

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Кафедра «Машини і технологія ливарного виробництва»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)



“ ” \_\_\_\_\_ 2018 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППВВ 01, ППН 04 Нові процеси у ливарному виробництві  
(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність \_\_\_\_\_ 136 Металургія \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів  
(назва спеціалізації)

спеціальність \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Обладнання та технології ливарного виробництва  
(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, інженерно-фізичний факультет  
(назва інституту, факультету)

мова навчання \_\_\_\_\_ Українська \_\_\_\_\_

Запоріжжя – 2018 рік

Робоча програма Нові процеси у ливарному виробництві  
(назва навчальної дисципліни)  
 для студентів спеціальності 136 Металургія  
 освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів.  
 Спеціальності 131 Прикладна механіка  
 освітня програма (спеціалізація) Обладнання та технології ливарного виробництва  
 „20” 08, 2018 року – 10 с.

Розробник: Кузовов Олексій Федорович, доцент, к.т.н., доцент



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії) Машини і технологія ливарного виробництва

Протокол від «22» 08 2018 року № 1

Завідувач кафедри (циклової, предметної комісії) МіТЛВ

«22» 08 2018 року

  
(підпис)

(Луньов В.В.)  
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету  
(шифр, назва)

Протокол від «11» 09 2018 року № 1

«11» 09 2018 року

Голова

  
(підпис)

(Климов О.В.)  
(прізвище та ініціали)

### Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
|  |  | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 6   | Галузь знань<br><u>13 Механічна інженерія</u><br>(шифр і назва)  | Вибіркова                            |                       |
|  | Спеціальність<br><u>131 Прикладна механіка</u><br>(код і назва)  |                                      |                       |
| Модулів – 2  |  | <b>Рік підготовки:</b>               |                       |
| Змістових модулів – 7  |  | 5-й                                  | 5-й                   |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____<br>(назва)                                   |  | <b>Семестр</b>                       |                       |
|  |  | 9-й                                  | 9-й                   |
| Кількість кредитів – 6   | Галузь знань<br><u>13 Механічна інженерія</u><br>(шифр і назва)  | Вибіркова                            |                       |
|  | Спеціальність<br><u>136 Металургія</u><br>(код і назва)          |                                      |                       |
| Модулів – 2  |  | <b>Рік підготовки:</b>               |                       |
| Змістових модулів – 7  |  | 5-й                                  | 5-й                   |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____<br>(назва)                                   |  | <b>Семестр</b>                       |                       |
| Загальна кількість годин -   |  | 10-й                                 | 10-й                  |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних –<br>самостійної роботи студента - | Освітній ступінь:<br><u>магістр</u>                              | 28 год.                              | 6 год.                |
|  |  | <b>Практичні, семінарські</b>        |                       |
|  |  | 14 год.                              | год.                  |
|  |  | <b>Лабораторні</b>                   |                       |
|  |  | 14 год.                              | 6 год.                |
|  |  | <b>Самостійна робота</b>             |                       |
|  |  | 120 год.                             | 140 год.              |
| <b>Індивідуальні завдання:</b><br>курсова робота   |  |                                      |                       |
| Вид контролю: екзамен  |  |                                      |                       |

#### Примітка.

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

для денної форми навчання – 1/3

для заочної форми навчання – 1/11

## 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – надання студентам теоретичних знань, що відображують найбільш суттєві сучасні досягнення в галузі ливарного виробництва і сприятимуть підсиленню кваліфікаційного рівня магістрів за спеціальностями «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» та «Обладнання ливарного виробництва».

Завдання:

- здобуття нових теоретичних знань в галузі раціональних технологій отримання виливків з щільною литою структурою;
- здобуття поглиблених знань в галузі нових способів формоутворення виливків;
- розширення знань в галузі технології сумішеприготування, нових формувальних матеріалів і сумішей та технологій їх використання, нових технологічних властивостей формувальних сумішей, а також приладів і методів їхнього контролю;
- аналіз застосування сучасних ливарних сплавів для машинобудування;
- аналіз методів технологічних розрахунків і принципів проектування ливарної технології.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1.

