**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор

з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

**Робоча програма Навчальної дисципліни**

**«СУЧАСНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ**

**ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ»**

для студентів освітнього рівня «магістр»

спеціальності 184 «Гірництво»

освітньо-професійна програма «Виробництво та технології»

факультет гірничо-екологічний

кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. М.Т.Бакка

протокол від «29» серпня 2017 р. № 1

Завідувач кафедри

розробки родовищ корисних копалин іь. проф. М. Т. Бакка

(назва кафедри)

\_Підвисоцький В. Т.

Розробник: доцент, Скиба Г.В.

Житомир

2017– 2018н.р.

# Опис навчальної дисципліни

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо- кваліфікаційний рівень | Характеристика  навчальної дисципліни |
| **денна форма навчання** |
| Кількість кредитів – 3 ECTS | Галузь знань:  18 «Виробництво та технології» | Вибіркова  *(цикл підготовки за вибором ВНЗ)* |
| Напрям 184  «Гірництво» |
| Модулів – 1  Змістових модулів – 2 | 3  Спеціальність (професійне  спрямування): 8.05030101 «Розробка родовищ та видобування корисних копалин» | **Рік підготовки:** |
| 1-й |
| Загальна кількість годин – 90 | **Семестр** |
| 2-й |
| **Лекції** |
| Тижневих годин для денної форми  навчання:  аудиторних – 2  самостійної роботи студента – 0,64 | Освітньо-  кваліфікаційний рівень: магістр | 16 год. |
| **Практичні, семінарські** |
| 16 год. |
| **Самостійна робота** |
| 58 год. |
| Вид контролю: залік |

**Примітка**.

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

для денної форми навчання –0,64

# 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 камін;
* визначення властивостей облицювальних порід, що визначають ефективність застосування того чи іншого способу обробки;
* вичення хімічних способів обробки та захисту поверхонь облицювального каменю від впливу зовнішнього агресивного середовища.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:**

* + основні фізико технічні способи обробки каменю;
  + принцип, технологію та устаткування термогазодинаміної обробки каменю; принцип, технологію та устаткування лазерної обробки каменю;
  + принцип, технологію та устаткування гідроабразивної та гідроструминної обробки каменю;
  + принцип, технологію та устаткування абразивнодинамічної обробки каменю;
  + принцип, технологію та устаткування ультразвукової обробки каменю;
  + основи та принципи захисту поверхні полірованого каменю від агресивного впливу навколишнього середовища.

**вміти:**

класифікувати сучасні фізико-хімічні методи обробки каменю за способом впливу на оброблюваний об’єкт;

визначати оптимальні способи обробки природного каменю в залежності від його фізико-механічних та технологічних властивостей;

здійснювати розрахунок технологічних параметрів та вибір устаткування для термогазоструминної, лазерної, гідроабразивної, гідроструминної, абразивнодинамічної обробки;

здійснювати планування заходів з захисту поверхні декоративного каменю хімічним способом від зовнішнього впливу агресивного середовища.

# 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 каменя піддаватись обробці різними методами: оброблювальність, абразивність, анізотропність. Коефіцієнт оброблювальності. 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. Комбіновані способи обробки каменю. Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю за фізичною суттю процесу руйнування.

# 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. 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.

# Структура навчальної дисципліни

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | |
| денна форма | | | |
| усього | у тому числі | | |
| л | п | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Модуль 1. Властивості каменю та способи його обробки** | | | | |
| Тема 1.  Мінерали та гірські породи | 14 | 4 | 2 | 8 |
| Тема 2.  Фізико-технічні властивості гірських порід. | 12 | 4 | 4 | 4 |
| Тема 3.  Класифікація фізико-технічних способів обробки каменю. | 20 | 2 | 2 | 16 |
| **Разом за змістовим модулем 1** | 46 | 10 | 8 | 28 |
| **Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи обробка природного каменю.** | | | | |
| Тема 1.  Термодинамічна та лазерна обробка каменю. | 10 | 1 | 2 | 7 |
| Тема 2.  Гідроабразивна та гідроструминна обробка каменю. | 10 | 1 | 2 | 7 |
| Тема 3.  Абразивнодинамічна обробка каменю | 8 | 2 | 2 | 4 |
| Тема 4.  Ультразвукова обробка каменю. | 8 | 1 | 1 | 6 |
| Тема 5.  Хімічна обробка поверхні каменю**.** | 8 | 1 | 1 | 6 |
| **Разом за змістовим модулем 2** | 44 | 6 | 8 | 30 |
| ***ВСЬОГО*** | **90** | **16** | **16** | **58** |

