
4	Визначення чутливості глин до сушки	<b>6</b>
5	Визначення усадки глин під час сушіння і випалу	<b>6</b>
6	Визначення в'язкості, загущення та розрідження глинистих шлікерів	<b>6</b>
7	Визначення швидкості набору маси керамічного черепка та водовіддачі литейних шлікерів	<b>6</b>
8	Визначення колоїдальності глин	<b>6</b>
<b>Всього лабораторних занять</b>		<b>48</b>

Лабораторний практикум виконується на підставі методичних вказівок [1, 2]. Підсумковий контроль з лабораторного практикуму здійснюється у вигляді заліку. Для отримання заліку студент повинен виконати заплановані лабораторні роботи, оформити й захистити звіт з лабораторної роботи.

## 6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

### 6.1 Організаційні вказівки

Індивідуальне завдання присвячене одному із конкретних видів тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів або виробів і складається із двох частин. У першій частині завдання розглядаються властивості й застосування продукції, її значення; а в другій частині надається опис технології виробництва. Вибір теми завдання здійснюється студентом, узгоджується з викладачем. Примірний перелік тем для виконання індивідуальних завдань:

- будівельне вапно;
- кольорові цементи;

- азбестоцементні вироби;
- глиноземистий цемент;
- портландцемент;
- гіпсові плити;
- керамзит;
- пористе скло;
- декорування скла;
- ситали;
- натрій-кальційсилікатне скло;
- листове скло;
- поліроване скло;
- оптичне скло;
- молочне скло;
- вузькогорла склотара;
- електрофарфорові вироби;
- силікатна цегла;
- керамічна цегла;
- керамічна черепиця;
- покрівельна кераміка;
- керамічні сантехнічні вироби;
- облицювальна керамічна плитка;
- фасадна глазурована плитка;
- плитка для підлоги;
- хімічно стійкі керамічні вироби;
- абразивні матеріали;
- декорування керамічних виробів;
- керамічні глазурі;
- керамічні фарби;
- майолікові вироби;
- господарчий фаянс;
- порцеляновий посуд;
- магнезіальні в'язучі;
- фосфатні в'язучі;
- вогнетривкі бетони;
- торкрет-маси;
- волокнисті теплоізоляційні вироби;
- вогнетривкі теплоізоляційні вироби на основі додатків, що вигорають;
- вогнетривкі теплоізоляційні вироби, отримані методом піноутворення;
- теплоізоляційний картон на основі базальтового волокна;
- мінераловатні будівельні мати;
- периклазові вогнетриви;
- периклазохромітові вогнетриви;
- форстеритові вогнетриви;
- високощільний динас;
- шамотно-каолінові вироби;



- мулітокремнеземисті вогнетриви;
- мулітові вогнетриви на основі природної сировини;
- корундові вогнетриви на основі технічного глинозему;
- високоглиноземисті вироби на основі електрокорунду;
- вироби на основі кварцового скла;
- цирконієві вогнетриви;
- вуглецеві вогнетриви;
- плавленолиті вогнетриви;
- вогнетриви для безстопорної розливки сталі;
- вогнетриви для футеровки й ремонту коксових печей;
- технічна кераміка на основі безкисневих сполук;
- технічна кераміка на основі сполук цирконію;
- технічна кераміка на основі сполук титану;
- технічна корундова кераміка;
- вироби на основі карборунду;
- вироби на основі нітриду кремнію;
- електротехнічна кераміка;
- магнітом'які ферити;
- п'єзокерамічні вироби;
- адсорбенти на основі алюмосилікатних матеріалів;
- пориста кераміка.