Тема 1. Технологічні особливості у високопродуктивних процесах формоутворення.

Лекції – 16 год. (№ № 1-9)

Практичні роботи – 8 год. (№№ 1-4)

Література: [1, 3, 4, 5, 7]

### Змістовий модуль 2.

Тема 1. Нові технологічні процеси із застосуванням сучасних формувальних сумішей і ливарних сплавів.

Лекції – 16 год. (№ № 10-17)

Практичні роботи – 8 год. (№№ 5-7)

Література: [1, 2, 6]

### 2.1 Зміст лекцій

*Лекція 1.* Сучасні уявлення про механізм утворення усадкової раковини у виливку.

Змінення питомого об'єму металу при нагріванні-охолодженні, об'ємна усадка металу у рідкому стані, при кристалізації і у твердому стані.

Кристалізація сірого чавуну. Розрахунок об'ємної усадки при кристалізації для ливарного сплаву. Методика ЗНТУ визначення об'ємної усадки сплаву у рідкому стані.

**Лекція 2.** Нові методи отримання щільної структури металу виливків.

Кристалізація сплавів під тиском. Живлення вилівка із його термічного центру. Суспензійне лиття. Суміщення кристалізації з вібрацією.

**Лекція 3.** Сучасні високоефективні надливи.

Раціональна геометрична конфігурація надлива. Обігрів зовнішнім джерелом. Ізотермічні надливи: характеристика матеріалів, технологія застосування, ефективність. Екзотермічні надливи: склади і характеристика сумішей, технологія застосування, ефективність, методи випробування.

**Лекція 4, 5.** Сучасні методи машинного формування із застосуванням піщано-глинистих сумішей.

Технологічні особливості імпульсного формування. Технологічні особливості і схеми реалізації СЕЙАТСУ-процеса. Досягнення останніх років фірми «ДИСА» у галузі горизонтально-стосового формування.

**Лекція 6, 7.** Нові способи виготовлення піщаних форм.

Технологічні особливості вакуумно-плівкового формування. Технологічні особливості лиття за газифікованими моделями. Лиття у заморожені форми.

**Лекція 8, 9.** Нові способи виготовлення стрижнів.

Сучасні «NO-BAKE»-процеси: нові склади сумішей, обладнання для приготування сумішей і формування. «Cold-Box»-процеси: «Cold-Box-Amin», «Carbophen», «Enoki-CO<sub>2</sub>», «Beta-Set» і інші. Оригінальні технологічні схеми реалізації цих процесів. Сучасні уявлення про піскодувне ущільнення суміші і продукції стрижнів газами для отвердження.

**Лекція 10.** Поновлювані технології у ливарному виробництві.

Регенерація формувальних пісків, піщано-глинистих сумішей і сумішей холодного твердіння. Ефективність і області застосування основних методів регенерації. Технічні рішення екологічних проблем, що виникають при застосуванні сумішей холодного твердіння.

**Лекція 11.** Нові технології у сумішеприготуванні.

Активація формувальних матеріалів: формувальних глин, води, зв'язуючих. Технологічні аспекти використання нового високопродуктивного обладнання для сумішеприготування: спарених бігунів, вихрових та роторних змішувачів.

**Лекція 12.** Нові уявлення про контроль властивостей формувальних сумішей.

Ущільненість – комплексний показник властивостей. Текучість, зчепленість, вологість – новий погляд на значимість цих показників.

**Лекція 13.** Нові прибори для контролю властивостей формувальних сумішей. Прибори для контролю міцності, твердості, вологості. Мінілабораторії для контролю.

**Лекція 14, 15.** Технологічні особливості виготовлення виливків із чавуну з кульовидним графітом.

Аналіз тенденцій світового розвитку цієї технології. Технологічні схеми реалізації цієї технології у промислово-розвинутих країнах. Особливості проектування технології ливарної форми.

**Лекція 16.** Чавун з вермикулярним графітом – перспективний матеріал з особливими властивостями.

Структура і основні властивості матеріалу. Области використання виливків, технологічні аспекти отримання цього чавуну. Нові вуглецеві матеріали для ливарних технологій.

