

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету гірничої справи, природокористування та будівництва

17 листопада 2022 р., протокол № 04

Голова Вченої ради

Володимир КОТЕНКО



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «СУЧАСНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 184 «Гірництво»

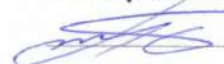
освітньо-професійна програма «Розробка родовищ та видобування корисних  
копалин»

факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Схвалено на засіданні кафедри  
гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.

20 жовтня 2022 р. протокол №02

Завідувач кафедри

 Сергій БАШИНСЬКИЙ

Гарант освітньо-професійної  
програми

 Володимир ШЛАПАК

Розробник: к.т.н., доц., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т., ШАМРАЙ Володимир

Житомир  
2022 – 2023 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 18 «Виробництво та технології»	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність 184 «Гірництво»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1	1
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 3 самостійної роботи – 6,375	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		16 год.	8 год.
		Практичні	
		32 год.	8 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
		102 год.	134 год.
Вид контролю:			
залік	залік		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 32 % аудиторних занять, 68 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 11 % аудиторних занять, 89 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Удосконалення техніки та технології обробки природного каменю, методів хімічного захисту каменю обумовлює розвиток знань з фізичної суті процесів обробки, впливу фізичного поля чи інструменту на камінь та його властивості. Сучасна каменеобробна галузь України потребує оновлення, шляхом використання інноваційних конкурентоспроможних та ресурсозберігаючих технологій обробки каменю. Для майбутніх гірничих інженерів-магістрів потрібні знання сучасних фізико-хімічних способів обробки природного каменю. Тому **метою викладання дисципліни** є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для роботи на сучасних каменеобробних виробництвах. Основою дисципліни є науково-технічні досягнення в технології обробки природного каменю фізико-хімічними методами. Для майбутніх гірничих інженерів-магістрів потрібні знання сучасних методів та прийомів обробки каменю та захисту його від впливу агресивного навколишнього середовища.

Завдання викладання дисципліни передбачає:

- надання студентам теоретичних знань та практичних вмінь із вивчення сучасних засобів обробки природного каменю;
- вивчення методів фізико-хімічного впливу на камінь;
- визначення властивостей облицювальних порід, що визначають ефективність застосування того чи іншого способу обробки;
- вивчення хімічних способів обробки та захисту поверхонь облицювального каменю від впливу зовнішнього агресивного середовища.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей** зі спеціальності 184 «Гірництво», освітньо-професійна програма «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»:

**ЗК1.** Здатність до дій в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом та вміння генерувати нові ідеї в сфері гірництва.

**ЗК2.** Здатність спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань.

**СК1.** Уміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності.

**СК3.** Здатність до розробки і реалізації інноваційних продуктів і заходів щодо вдосконалення та підвищення технічного рівня систем і технологій гірництва, забезпечення їх конкурентоспроможності.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 184 «Гірництво», освітньо-професійна програма «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 4

**РН1.** Діяти в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом та вміння генерувати нові ідеї в сфері гірництва.

**РН2.** Вільно спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань.

**РН6.** Виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності.

**РН8.** Розробляти та реалізувати інноваційні продукти й заходи щодо вдосконалення та підвищення технічного рівня систем і технологій гірництва, забезпечення їх конкурентоспроможності.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Властивості каменю та способи його обробки.**

##### **Тема 1. Мінерали та гірські породи.**

Генетична, петрографічна, хімічна і фізична класифікація мінералів і гірських порід. Мінеральний склад і будова природного каменю.

Кристалічні і аморфні тіла. Елементи геометричної кристалографії. Дефекти в кристалах. Елементи кристалохімії. Енергія зв'язку між частинками у природному камені. Поділ гірських порід за типом зв'язку між частинками. Технологічні класифікації гірських порід. Анізотропія будови природного каменю. Силікатні породи, їх будова та класифікація.

##### **Тема 2. Фізико-технічні властивості гірських порід.**

Основні групи фізико-технічних властивостей природного каменю: фізичні, фізико-хімічні, механічні, хімічні, технологічні, будівельні, естетичні. Фізичні властивості природного каменю: густина, середня густина (об'ємна маса), пористість, тріщинуватість, водопоглинення. Фізико-хімічні властивості - вплив ступеня дисперсності подрібненої гірської породи на швидкість хімічних реакцій. Механічні властивості природного каменю: твердість, міцність, крихкість, здатність стиратися. Класифікація гірських порід (каменю) за цими властивостями. Хімічні властивості, здатність до хімічних перетворень або стійкість до впливу хімічних речовин (стійкість до агресивних середовищ). Довговічність гірської породи (природного каменю). Технологічні властивості, здатність природного каменю піддаватись обробці різними методами: оброблюваність, абразивність, анізотропність. Коефіцієнт оброблюваності. Будівельні властивості - ступінь придатності матеріалу до умов експлуатації, морозостійкість, довговічність, вогнестійкість і інші. Поділ каменю за цими властивостями на групи. Естетичні властивості - комплекс архітектурно-художніх якостей: декоративність (колір, малюнок, фактура). Поділ природного каменю за декоративністю на класи (високопродуктивний, декоративний, малодекоративний і недекоративний).