1. **Теми практичних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | Фізико - технічні властивості природного каменю. | 2 |
| 2. | Термічна обробка як метод обробки природних мінералів з метою надання напівдорогоцінних властивостей. Інші  методи обробки. | 2 |
| 3 | Дослідження гірських порід методами статичного та динамічного зондування. Пористість гірських порід | 2 |
| 4 | Визначення впливу ПАР на величину поверхневого натягу  на поверхні розділу вода-повітря. | 2 |
| 5 | Абразивна обробка природного каменю. Вплив ПАР на швидкість різання каменю. Ефект Реббіндера. | 2 |
| 6 | Визначення характеру макроструктури пористих  природних будівельних матеріалів | 2 |
| 7 | Обробка природного каменю струменем води високого  тиску. | 2 |
| 8 | Ультразвукова обробка природного каменю, її види. | 2 |
|  | **Усього годин:** | **16** |

1. **Самостійна робота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | Фізична суть процесу електроімпульсної обробки  Література: [5,8] | 5 |
| 2 | Електроімпульсне розколювання каменю  Література: [5,8] | 5 |
| 3 | Електроімпульсне різання каменю Література: [5,8] | 10 |
| 4 | Обладнання для електроімпульсного різання каменю  Література: [3,5] | 5 |
| 5 | Напрями використання електроімпульсного способу  Література: [ 5,8] | 5 |
| 6 | Переваги та недоліки використання електроімпульсного способу обробки каменю  Література: [5,8] | 8 |
| 7 | Перспективи розвитку ультразвукової обробки каменю  Література: [5,9] | 12 |
| 8 | Перспективи розвитку гідроабразивної обробки каменю  Література: [5, 9] | 8 |
|  | **Разом** | **58** |

1. **Методи контролю**

Поточний контроль шляхом двох модулів у формі контрольної модульної роботи.

# Розподіл балів, які отримують студенти

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поточне тестування та самостійна робота | | | | | | | | Підсумковий тест (залік) | Сума |
| Змістовий модуль 1 | | | | Змістовий модуль 2 | | | | 30 | 100 |
| **Т1** | **Т2** | **Т3** | ∑35 | **Т1** | **Т2** | **Т3** | **Т4** |
| 10 | 13 | 12 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| **Т5** | ∑35 | | |
| 7 |

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **За шкалою ECTS** | **За національною шкалою** | | **За шкалою ЖДТУ**  **(в балах)** |
| **іспит** | **залік** |
| A | відмінно | зараховано | 90 - 100 |
| B | добре | 82 – 89 |
| C | 74 – 81 |
| D | задовільно | 64 – 73 |
| E | 60 – 63 |
| FX | незадовільно | незараховано | 35 – 59 |
| F | 1 – 34 |

1. **Методичне забезпечення**

Роздатковий матеріал: зразки каменю обробленого різними сучасними методами, пьезоелектичні та магнітострикційні перетворювачі ультразвукового методу обробки каменю, хімічний посуд та протикорозійні речовини обробки каменю.

# Рекомендована література

# *Основна література*

1. 1.Александров В.А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. -Киев, 1979.-240 с.
2. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Н.Т. Бакка , А.Х. Кузьменко,Л.С. Сачков и другие. - М. Недра, 1990.
3. Туманян Р.Г., Мерян Ф.А., Барсегян З.Е Оборудование для добычи и обработки природного камня (каталог-справочник). - М. 1980.230 с.
4. Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Шлифовально - полировальнме и фрезерные работы по камню. - М.: Стройиздат, 1985. - 312 с.
5. Соболевський Р.В., Левицький В.Г., Коробійчук В.В. Сучасні фізико- хімічні методи обробки природного каменю. – Житомир, ЖДТУ, 2008. – 172 с.

***Допоміжна література***

1. Берлин Ю.Я., Сычев Ю.И., Шалаев И.Я. Обработка строительного декоративного камня.-Л.: 1979.
2. Горная знциклопедия. - М.:Советская энциклопедия, 1984-1991, т. 1 -5.
3. Подураев В.Н., В.С. Камалов. Физико-химические методи обработки. М. Машиностроение , 1973. - 344 с.
4. Подураев В.Н. Технология физико-химических методов обработки. М.: Машиностроение , 1985. - 262 с.
5. 10.Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основи физики горных пород. М.: Недра , 1984. 11.Механическая обработка материалов. Дальский А.М., Гаврилюк В.С,
6. Бухаркин и др. / - М.: Машиностроение , 1981. - 264 с.
7. И. Алексеенко С.Ф., Мележик В.П. Физика горных пород. Горное давление.

-К.: Вища школа , 1987.-287 с.

1. 13.Трофимова Т.Н. Курс физики. - М.: Высшая школа, 1990.
2. 13. Картавый Н.Г., Сычев Ю.И ., Волуев И.В. Оборудование для производства облицовочных материалов из природного камня .- М .:Машиностроение , 1988

239 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/>