

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів  
і матеріалознавства

**03-09-71М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни  
«Технологія сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
освітньо-професійною програмою «Технології будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів» спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою  
з якості ННІБА  
Протокол № 2 від 04.10.2022 р.

Рівне – 2022

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Марчук В. В. – Рівне : НУВГП, 2022. – 18 с.

Укладач: Марчук В. В., к.т.н., доцент кафедри ТБВіМ.

Відповідальний за випуск: Дворкін Л. Й., проф., д.т.н., зав.  
кафедрою технології  
будівельних виробів і  
матеріалознавства.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Дворкін Л. Й.

© В. В. Марчук, 2022

© НУВГП, 2022

## ЗМІСТ

1. Загальні рекомендації, вихідні дані та зміст курсового проекту....	4
2. Рекомендації до виконання окремих розділів курсового проекту .8	
2.1. Речовинний склад і характеристика сировини та одержуваного матеріалу .....	8
2.2. Матеріальний баланс виробництва.....	9
2.3. Вибір і обґрунтування способу і технології виробництва .....	9
2.4. Розробка технологічної схеми виробництва .....	10
2.5. Проектування виробничих підрозділів.....	11
2.5.1. Складське господарство.....	11
2.5.2. Підготовка, подрібнення (помел) сировини .....	12
2.5.3. Змішувальний цех (відділення).....	13
2.5.4. Формувальний цех (відділення) .....	14
2.6. Вибір технологічного обладнання.....	15
2.7. Теплова обробка, опорядження (фасування) готової продукції .....	16
2.8. Виконання техніко-економічного порівняння запропонованого виробництва з урахуванням екологічних аспектів з традиційною технологією виготовлення подібного матеріалу (виробу).....	17
Список основної рекомендованої літератури .....	18

# 1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ, ВИХІДНІ ДАНІ ТА ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

**Курсовий проект** з дисципліни "Технологія сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів" в умовах ЄКТС – це один із видів індивідуальних завдань навчально-дослідницького та проектно-конструкторського характеру, що має за мету не лише поглиблення, узагальнення і закріплення знань студентів із навчальної дисципліни, й застосування їх при вирішенні конкретного фахового завдання і вироблення вміння самостійно працювати із навчальною та науковою літературою, електронно-обчислювальною технікою, лабораторним обладнанням, використовуючи сучасні інформаційні ресурси та технології. Курсова робота є окремим заліковим кредитом навчальної дисципліни і оцінюється як самостійний вид навчальної діяльності студента.

Дана курсовий проект виконується у 2 семестрі і стосується розробки сучасних ресурсо- та енергозберігаючих технологій виробництва будівельних матеріалів і виробів на основі техногенної сировини.

Робота включає пояснювальну записку (до 25-30 сторінок) із необхідними технологічними розрахунками. Пропонується наступний склад роботи:

- вступ,
- технологічний аналіз техногенної сировини,
- матеріальний баланс виробництва,
- вибір і обґрунтування способу і технології виробництва,

- розробка технологічної схеми виробництва,
- проектування виробничих підрозділів, розрахунок складського господарства, змішувального і формувального відділення (цеху),
- вибір технологічного обладнання,
- теплова обробка,
- опорядження (пакування) готової продукції,
- техніко-економічне порівняння запропонованого виробництва з урахуванням екологічних аспектів з традиційною технологією виготовлення подібного матеріалу (виробу),
- список використаної літератури.

Робота оформляється у вигляді зброшурованого звіту на стандартних аркушах формату А4 рукописним способом або за допомогою ЕОМ. Графічна частина має бути подана аркушем формату А1, на якому зображується технологічна схема виробництва, основне технологічне обладнання і його технічні характеристики, технічні (фізико-механічні) характеристики отриманої продукції.

Вихідні дані, що необхідні для виконання курсової роботи, вказуються у завданні, яке видається викладачем. Студентам також надається право вільного вибору теми роботи із запропонованого кафедрою переліку або пропонувати свої теми. У завданні на курсову роботу вказуються тема курсової роботи, склад роботи, вихідні дані (місце розташування виробництва, сировина, номенклатура продукції і продуктивність виробництва).

