



## «Подрібнення матеріалів» Силабус навчальної дисципліни

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 – Механічна інженерія
Спеціальність	133 – Галузеве машинобудування
Освітня програма	«Галузеве машинобудування»
Статус освітнього компонента	Вибірковий
Обсяг дисципліни	120 годин/ 4 кредити ЕКТС
Рік підготовки, семестр	4 рік підготовки, осінній семестр
Форма навчання	Очна (денна)
Розклад занять	1 лекція що два тижні і 1 практичне заняття на тиждень
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / 1 МКР, 1 реферат
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачі	к.т.н., доцент, Семінський Олександр Олегович, <a href="mailto:forstd@ukr.net">forstd@ukr.net</a> , @mahnv_kpi
Розміщення курсу	<a href="http://ci.kpi.ua">http://ci.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Подрібнення – важливий процес хімічної і споріднених технологій, що дозволяє забезпечити пришвидшення протікання хімічних реакцій та массообмінних процесів. Разом з цим, подрібнення виявляється одним з найенергоємніших хіміко-технологічних процесів. Вміла організація проведення подрібнення сприяє зменшенню витрат на виробництво і підвищенню конкурентної здатності продукції.

В рамках освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання в хімічній інженерії» дисципліна «Подрібнення матеріалів» доповнює фахову складову підготовки.

**Мета дисципліни** полягає в розвитку уявлень щодо процесу подрібнення та особливостей його практичного застосування.

Дисципліна розвиває наступні **компетентності**:

- застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- вчитися та оволодівати сучасними знаннями;
- здатність системно мислити;
- здатність використовувати знання фізичних основ механічних процесів при вирішенні професійно-орієнтованих завдань;

- здатність визначати параметри хіміко-технологічних процесів та здійснювати раціональний вибір обладнання для їх проведення та визначення режимів його роботи в заданих виробничих умовах.

**До програмних результатів навчання** після вивчення дисципліни належать:

- знання і розуміння принципів, підходів і методів інженерії обладнання хімічної і споріднених технологій та перспективи їхнього розвитку, вміння аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи;

- вміння обирати і застосовувати обладнання, інструменти і методи необхідні для вирішення інженерних задач.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Дисципліна ґрунтується на освітніх компонентах програми: «Основи хімічної інженерії», «Матеріалознавство» і доповнює дисципліну «Процеси та обладнання хімічної технології».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

В рамках дисципліни розглядаються енергетичні та кінетичні закономірності процесу подрібнення, конструкції, методики розрахунків і принципи вибору подрібнювального обладнання, підходи до оцінки результатів подрібнення.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Процеси та обладнання хімічної технології / Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л.Рябцев. К.: НТУУ «КПІ», 2011. – [Ч. 1. – 300 с.; Ч. 2. – 416 с.]

2. Обладнання для подрібнення матеріалів / Дубинін А.І., Ханік Я.М., Атаманюк В.М. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2005. – 140 с.

3. Процеси та апарати хімічної технології: Підручник / За заг. ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: НТУ «ХПІ». – 1016 с.

### **Додаткова література:**

1. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – Москва: Стройиздат, 1972. – 239 с.

2. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – Москва: Химия, 1968. – 384 с.

3. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – Москва: Недра, 1985. – 286 с.

4. Washington C. Particle Size Analysis In Pharmaceuticals And Other Industries: Theory And Practice. – CRC Press, 1992. – 250 p.

5. Rhodes M.J. Introduction to Particle Technology. – Wiley, 2008. – 472 p.

6. Lowrison G.S. Crushing and Grinding: The Size Reduction of Solid Materials. - McGraw-Hill (Butterworths), 1974. – 286 p.

7. Austin L.G., Klimpel R.R., and Luckie P.T. Process Engineering of Size Reduction: Ball Milling, Society of Mining Engineers of the AIME, Englewood, CO, USA, 1984 – 561 p.