##### **Тема 3. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю.**

Технологія обробки каменю. Технологічна схема обробки каменю. Механічні способи обробки каменю. Фізико-технічні способи обробки каменю.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 5

Комбіновані способи обробки каменю. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю за фізичною суттю процесу руйнування.

#### **Тема 4. Електроімпульсна обробка природного каменю.**

Фізична суть процесу електроімпульсної обробки каменю. Технологія електроімпульсної обробки каменю. Електроімпульсне розколювання каменю. Електроімпульсне різання каменю. Технологічне обладнання для електроімпульсної обробки каменю. Переваги та недоліки електроімпульсної обробки каменю.

### **Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи обробка природного каменю.**

#### **Тема 1. Термічна та лазерна обробка каменю.**

Характеристика робочої енергії термогазодинамічної обробки. Фізична суть процесу термогазодинамічної обробки. Технологія термічної обробки. Конструкція обладнання. Термогазогенератор. Система подачі горючих компонентів. Гасово-кисневі пальники. Бензино-повітряні пальники. Інжекторні пальники. Напрями використання термогазодинамічного способу. Переваги та недоліки термогазодинамічної обробки. Формування лазерного променя. Типи лазерів. Фізична суть лазерної обробки. Обладнання для лазерної обробки. Лазерне маркування та гравірування. Лазерне зварювання. Лазерне свердління. Обробка алмазів. Переваги та недоліки лазерної обробки.

#### **Тема 2. Гідроабразивна та гідроструминна обробка каменю.**

Класифікація струменів води. Структура струменя води. Гідродинамічні параметри струменя води. Фізична суть гідро струминної обробки. Способи гідро абразивного різання. Технологічні параметри гідро абразивного різання. Технологічні матеріали гідроабразивного різання. Конструкція обладнання. Насоси високого тиску. Різальна головка. Система подачі абразиву і води. Система програмного керування та додаткове обладнання. Напрями використання технології гідро абразивного різання. Переваги та недоліки гідроабразивної обробки. Верстати для гідро струминної обробки.

#### **Тема 3. Абразивнодинамічна обробка каменю**

Поняття піскоструминної обробки каменю. Технологія виготовлення надписів та візерунків на камені з використанням піскоструминної технології обробки.

#### **Тема 4. Ультразвукова обробка каменю.**

Ультразвукові хвилі. Основні властивості ультразвуку. Джерела формування ультразвуку. Фізична суть процесу ультразвукової обробки. Основні поняття обробки ультразвуком. Технологічні параметри ультразвукової обробки. Технологічні матеріали ультразвукової обробки. Конструкційні елементи ультразвукового верстату. Генератор ультразвукових частот. Ультразвукова коливальна система. Електромеханічний перетворювач.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 6

Концентратори. Напрями використання ультразвуку. Переваги та недоліки ультразвукової обробки. Напрями розвитку ультразвукової обробки.

#### Тема 5. Хімічна обробка поверхні каменю.

Види хімічної обробки каменю. Вплив властивостей каменю на хімічну обробку. Очищення каменю. Захист каменю. Зміцнення каменю. Види і класифікація сучасних хімічних речовин, які випускають вітчизняні та зарубіжні виробники для захисту каменю від руйнування.

### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Властивості каменю та способи його обробки</b>								
Тема 1. Мінерали та гірські породи	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 2. Фізико-технічні властивості гірських порід	20	2	4	14	20	1	1	18
Тема 3. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю	20	2	4	14	20	1	1	18
Тема 4. Електроімпульсна обробка природного каменю	20	2	4	14	20	1	1	18
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	<b>75</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>51</b>	<b>75</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>67</b>
<b>Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи обробка природного каменю</b>								
Тема 5. Термодинамічна та лазерна обробка каменю	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 6. Гідроабразивна та гідроструминна обробка каменю	15	2	4	9	15	1	1	13
Тема 7. Абразиводинамічна обробка каменю	15	2	2	11	15	1	1	13
Тема 8. Ультразвукова обробка каменю	15	1	2	12	15	1	1	13
Тема 9. Хімічна обробка поверхні каменю	15	1	4	10	15			15
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	<b>75</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>51</b>	<b>75</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>67</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>150</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>102</b>	<b>150</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>134</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 7