Проект повинен бути виконаний у повній відповідності до завдання. На титульній сторінці необхідно вказати назву вищого навчального закладу, факультет, кафедру, тему курсової роботи, прізвище, ім'я та по батькові студента, посаду, прізвище та ініціали викладача, що перевіряє та приймає роботу.

Студент, що виконав роботу не за варіантом, а також не у відповідності до зазначених вимог, не допускається до її захисту.

Захист курсової роботи проводить комісія у складі двох-трьох викладачів кафедри, у тому числі керівника курсового проекту.

Якість виконання курсового проекту та результати її захисту оцінюються за шкалою оцінювання ECTS.

Критерії оцінювання курсового проекту наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Орієнтовний розподіл балів за виконання курсового проекту

№	Вид контролю	Сума балів
1	Вчасність виконання розділів (відповідно плану), 4...5етапів	20
2	Якість виконання роботи:	
2.1	Правильність, точність, повнота розрахунків.	20
2.2	Оформлення пояснювальної записки	5
2.3	Оформлення графічної частини	10
	Всього	35
3	Захист роботи	40
Разом		100

Теми курсових робіт із даної дисципліни відносяться до технологій виробництва будівельних матеріалів переважно із техногенної сировини (як правило це завод, цех або технологічна лінія виробництва певного матеріалу чи виробу з використанням ресурсо- та енергозберігаючих технологій). Орієнтовний перелік будівельних матеріалів, технологія виробництва яких розробляється у курсовій роботі, наведений нижче:

1/. Матеріали з відходів металургії: в'язучі речовини, заповнювачі, бетони, будівельні розчини матеріали зі шлакових розплавів і металургійних шлаків.

2/. Матеріали з відходів паливно-енергетичної промисловості: в'язучі речовини, заповнювачі, бетони, будівельні розчини, автоклавні, керамічні та склокерамічні матеріали, дорожньо-будівельні та ізоляційні матеріали, матеріали на основі горілих порід та відходів вуглезабагачення вугілля.

3/. Матеріали із застосуванням відходів хіміко-технологічних виробництв: на основі фосфорних шлаків, гіпсо- і вапномістких відходів, залізистих, сірковмісних і силікатних відходів, гідролізного лігніну, відходів целюлозно-паперового виробництва, поверхнево-активних речовин та електролітів, відходів коксо- та нафтохімічного виробництв, відходів розчинів і шлаків.

4/. Матеріали і вироби з відходів переробки деревини та іншої рослинної продукції: без використання в'язучих речовин, на основі органічних і мінеральних в'язучих.

5/. Матеріали з відходів гірничорудної промисловості і промисловості будівельних матеріалів: заповнювачі на основі

залізистих кварцитів і відходів промисловості нерудних матеріалів, бетонні вироби з використанням цих заповнювачів, в'язучі та автоклавні матеріали на основі відходів подрібнення гірських порід, матеріали з відходів виробництва будівельних матеріалів (цементний пил, азбестоцементні відходи, скляні, мінераловатні і керамічні відходи.

6/. Матеріали з відходів споживання та міського господарства: будівельні відходи, макулатура і текстильні відходи, відходи полімерних матеріалів, гумові та каучукові відходи, подрібнені та зруйновані цементні та асфальтові бетони.

## **2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **Вступ**

У вступі до курсової роботи наводяться загальні теоретичні міркування щодо сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, використання техногенної сировини замість природної.

Необхідно коротко описати основні напрямки і технології використання даного виду сировини для виготовлення будівельних матеріалів, екологічні аспекти та економічні переваги.

### **2.1. Речовинний склад і характеристика сировини та одержуваного матеріалу**

В даному розділі потрібно висвітлити хіміко-мінералогічний і фазовий склад сировини, фізичні властивості, дисперсність, вологість і її наявну кількість, розташування і доступність сировини для виробництва, і зробити її технологічний аналіз щодо



можливості і доцільності її використання для отримання запланованої продукції. Для отримання цих даних необхідно використати відповідну технічну літературу, довідники та електронні ресурси Internet.