Обсяг роботи складає 20-30 сторінок. Зміст індивідуального завдання складається з наступних частин:

	Кількість аркушів
- Титульний лист	1
- Зміст	1
- Вступ	1
- 1 Історія розвитку виробництва продукції та її використання	1-2
- 2 Значення й застосування продукції в господарстві	1-2
- 3 Властивості продукції	2-3
- 4 Сировинні матеріали, їх характеристика і роль у технологічному процесі	2-3
- 5 Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва	2-3
- 6 Фізико-хімічні основи виробництва	2-3
- 7 Опис технологічної схеми виробництва продукції	3-4
- Висновки	1
- Перелік посилань	1

Виконання студентом індивідуального завдання включає наступні етапи: ознайомлення із завданням; підбір матеріалів за допомогою науково-технічної, довідкової літератури, стандартів та ін.; вибір конкретних шляхів вирішення

конкретних питань (виробничих задач) з однієї із заданих хімічних технологій тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів; написання, оформлення, захист роботи. Ініціатива прийняття того чи іншого технічного рішення належить студенту, який повинен звертати увагу на більш сучасні й оптимальні методи й процеси технології виробництва матеріалів. Виконане індивідуальне завдання подається на перевірку викладачу, якщо не має зауважень до роботи, здійснюється захист. При захисті домашнього завдання студент повинен вміти відповісти на різні запитання, пов'язані з темою завдання. Кінцевий термін виконання й захисту завдань - 15-16 тиждень.

## **6.2 Методичні вказівки щодо виконання індивідуального завдання**

Конкретний зміст складових частин індивідуального завдання наведений нижче.

Титульний аркуш, зміст, перелік посилань оформлюються згідно загальноприйнятим положенням.

У вступі виконують загальну постановку проблеми; потрібно вказати актуальність обраної теми; стисло описати характеристику продукції у порівнянні з іншими альтернативними матеріалами. Треба також розкрити перспективи виробництва й використання даної продукції.

У розділі «Історія розвитку виробництва продукції та її використання» стисло викладають історію розвитку галузі, яка виробляє продукцію, що розглядається. Роблять оцінку досягнень вітчизняних і закордонних вчених.

У розділі «Значення й застосування продукції в господарстві» описують значення продукції для народного господарства та її застосування.

У розділі «Властивості продукції» необхідно дати характеристику основних властивостей готової продукції (наприклад, хімічного й фазового складу, механічної міцності, термостійкості, вогнетривкості, хімічної стійкості та ін. з наданням конкретних показників і посиланням на державні стандарти (ТУ, ДСТУ), описати її призначення, умови служби, вплив окремих факторів на властивості матеріалів і виробів.

У розділі «Сировинні матеріали, їх характеристика і роль у технологічному процесі» потрібно обґрунтувати вибір сировинних матеріалів; роль і значення кожного компонента в масі (в'язучі, спіснюючі, плавні, спеціальні добавки та ін.). Навести кількісні й якісні характеристики сировини: хімічний, мінералогічний, гранулометричний склади, кількість домішок та їх вплив на якість продукції, фізико-хімічні властивості. Вказати вимоги до сировини у відповідності з державними стандартами. Зробити висновки про запаси сировини.

У розділі «Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва» приводиться обґрунтування вибору оптимальної технологічної схеми й способу виробництва та опис її особливостей і переваг, виходячи з заданої якості продукції, властивостей сировини, виду палива й перспектив подальшого розвитку й удосконалення виробництва, а також з урахуванням досвіду виробництв з аналогічними виробничими умовами. Основні критерії, які

визначають техніко-економічну доцільність обраного способу виробництва: витрати сировини й енергії на одиницю продукції, якість продукції, санітарно-гігієнічні умови, екологічна безпека.

У розділі «Фізико-хімічні основи виробництва» вказують усі фізико-хімічні перетворення, що відбуваються в матеріалі в процесі технологічних операцій (при подрібненні, змішуванні, зволоженні, формуванні, сушінні, випалюванні) і які забезпечують отримання потрібного мінералогічного складу, структури, фізико-хімічних й інших властивостей готової продукції.