## **Навчальний контент**

## **5. Методика опанування навчальної дисципліни**

### **Календарно-тематичний план**

<i>Тиждень</i>	<i>Зміст навчальної роботи</i>	<i>СРС (66 година за навчальним планом)</i>
1, I тиждень	<b>Лекція 1.</b> Мета, завдання та особливості викладання дисципліни. Область застосування подрібнення. Класифікація подрібнення. Способи подрібнення.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
2, I тиждень	<b>Практичне заняття 1.</b> Оцінка гранулометричного складу: визначення характерних і середніх розмірів, фракціювання, побудова гістограм та їх використання для аналізу складу частинок.	Опрацювання тематики заняття. Підготовка до практичного заняття 2.
3, II тиждень	<b>Практичне заняття 2.</b> Побудова інтегральних і диференціальних кривих розподілення. Перехід від одного виду кривих до іншого. Аналіз гранулометричного складу за допомогою кривих розподілення.	Опрацювання тематики заняття. Підготовка до практичного заняття 3.
4, I тиждень	<b>Лекція 2.</b> Оцінка результатів подрібнення. Характерні розміри частинок і їх визначення. Середні розміри. Оцінка ефективності подрібнення за середніми розмірами частинок. Гранулометричний склад і форми його представлення.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
5, I тиждень	<b>Практичне заняття 3.</b> Раціональний вибір аналітичної форми функції розподілення та знаходження її параметрів. Використання параметрів функцій розподілення для аналізу гранулометричного складу.	Опрацювання тематики заняття. Підготовка до практичного заняття 3.
6, II тиждень	<b>Практичне заняття 4.</b> Опанування методів оцінки якості подрібнення.	Опрацювання тематики заняття. Підготовка до практичного заняття 5.
7, I тиждень	<b>Лекція 3.</b> Математичні вирази для опису гранулометричного складу. Основи кінетики подрібнення. Вплив умов подрібнення на особливості протікання процесу.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
8, I тиждень	<b>Практичне заняття 5.</b> Опанування методів оцінки якості розмелювання волокнистих матеріалів.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до практичного заняття 6.
9, II тиждень	<b>Практичне заняття 6.</b> Дослідження подрібнення у шоковій дробарці.	Опрацювання тематики заняття. Проведення обчислень. Оформлення результатів вимірювань. Аналіз результатів та їх обґрунтування.
10, I тиждень	<b>Лекція 4.</b> Енергетика подрібнення. Закони подрібнення.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
11, I тиждень	<b>Практичне заняття 7.</b> Захист результатів дослідження, проведеного в рамках практичного заняття 6.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до практичного заняття 8.

<i>Тиждень</i>	<i>Зміст навчальної роботи</i>	<i>СРС (66 година за навчальним планом)</i>
12, II тиждень	<b>Практичне заняття 8.</b> Дослідження подрібнення у валковій дробарці.	Опрацювання тематики заняття. Проведення обчислень. Оформлення результатів вимірювань. Аналіз результатів та їх обґрунтування.
13, I тиждень	<b>Лекція 5.</b> Дроблення та обладнання для його проведення.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
14, I тиждень	<b>Практичне заняття 9.</b> Захист результатів дослідження, проведеного в рамках практичного заняття 8.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до практичного заняття 10.
15, II тиждень	<b>Практичне заняття 10.</b> Дослідження подрібнення у молотковому млині.	Опрацювання тематики заняття. Проведення обчислень. Оформлення результатів вимірювань. Аналіз результатів та їх обґрунтування.
16, I тиждень	<b>Лекція 6.</b> Розмелювання та обладнання для його проведення.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
17, I тиждень	<b>Практичне заняття 11.</b> Захист результатів дослідження, проведеного в рамках практичного заняття 10.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до практичного заняття 12.
18, II тиждень	<b>Практичне заняття 12.</b> Дослідження розмелювання у вібраційному млині.	Опрацювання тематики заняття. Проведення обчислень. Оформлення результатів вимірювань. Аналіз результатів та їх обґрунтування.
19, I тиждень	<b>Лекція 7.</b> Галузеві методи подрібнення та профільне обладнання.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
20, I тиждень	<b>Практичне заняття 13.</b> Захист результатів дослідження, проведеного в рамках практичного заняття 12.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до практичного заняття 14.
21, II тиждень	<b>Практичне заняття 14.</b> Дослідження розмелювання волокнистих матеріалів у дисковому млині.	Опрацювання тематики заняття. Проведення обчислень. Оформлення результатів вимірювань. Аналіз результатів та їх обґрунтування.
22, I тиждень	<b>Лекція 8.</b> Цикли подрібнення та їх аналіз.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.
23, I тиждень	<b>Практичне заняття 15.</b> Захист результатів дослідження, проведеного в рамках практичного заняття 14.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до заняття 16.
24, II тиждень	<b>Практичне заняття 16.</b> Захист індивідуальних завдань (рефератів).	Підготовка до модульної контрольної роботи.
25, I тиждень	<b>Лекція 9.</b> Основи класифікації матеріалів. Кінетика класифікації.	Опрацювання тематики заняття. Робота з рекомендованою літературою.