## **2.2. Матеріальний баланс виробництва**

У цьому розділі, використовуючи, згідно із темою курсової роботи, відомі формули із відповідних дисциплін ("в'язучі речовини", "заповнювачі для бетону", "технологічні лінії виробництва бетонних і залізобетонних виробів", "технологія опоряджувальних, теплоізоляційних і гідроізоляційних матеріалів", "технологія стінових керамічних та автоклавних виробів", "технологія полімерних будівельних матеріалів", "технологія будівельних матеріалів і виробів з місцевої сировини"), визначають розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання в годинах для всіх запроєктованих цехів і відділень. Визначаються також витрати сировинних матеріалів для кожної технологічної операції з урахуванням відповідних втрат. Результати розрахунків необхідно показати у зведеній таблиці розрахунку продуктивності підприємства, у кінці розділу необхідно навести підсумкові витрати основних матеріалів.

## **2.3. Вибір і обґрунтування способу і технології виробництва**

Вибір технології виробництва базується на врахуванні технологічних властивостей сировинних матеріалів (необхідності і можливості подрібнення, помелу, змішування, теплової обробки, доцільного способу формування, опорядження та ін.), а також їх кількості і вимог екологічної безпеки. При визначенні способу

виробництва необхідно також дотримуватись вимог використання потокових технологічних ліній, найбільш доцільних для даного виду продукції.

#### **2.4. Розробка технологічної схеми виробництва**

Технологічна схема встановлює спосіб виробництва, склад процесів, які потрібні для виготовлення даної продукції і порядок їх виконання, надає можливість з урахуванням заданої потужності підібрати необхідне обладнання і умови його компонування.

Оптимальну технологічну схему визначають порівнянням кількох варіантів, маючи за мету досягнення найповнішого використання обладнання, виробничих планів, матеріальних і енергетичних ресурсів, високого рівня механізації і автоматизації виробничих процесів.

При виготовленні в'язучих матеріалів залежно від особливостей приготування сировинних шихт розрізняють мокрий, сухий, напівсухий і комбінований способи виробництва. Необхідно враховувати, що помел і теплова обробка шихти на основі техногенної сировини, як правило, менш енергоємні, ніж при використанні природної сировини, або взагалі не використовуються. Менш енергоємними є також процеси спікання при виготовленні керамічних виробів на основі відходів.

При виготовленні штучних матеріалів перевага, як правило, надається найбільш продуктивним і високо механізованим конвеєрним лініям. Сушка плитних виробів здійснюється у щілинних сушарках.

## **2.5. Проектування виробничих підрозділів**

### 2.5.1. Складське господарство.

Спосіб зберігання техногенної сировини визначають залежно від її фізичного стану, вологості, гранулометрії і міркувань екологічної безпеки. Сировину у вигляді рідини (лужні розчини, електроліти, розчини ПАР та ін.) зберігають у цистернах, баках та басейнах. Сировину у вигляді водних суспензій (шлами, азбестоцементні відходи та ін.) – у шлам-басейнах та резервуарах. Тонкодисперсні сухі матеріали (зола-виносу, мелений шлак та ін.) – у силосах. Сипкі дисперсні матеріали різної вологості (гранульовані шлаки, відходи каменеподрібнення, фосфогіпс та ін.) – в котлованах, приямокках, залізобетонних або сталевих бункерах, чи спеціальних сховищах.

Склади сировини повинні бути обладнані мостовими, грейферними, або іншими видами кранів, стрічковими транспортерами та іншим транспортним обладнанням.

Норми зберігання техногенної сировини, що накопичується безпосередньо біля запроектованого підприємства приймають 3...7 діб, для привізної сировини – 10...30 діб.

Спосіб зберігання готової продукції також визначають залежно від її фізичного стану, вологості, гранулометрії і міркувань екологічної безпеки, а також геометричних розмірів виробів і умов збереження експлуатаційних властивостей. Місткість складів повинна забезпечити не менш як 5-добовий обсяг виробництва готової продукції.

Для розрахунку місткості складів техногенної сировини і готової продукції використовують формули, наведені у відповідних дисциплінах, згідно із темою курсового проекту (п. 2.2).