У розділі «Опис технологічної схеми виробництва» описують шлях, який проходить сировина через усі технологічні операції: підготовку сировинних матеріалів, приготування керамічної маси (шихти), формування, сушіння, випал та інші необхідні перероблення. При цьому потрібно привести технологічні параметри (вологість маси, гранулометричний склад, тривалість процесу, тиск формування, температуру сушіння і випалу та ін.), обґрунтувати вибір необхідного обладнання й агрегатів, приділяючи особливу увагу питанням механізації й автоматизації.

Висновки повинні містити аналіз результатів літературного огляду з розглянутої проблеми, підсумки проведеної роботи: техніко-економічне обґрунтування вибору технології виробництва, сировинних матеріалів і обладнання, технологічних процесів, які забезпечують отримання якісної продукції.

## **7 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

Білет з модульного контролю містять теоретичні питання й тестові завдання.

При перевірці відповіді на кожне теоретичне запитання іспиту виставляється диференційована оцінка.

«ВІДМІННО» виставляється, якщо при відповіді на питання студент:

- виявив всебічні, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу;
- показав знання основної та додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.

«ДОБРЕ» виставляється, якщо при відповіді на питання студент:

- виявив повне знання програмного матеріалу;
- показав знання основної літератури, передбаченої програмою на рівні аналогічного відтворення.

«ЗАДОВІЛЬНО» виставляється, якщо при відповіді на питання студент:

- виявив повні знання програмного матеріалу в об'ємі, що необхідний для подальшого навчання та роботи;

- показав знання основної літератури, передбаченої програмою на рівні репродуктивного відтворення.

«НЕЗАДОВІЛЬНО» виставляється, якщо при відповіді на питання студент:

- виявив серйозні пробіли в знаннях основного матеріалу;
- допустив принципові помилки, які не дали можливості виконати завдання на рівні репродуктивного відтворення.

Відповідь на тестове завдання, що входить до екзаменаційного білету, оцінюється наступним чином:

«ВІДМІННО» виставляється, якщо на всі запитання тестового завдання наведені вірні відповіді.

«ДОБРЕ» виставляється, якщо на всі, крім одного, питання тестового завдання наведені вірні відповіді.

«ЗАДОВІЛЬНО» виставляється, якщо на одне з трьох питань тестового завдання наведена вірна відповідь.

«НЕЗАДОВІЛЬНО» виставляється, якщо на жодне питання з тестового завдання немає вірної відповіді.

Загальна оцінка модульного контролю (відповідей на теоретичні питання і тестове завдання екзаменаційного білету) виставляється як середнє арифметичне з оцінок відповідей на окремі теоретичні питання і оцінки за тестове завдання.

Семестрова екзаменаційна оцінка проставляється студентам, які позитивно склали МК1 і МК2 і виконали і захистили всі завдання, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни (індивідуальні завдання, лабораторні роботи).

## **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

### *Основна література*

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Химическая технология керамики и огнеупоров» (для студентов специальности 25.08 дневной и заочной форм обучения) / Сост.: Н.И. Беломеря, А.И. Панасенко, Ю.Н. Белогуров. – Донецк: ДПИ, 1989. – 44 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Химическая технология керамики и огнеупоров» (для студентов специальности 7.091606 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов») / Сост. Н.И. Беломеря, А.Ю. Шевченко, В.В. Мнускина. – Донецк: ДонНТУ, 2003. – Ч.2. – 58 с.
3. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П.П. Будникова. – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.
4. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. - М.: Metallurgia, 1985. – 480 с.

5. Стрелов К.К. и др. Технология огнеупоров/ К.К. Стрелов, И.Д. Кашеев, П.С. Мамыкин. - М.: Metallurgy, 1988. – 528 с.