Тиждень	Зміст навчальної роботи	СРС (66 година за навчальним планом)
26, I тиждень	<b>Практичне заняття 17.</b> Модульна контрольна робота.	Робота з рекомендованою літературою. Підготовка до заняття 18.
27, II тиждень	<b>Практичне заняття 18.</b> Захист індивідуальних завдань (рефератів). Оголошення результатів семестрового контролю.	Завершення виконання вимог силабусу щодо отримання позитивної оцінки за результатом вивчення дисципліни.

## 6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи вказані в таблиці в п. 5, відповідно до навчальних тижнів та запланованих навчальних занять. Реферати виконуються за погодженими з викладачем темами. Теми рефератів затверджуються і закріплюються за студентами не пізніше четвертого тижня занять від початку семестру.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни

Система вимог до студентів:

- **правила відвідування занять** – відвідування занять усіх видів - обов'язкове як при навчанні в аудиторіях, так і при дистанційному режиму навчання. В останньому випадку заняття проводяться в режимі Zoom-конференцій і студенти їх «відвідують» під'єднуючись за наданими викладачами посиланнями;
- **правила поведінки на заняттях** – не заважати зайвою діяльністю, розмовами (у тому числі телефоном) іншим студентам слухати лекції або працювати на практичних заняттях. В аудиторіях та при дистанційному навчанні вдома дотримуватись правил техніки безпеки;
- **правила зарахування практичних завдань і нарахування балів за їх виконання** – викладач оцінює роботу студента під час заняття, якість і своєчасність представлення результатів виконання завдання;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів** – заохочувальні бали не передбачені; по 1 штрафному балу нараховується за відсутність на занятті без поважної причини або при невчасному виконанні практичних завдань;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
  - 1) здача і оцінювання результатів виконання усіх завдань відбувається виключно під час аудиторних занять;
  - 2) перескладання заліку здійснюються за графіком, встановленим на рівні університету у терміни, визначені викладачем і повідомлені студентам при оголошенні рейтингових балів;
- **політика щодо академічної доброчесності** – студенти зобов'язані дотримуватись положень Кодексу честі та вимог академічної доброчесності під час освітнього процесу.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

**Поточний контроль:** оцінювання роботи на практичних заняттях (робота на заняттях 1-15 оцінюється максимум у 4 бали), модульна контрольна робота і реферат оцінюються максимально по 20 балів.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр на 7-8 та 14-15 тижнях як моніторинг поточного стану виконання вимог Силабусу - студент отримує «задовільно» під час першого та другого календарного контролю, якщо його поточний рейтинг складає не менше за 0,5 від максимальної кількості балів, можливої на момент контролю.

**Семестровий контроль** проводиться у формі заліку, який виставляється на останньому практичному занятті за результатами роботи в семестрі відповідно до рейтингу студента з дисципліни.

**Умови допуску до семестрового контролю.** Допуск до заліку можливий тільки у разі відпрацювання і захисту всіх практичних завдань, здачі реферату, написання модульної контрольної роботи і відвідування не менше двох третин лекцій.

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:**

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни**

Перескладання заліку проводиться у формі контрольної роботи що складається з двох частин: письмової і усної. Письмова частина передбачає відповідь на три питання, обрані за допомогою генератора випадкових значень (без повторень) з переліку контрольних питань. Усна частина полягає в опитуванні за тематикою курсу, пов'язаною із питаннями у білеті. Питання оцінюються у 15 балів максимум. Перескладання проводиться за «м'якою» схемою (зі збереженням балів, набраних протягом семестру). При цьому за кожне перескладання нараховується 10 штрафних балів.

### **Силабус навчальної дисципліни:**

**Складено** доцентом кафедри МАХНВ, к.т.н., доцентом Семінським Олександром Олеговичем.

**Затверджено** на засіданні кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв (протокол № 19 від 17 травня 2023 р.)

**Ухвалено** методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 10 від 26 травня 2023 р.)