### 2.5.2. Підготовка, подрібнення (помел) сировини.

Підготовка сировини включає сушку, класифікацію, подрібнення, помел і збагачення для виконання подальших технологічних процесів виготовлення будівельних матеріалів і виробів. Сушка сипких матеріалів може виконуватись із використанням сушарок: барабанних, вихрових, аерофонтанних, сушарках киплячого шару. Для підсушування штучних матеріалів (деревини та ін.) можна використовувати сушильні камери різних типів. Класифікація сипких матеріалів здійснюється, як правило, одночасно з подрібненням. Збагачення передбачає очищення сировини від небажаних домішок, наприклад, відходів подрібнення гірських порід та інших подібних матеріалів для виготовлення заповнювачів, від глини.

Подрібненню підлягають відвальні і паливні шлаки для приготування заповнювачів для бетону, відходи будівельної промисловості – бита цегла, керамічні і автоклавні вироби, відходи міського господарства – зруйновані цементні та асфальтові бетони, супутні породи гірничорудної промисловості та ін.

Для подрібнення використовують щоківі, валкові, молоткові і роторні дробарки. Значного підвищення продуктивності подрібнювальних установок, поліпшення якості отримуваної продукції і зниження питомих витрат електроенергії, можна досягти за рахунок використання замкненого циклу подрібнення із

проміжним грохотуванням. Для класифікації подрібнених матеріалів застосовують гуркоти колосникові, плоскі з гойданням, горизонтальні зі зворотно-поступальним рухом, горизонтальні на нахильних пружних стійках, плоскі нахильні з гойданням, вібраційні різних типів, барабанні (бурати) та ін.

Помелу підлягають компоненти в'язучих речовин (шлаки, золи, золошлакові суміші, шлами та ін.), компоненти керамічних сумішей та автоклавних матеріалів, рослинні матеріали для отримання лігнуглецевих та п'єзотермопластиків та ін.

Матеріали мелють за сухим і мокрим способом, замкненим і відкритими циклами, із одночасним сушінням у процесі помелу. Застосовують млини трубні, кульові, вібраційні, млини сухого ("Аерофол") та мокрого ("Гідрофол") самоподрібнення, шахтні і протитечні струменеві млини. Тип млина вибирають з умов технічної доцільності (міцність і твердість гранул сировини, продуктивність), та економії електроенергії.

### 2.5.3. Змішувальний цех (відділення).

Вибір змішувального обладнання також визначається властивостями вихідної техногенної сировини та готової продукції. Для змішування тонко дисперсних матеріалів, наприклад сухих будівельних сумішей, використовують вібраційні змішувачі, бетонних і розчинних сумішей – бетоно- і розчинозмішувачі, як правило, періодичної дії, при цьому для жорстких, дрібнозернистих та легкобетонних сумішей – змішувачі примусового типу. Для приготування керамічних мас – змішувачі бігункового типу, двох вальні змішувачі, глинорозтирачі та ін.

Розрахунок продуктивності змішувального обладнання і компонування цеху виконують згідно з темою курсової роботи відповідно із нормами проектування, що викладені у відповідних дисциплінах (п. 2.2).

#### 2.5.4. Формувальний цех (відділення).

Для виготовлення керамічних виробів на основі техногенної сировини використовують преси: стрічкові, трубні, штемпельні, коліно-важільні, фрикційні, револьверні, роторні, гідравлічні.

Для виготовлення щільних автоклавних виробів – верстати і площадки для віброформування, револьверні преси, ніздрюваті бетонні вироби – методом лиття (пінобетон) та розрізуванням спученого масиву (газобетон).

Виготовлення бетонних та залізобетонних виробів на основі мінеральних в'язучих – литтям, вібраційним формуванням на віброплощадках, фільтраційним та роликосим пресуванням на механічних та гідравлічних пресах, вібропресуванням на електромеханічних пресах, а також вакуумуванням (вакуум щит), відцентровим формуванням (центрифуга) і торкретуванням (цемент-гармата та ін.).

Вироби на основі скла, шлакових розплавів, ситалів – методами лиття та пресування.

Розрахунок продуктивності формувального обладнання і компонування цеху виконують згідно з темою курсової роботи, відповідно із нормами проектування, що викладені у відповідних дисциплінах (п. 2.2).