*Додаткова література*

6. Стрелов К.К., Кашеев И.Д. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. М.: Metallurgy, 1996. – 608 с.
7. Стрелов К.К. Структура и свойства огнеупоров. 2-е изд. – М.: Metallurgy, 1982. – 208 с.
8. Огнеупорное производство: Справочник/ Под ред. Д.И. Гавриша. – М.: Metallurgy, 1965. – Т.1.- 578 с. - Т.2. – 583 с.
9. Производство огнеупоров полусухим способом/ Под ред. А.К.Карклита. – М.: Metallurgy, 1981. – 320 с.
10. Кайнарский И.С. Процессы технологии огнеупоров. М.: Metallurgy, 1969. – 352 с.
11. Кайнарский И.С. Динас. – М.: Metallurgy, 1961. – 567 с.
12. Кайнарский И.С., Дегтярева Э.В. Основные огнеупоры. – М.: Metallurgy, 1974. – 367 с.
13. Кайнарский И.С., Дегтярева Э.В., Орлова И.Г. Корундовые огнеупоры и керамика. М.: Metallurgy, 1981. – 168 с.
14. Бакалкин А.П., Питак Н.В., Дегтярева Э.В. и др. Физико-химические процессы производства и применение огнеупоров. – М.: Metallurgy, 1981. – 84 с.
15. Огнеупоры и их применение. Пер. с япон. / Под ред. Инамуры Я.М. М.: Metallurgy, 1984. – 448 с.
16. Плавленные огнеупорные оксиды/ Соколов А.Н., Ашимов У.Б., Болотов А.В. и др. – М.: Metallurgy, 1988. – 232 с.
17. Балкевич В.Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
18. Прилипко Ю.С. Функциональная керамика. Оптимизация технологии: Монография. – Донецк: Норд-пресс, 2007. – 492 с.
19. Стрелов К.К., Кашеев И.Д. Технический контроль производства огнеупоров. – М.: Metallurgy, 1986. – 240 с.
20. Лукин Е.С., Андрианов Н.Т. Технический анализ и контроль производства керамики. М.: Стройиздат, 1986. – 272 с.
21. Практикум по технологии керамики и огнеупоров/ Под ред. Полубояринова Д.Н., Попильского Р.Я. М.: стройиздат, 1972. – 351 с.
22. Карклит А.К., Тихонова Л.А. Огнеупоры из высокоглиноземистого сырья. – М.: Metallurgy, 1974. – 152 с.
23. Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок. Справ. в 2-х кн. Кн. 1: Производство огнеупоров/ Под ред. И.Д. Кашеева. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. – 663 с.
24. Хорошавин Л.Б. и др. Магнезиальные огнеупоры: Справ. изд./ Л.Б. Хорошавин, В.А. Перепелицын, В.А. Кононов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 576 с.

25. Неформованные огнеупоры: Справ. изд. В 2-х томах. Т.1. Общие вопросы технологии/ Ю.Е. Пивинский. –М.: Теплоэнергетик, 2003. – 448 с.
26. Мороз И.И. и др. Справочник по фарфоро-фаянсовой промышленности/ И.И. Мороз, М.С. Комская, Л.Л. Олейникова. – Т. 2. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 352 с.
27. Канаев В.К. Новая технология строительной керамики. – М.: Стройиздат, 1990. – 264 с.
28. Круппа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов. – К.: В.ш., 1990. – 400 с.
29. Мороз И.Д. Фарфор, фаянс, майолика. – К.: Техника, 1975. – 352 с.
30. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 592 с.
31. Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий. – М.: Стройиздат, 1984. – 333 с.
32. Мороз И.И. Технология строительной керамики. – К.: Вища школа, 1985 – 384 с.
33. Химическая технология стекла и ситаллов/ Под ред.. Н.М. Павлушина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
34. Справочник по производству строительной керамики/ Под ред.. М.О.Юркевича. – М.: Стройиздат, 1961. – Т.1. – 464 с.

Рекомендується також використовувати періодичні видання (наприклад, журнали «Огнеупоры и техническая керамика», «Стекло и керамика» та ін.), статистичні бюлетені, матеріали з Інтернету, які у переліку посилань необхідно описати у згоді з вимогами стандарту.