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Мінерали та гірські породи	4	1
2	Фізико-технічні властивості гірських порід	4	1
3	Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю	4	1
4	Електроімпульсна обробка природного каменю	4	1
5	Термодинамічна та лазерна обробка каменю	4	1
6	Гідроабразивна та гідрострумінна обробка каменю	4	1
7	Абразивнодинамічна обробка каменю	2	1
8	Ультразвукова обробка каменю	2	1
9	Хімічна обробка поверхні каменю	4	
РАЗОМ		32	8

## 6. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Мінерали та гірські породи

1. Методи вивчення фізичних властивостей мінералів та гірських порід.
2. Метрологічні вимоги до вимірів фізичних параметрів.
3. Статистичне опрацювання даних визначення фізичних властивостей мінералів та гірських порід.
4. Технологічні класифікації гірських порід. Анізотропія будови природного каменю. (Для заочної форми навчання).

### Тема 2. Фізико-технічні властивості гірських порід

1. Густина і пористість мінералів і гірських порід.
2. Магнітні властивості мінералів і гірських порід.
3. Електричні властивості мінералів і гірських порід.
4. Пружні властивості мінералів і гірських порід.
5. Теплофізичні властивості мінералів і гірських порід.

### Тема 3. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю

1. Технологія обробки каменю. Технологічна схема обробки каменю.
2. Механічні способи обробки каменю. Фізико-технічні способи обробки каменю.
3. Комбіновані способи обробки каменю.
4. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю за фізичною суттю процесу руйнування. (Для заочної форми навчання).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 8

#### **Тема 4. Електроімпульсна обробка природного каменю**

1. Методи електроімпульсної обробки природного каменю.
2. Експериментальні дослідження процесу різання каменю електроімпульсним способом.
3. Конструкція обладнання для електроімпульсної обробки каменю.

#### **Тема 5. Термодинамічна та лазерна обробка каменю**

1. Конструкція обладнання для термогазодинамічної обробки каменю.
2. Конструкція обладнання для лазерної обробки каменю.
3. Методи лазерної поверхневої обробки матеріалів.
4. Модифікування поверхневих шарів матеріалів лазерним опроміненням.
5. Лазерна обробка алмазів. (Для заочної форми навчання).

#### **Тема 6. Гідроабразивна та гідроструминна обробка каменю**

1. Конструкція обладнання для гідроабразивної та гідроструминної обробки каменю.
2. Комп'ютерне забезпечення гідроабразивної обробки каменю.
3. Автоматизація процесу гідроабразивної обробки каменю.
4. Система програмного керування та додаткове обладнання. (Для заочної форми навчання).

#### **Тема 7. Абразивнодинамічна обробка каменю**

1. Конструкція обладнання для абразивнодинамічної обробки каменю.
2. Використання комп'ютерного забезпечення для підготовки графічного трафарету на спеціальній самоклеяній плівці для абразивнодинамічної обробки каменю.
3. Дистанційне керування піскоструминними апаратами. (Для заочної форми навчання).

#### **Тема 8. Ультразвукова обробка каменю**

1. Конструкція обладнання для ультразвукової обробки каменю.
2. Робочі інструменти ультразвукових верстатів.
3. Види фактур після ультразвукової обробки каменю.
4. Напрями розвитку ультразвукової обробки. (Для заочної форми навчання).

#### **Тема 9. Хімічна обробка поверхні каменю**

1. Хімічні засоби для обробки поверхні природного каменю.
2. Вплив хімічної обробки на оптичні властивості природного каменю.
3. Вплив хімічної обробки на довговічність природного каменю.





Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/М/ВК2.3- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 10

## Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FХ	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

## 11. Рекомендована література

### *Основна література*

1. Соболевський Р.В., Левицький В.Г., Коробійчук В.В. Сучасні фізико-хімічні методи обробки природного каменю. – Житомир, ЖДТУ, 2008. – 172 с.
2. Шамрай В.І. Управління декоративними показниками природного каменю на основі фактурної обробки. монографія. Житомир: «Житомирська політехніка», 2021. 134 с.
3. Коробійчук В.В. Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю. Ч. II. : навч. посібник / В.В. Коробійчук та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 152 с.

### *Інформаційні ресурси в Інтернеті*

1. Види обробки природного каменю. <http://www.budnet.com.ua/readarticle.php?1200/ARTICLE/>
2. Професійна обробка натурального каменю. <https://granit-sunrise.com.ua/ua/>
3. Електронна бібліотека. Оздоблювальні та облицювальні матеріали. <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-97-otdelka/12.htm>
4. Основи технології видобутку та обробки природного каменю. Статті. <http://inmarbleland.com/osnovi-tehnologii-vidobutku-ta-obrobki-prirodnogo/>