Бейнітний чавун з кульовидним графітом – ливарний матеріал майбутнього.

Мікроструктура, основні властивості, номенклатура виливків, досягнення з виробництва у промислово-розвинутих країнах. Технологія отримання. Білі високохромисті зносостійкі чавуни: склади, мікроструктури, основні властивості, технологічні особливості виробництва.

### 3. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
|---|-----------------|--------------|----|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|   | денна форма     |              |    |     |     |      | Заочна форма |              |    |     |     |      |
|   | усього          | у тому числі |    |     |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|   |                 | л            | п  | лаб | інд | с.р. |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |
| 1   | 2               | 3            | 4  | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Модуль 1</b>   |                 |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1</b>   |                 |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Технологічні особливості у високопродуктивних процесах формоутворення                       | 40              | 16           | 8  | -   | 3   | 13   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| <b>Змістовий модуль 2</b>   |                 |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Нові технологічні процеси із застосуванням сучасних формувальних сумішей і ливарних сплавів | 40              | 16           | 8  | -   | 3   | 13   | -            | -            | -  | -   | -   | -    |
| <b>Усього годин</b>   | 80              | 32           | 16 | -   | 6   | 26   |              |              |    |     |     |      |

#### 4. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Аналіз технологічних розрахунків                                  | 2               |
| 2     | Метод розрахунку ливникових систем із умови ламінарного потоку    | 2               |
| 3     | Розрахунок шару ливарної форми, який треба висушити               | 2               |
| 4     | Аналітичні методи розрахунку внутрішніх і зовнішніх холодильників | 2               |
| 5     | Теплова симетрія у ливарній технології                            | 2               |
| 6     | Математична функція бажаності у ливарному експерименті            | 2               |
| 7     | Розрахунок екзотермічного надлива методом фірми «Fosco»           | 2               |
| 8     | Нові способи формоутворення – відеофільми                         | 2               |
|       | Разом   | 16              |

#### 5. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Визначення об'ємної усадки ливарного сплаву у рідкому стані                         | 2               |
| 2     | Визначення об'ємної усадки при твердінні складно легованого сплаву                  | 2               |
| 3     | Вплив модуля ливника на процес додаткового живлення виливка                         | 2               |
| 4     | Вплив коефіцієнта корисної дії на об'єм надлива                                     | 2               |
| 5     | Вплив діаметра живлячої діафрагми на зусилля відлому легко відокремлюваного надлива | 2               |
| 6     | Розробка технології виливка з використанням екзотермічного надлива                  | 2               |
| 7     | Вплив часу вакуумування на твердість вакуумно-плівкової форми                       | 2               |

#### 6. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми                                  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Підготовка до лабораторних робіт і лекцій   | 16              |
| 2     | Підготовка до рубіжних контролів і екзамену | 10              |
|       | Разом                                       | 26              |

## 7. Індивідуальні завдання

Індивідуальним завданням є курсова робота, яка ставить за мету закріплення теоретичних знань і спроба застосувати нові методи розрахунків, осмислення отриманих результатів з можливою перевіркою їх на практиці у майбутньому і можливим їх вдосконаленням.

1. Технологічні особливості виготовлення ливарних форм за Сейатсу-процесом.
2. Сучасні високоефективні екзо- і ізотермічні надливи для піщаної форми.
3. Поновлювані технології у сумішеприготуванні.
4. Нові прибори і методи контролю піщано-глинистих сумішей.
5. Технологічні особливості проектування модельної оснастки для Cold-Box-процесів.
6. Технологічні особливості виготовлення форм на Ноу-бейк-процесом.
7. Сучасні досягнення у галузі вакуумно-плівкового формування і номенклатура виливків.
8. Еволюційний розвиток процесу лиття за газифікованими моделями.
9. Огляд сфер застосування 3D-технологій у ливарному виробництві.

## 8. Методи навчання

При вивченні дисципліни «Нові процеси у ливарному виробництві» використовуються традиційні методи навчання:

- набуття знань під час аудиторних лекційних занять та самостійної роботи студента;
- формування умінь і навичок під час виконання завдань лабораторного циклу аудиторних занять;
- використання знань під час практичного виконання самостійної роботи;
- творча діяльність в процесі виконання індивідуальних завдань на лабораторних та самостійних заходах;
- закріплення знань під час підготовки до контрольних заходів на поточному, рубіжному та підсумковому контролю;
- перевірка знань, умінь і навичок в процесі поточного контролю та на іспиті.