## 2.6. Вибір технологічного обладнання

На основі технологічної схеми, з урахуванням заданої продуктивності підприємства та розрахунком кількості сировини, яку переробляють, за кожним переділом вибирають технологічне та інше обладнання, визначають його кількість і режим роботи.

Вибір типорозмірів машин і обладнання проводять з урахуванням таких загальних положень:

- вони повинні відповідати характеру виконуваних операцій, забезпечувати повне використання їх потужностей та виробництво найдешевшої та мало енергоємної продукції;
- забезпечувати найповніше використання можливостей автоматизації, комплексної механізації та потокової організації виробництва.

Тип і марки основного обладнання добирають на основі діючих каталогів та довідників.

Потрібну кількість машин ( $M$ ) та обладнання на кожному технологічному переділі визначають за формулою:

$$M = \frac{N_z^n}{N_z \cdot K_g}, \quad (2.6.1)$$

де  $N_z^n$  – годинна продуктивність технологічного переділу;  $N_z$  – годинна продуктивність одиниці обладнання;  $K_g$  – коефіцієнт використання обладнання ( $K_g = 0,90 \dots 0,92$ ).

При визначенні кількості машин та обладнання враховують задану кількість сортів та видів продукції, що випускається,

необхідність резервних машин, які при ремонті та переналагодженні могли б замінити одна одну.

Важливими критеріями при виборі обладнання є питомі витрати палива та електроенергії на одиницю готової продукції.

## **2.7. Теплова обробка, опорядження (фасування) готової продукції**

Сушку готових виробів (керамічні вироби, вироби на основі мінеральних в'язучих - арболіт, легкобетонні вироби, теплоізоляційних виробів на основі органічних в'язучих – торфоплити, мінераловатні вироби та ін.) виконують у камерах-сушарках періодичної дії, тунельних та щільових сушарках безперервної дії. Температуру сушки приймають 40...80 °С, тривалість – 8...24 год.

Випал керамічних виробів із використанням техногенних відходів виконують за відомими технологіями керамічного виробництва, при цьому, враховуючи особливості будови такої сировини ( аморфна, склоподібна – металургійні і паливні шлаки і золи та ін.) температуру випалу можна зменшити на 100...200 °С. Використовують тунельні та щільові печі різної конструкції.

З метою надання готовим виробам (керамічним, бетонним, на основі фосфатних в'язучих та ін.) декоративних якостей і покращення експлуатаційних властивостей використовують різні методи їх опорядження:

- під час процесу формування: нанесення рельєфної фактури, торкретування, ангобування, двошарове формування;



- після сушки, випалу, тепловологісної обробки: глазурування, фарбування, облицювання керамічною або скляною плиткою, оголення декоративного заповнювача та ін.

Для фасування сипкої продукції (СБС, мінеральні в'язучі, дрібні заповнювачі) використовують фасувальні машини типу МФ, які фасують готову продукцію з накопичувального бункеру у мішки з крафтпаперу, або полімерних плівок місткістю 25, 50 кг.

## **2.8. Виконання техніко-економічного порівняння запропонованого виробництва з урахуванням екологічних аспектів з традиційною технологією виготовлення подібного матеріалу (виробу)**

У даному розділі розраховують техніко-економічні показники порівняльних варіантів виробництва. До основних критеріїв оцінки відносять собівартість продукції ( $C$ ), питомі капітальні вкладення ( $K_{nut}$ ), строк окупності капіталовкладень ( $T$ ), суму приведених витрат на виробництво ( $B_{np}$ ). Оптимальний варіант повинен забезпечити мінімальну суму приведених витрат:

$$B_{np} = C + E_n \cdot K_{nut}, \quad (2.8.1)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

### **Список основної рекомендованої літератури**

1. Використання техногенних продуктів у будівництві / Дворкін Л. Й. та ін. Рівне : НУВГП, 2009. 340 с.
2. Дворкин Л. И., Пашков И. А. Строительные материалы из отходов промышленности. К. : Вища шк. 1989. 208 с.
3. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. 369 с.
4. Електронні ресурси.