## 9. Очікувані результати навчання з дисципліни «Нові процеси у ливарному виробництві»

1. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем ливарного виробництва.
2. Здатність демонструвати практичні інженерні навички відповідно до ливарного виробництва.
3. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері ливарного виробництва.
4. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних спеціальностей.
5. Здатність застосовувати наукові та інженерні методи для вирішення типових завдань ливарного виробництва.
6. Здатність демонструвати творчій та інноваційний потенціал в синтезі рішень та в розробці проектів у ливарному виробництві.
7. Здатність демонструвати розуміння контекстів, в яких можуть бути застосовані знання ливарного виробництва – в розробці технології, управління процесами, менеджменті тощо.
8. Здатність демонструвати знання характеристик специфічних матеріалів ливарного виробництва.
9. Здатність демонструвати знання і розуміння деяких математичних принципів і методів вирішення проблем ливарного виробництва.
10. Здатність брати участь в розробках планів і проектів ливарного виробництва для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми.

## 10. Засоби оцінювання

Здача індивідуального завдання, рубіжні контролі, екзамен.

## 11. Критерії оцінювання

Приклад для екзамену

|   |    |    |                    |    |    |    |                    |    |     |     |                            |      |     |
|---|----|----|--------------------|----|----|----|--------------------|----|-----|-----|----------------------------|------|-----|
| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |                    |    |    |    |                    |    |     |     | Підсумковий тест (екзамен) | Сума |     |
| Змістовий модуль 1                      |    |    | Змістовий модуль 2 |    |    |    | Змістовий модуль 3 |    |     |     | 100                        | 100  |     |
| T1                                      | T2 | T3 | T4                 | T5 | T6 | T7 | T8                 | T9 | T10 | T11 |                            |      | T12 |
| 50                                      |    |    | 50                 |    |    |    |                    |    |     |     |                            |      |     |

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Приклад для виконання курсового проекту (роботи)

|                      |                      |               |      |
|----------------------|----------------------|---------------|------|
| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
| до 80                | до 10                | до 10         | 100  |

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 85-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 75-84  | <b>C</b>    |  |   |
| 70-74  | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 60-69  | <b>E</b>    |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 1-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

## 12. Методичне забезпечення

1. Кузовов А.Ф., Иванов В.Г., Малый А.В. Технологические расчеты питания отливок. Монография: – Запорожье: ЗНТУ, 2017 – 76 с. ISBN 978-617-529-159-7.

## 13. Рекомендована література

### Базова

1 Технологические процессы и оборудование для модернизации литейного производства в машиностроении. (Формы и стержни). Сборник руководящих технических материалов по современным эффективным технологическим процессам формообразования точных отливок для деталей в машиностроении. – М.: «Инженерно-технологический центр «Металлург». E-mail: [itcm-metallurg@mtu-net.ru](mailto:itcm-metallurg@mtu-net.ru). – 2002.-281 с.

2 Чугуны с шаровидным и вермикулярным графитом и аустенитно-бейнитной матрицей – современные материалы для литых деталей. – М.: «Инженерно-технологический центр «Металлург». E-mail: [itcm-metallurg@mtu-net.ru](mailto:itcm-metallurg@mtu-net.ru). – 2004.-250 с.

### Допоміжна

3 Горенко В.Г., Яновер Я.Д. Теплоизоляционные материалы в литейном производстве. – К.: Техніка, 1981. – 96 с.

4 Справник В.И., Выгоднер Л.Ф. Обогрев прибылей отливок экзотермическими смесями. – М.: Машиностроение, 1981. – 104 с.

5 Галдин Н.М. Литниковые системы для отливок из легких сплавов. – М.: Машиностроение, 1978. – 198 с.

6 Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.

7 Рыжиков А.А. Теоретические основы литейного производства. – М.: Машгиз, 1961. – 446 с.