



## Донбаська державна машинобудівна академія

### Силабус навчальної дисципліни «Теорія будови рідких, аморфних та кристалічних матеріалів» на 2025/2026 навч. рік

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	136 Металургія
ОПП (ОНП)	Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Форма навчання	Денна/денна прискорена та заочна/заочна прискорена
Семестр, в якому викладається дисципліна	Денна – 6 (звичайна форма), 4 (прискорена форма) Заочна – 7 (звичайна форма), 4 (прискорена форма)
Статус дисципліни	Вибіркова
Обсяг дисципліни	120 годин (4,0 кредита ЄКТС)
Мова викладання	українська
Оригінальність навчальної дисципліни	
Факультет	Інтегрованих технологій і обладнання
Кафедра	Технології та обладнання ливарного виробництва
Розробник	Агравал Павло Гянович, доктор хімічних наук, доцент, доцент кафедри Технології та обладнання ливарного виробництва
Викладач, який забезпечує проведення лекційних занять	Агравал Павло Гянович, доктор хімічних наук, доцент, доцент кафедри Технології та обладнання ливарного виробництва e-mail: <a href="mailto:tolp.agraval@gmail.com">tolp.agraval@gmail.com</a> / моб. тел. +38066-453-55-55
Викладач, який забезпечує проведення практичних/лабораторних занять	Агравал Павло Гянович, доктор хімічних наук, доцент, доцент кафедри Технології та обладнання ливарного виробництва e-mail: <a href="mailto:tolp.agraval@gmail.com">tolp.agraval@gmail.com</a> / моб. тел. +38066-453-55-55
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Дистанційне навчання
Лінк на дисципліну	

Кількість годин	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Вид підсумкового контролю
120 (денна/денна прискорена)	54	18	–	66	залік
120 (заочна/заочна прискорена)	4	–	4	112	залік

<p>Що буде вивчатися (предмет навчання)</p>	<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p><b>Знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- будову рідких, аморфних та кристалічних матеріалів;</li> <li>- механізм твердіння рідких матеріалів у кристалічне і аморфне становище;</li> <li>- взаємний зв'язок структури речовини з її властивостями;</li> <li>- методи прогнозування і управління будовою матеріалів.</li> </ul> <p><b>Вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розрізняти структурні складові різних литих матеріалів;</li> <li>- виявляти і вивчати із застосуванням металографічних мікроскопів структуру виливків після затвердження;</li> <li>- аналізувати вивчені структури з порівнюванням із наведеними у нормативно технічній та періодичній літературі.</li> </ul>
<p>Чому це цікаво/потрібно вивчати (мета)</p>	<p><b>Метою</b> викладання дисципліни є формування знань про основні структурні особливості будови рідини, впливу зовнішніх факторів на властивість розплавів, теорії формування кристалічних систем, особливостей будови аморфних матеріалів, впливу технологічних чинників на структурні параметри аморфних металічних систем різного хімічного складу. Дати уявлення про взаємозв'язок між структурою та властивостями різних матеріалів, перспективах одержання промислових сплавів із теоретичною міцністю.</p> <p>Головною задачею даного курсу є надання теоретичних знань про будову рідких, аморфних та кристалічних матеріалів, що використовуються у ливарному виробництві.</p>
<p>Чому можна навчитися (результати навчання) (відповідно до ОПП)</p>	<p>ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>ПР06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.</p> <p>ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</p> <p>ПР32. Розуміння особливостей базових методів досліджень та оброблення експериментальних даних.</p>
<p>Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності) (відповідно до ОПП)</p>	<p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p>ЗК3. Здатність самостійно вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК17. Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для вирішення професійних завдань у галузі металургії.</p> <p><i>Фахові компетентності:</i></p> <p>ФК3. Критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії.</p>

	<p>ФК20. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.</p> <p>ФК33. Здатність проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, роботи висновки і надавати рекомендації.</p>
<p>Навчальна логістика Лекційні заняття</p>	<p>Зміст дисципліни:</p> <p><b>Змістовий модуль 1. Теорія будови сплавів у рідкому та твердому стані.</b></p> <p>Тема Т1. Вступ. Основні типи міжатомної взаємодії у твердих тілах.</p> <p><i>Лекція 1.</i> Вступ. Основні типи міжатомної взаємодії у твердих тілах.</p> <p><i>Лекція 2.</i> Природа металічного зв'язку, як граничного випадку ковалентного зв'язку. Ненаправленість зв'язку й властивості металів.</p> <p><i>Лекція 3.</i> Утворення і будова розплавлених матеріалів. Поняття про близький і далекий порядок у розташуванні атомів. Основи кластерної теорії металічних розплавів.</p> <p><i>Лекція 4.</i> Фізичні властивості металічних розплавів. Ливарні властивості розплавлених металів і сплавів.</p> <p><i>Лекція 5.</i> Утворення і ріст кристалів при затвердженні.</p> <p><i>Лекція 6.</i> Форма кристалів у залежності від ступеня переохолодження розплаву.</p> <p><i>Лекція 7.</i> Дендритні гілки. Вплив направленого температурного градієнта.</p> <p><i>Лекція 8.</i> Розмір литого зерна. Вплив домішок.</p> <p><b>Змістовий модуль 2. Вплив хімічного складу на мікроструктуру і властивості литих матеріалів.</b></p> <p>Тема Т2. Вплив хімічного складу на мікроструктуру і властивості литих матеріалів.</p> <p><i>Лекція 9.</i> Вплив хімічного складу на мікроструктуру і властивості литих матеріалів. Кристалізація первинна, евтектична, перитектична. Обмежена розчинність у рідкому стані.</p> <p><i>Лекція 10.</i> Нерівновісна кристалізація. Макро- та мікро ліквіація. Пористість у ливарних структурах.</p> <p><i>Лекція 11.</i> Виділення з твердого розчину. Евтектоїдне, перетектоїдне, мартенситне перетворення. Поліморфне перетворення.</p> <p><i>Лекція 12.</i> Вплив повторного нагрівання, вирівнювання складу, змінювання межі зерна, рекристалізація.</p> <p><i>Лекція 13.</i> Механічні властивості ливарної структури. Взаємозв'язок механічних властивостей, структури та зломи ливарних матеріалів. Вплив домішок на зародження тріщин.</p> <p><i>Лекція 14.</i> Дефекти литої сталі. Хімічна неоднорідність, структурна неоднорідність, отпускна хрупкість, холодноламкість. Методи збільшення механічних властивостей литої сталі.</p> <p><i>Лекція 15.</i> Металургійні засоби покращення якості сплавів. Рафінування, обробка синтетичними шлаками, вакуумування при виплавлянні та розливанні сталі, переплавні процеси (ЕШП, ПДП, ВДП, ЕЛП).</p> <p><i>Лекція 16.</i> Кераміко-металеві композитні матеріали. Трансформаційно-зміцнені керамічні матеріали. Перспективи і можливості одержання сплавів із теоретичною міцністю.</p>

	<p>Види занять: лекції, практичні роботи і самостійна робота.  Методи навчання: компетентнісні, наочні (таблиці, відеоролики, презентації), дистанційне (відеоконференції), практичні роботи</p>
<p>Навчальна логістика  Практичні роботи</p>	<p><b>Практична робота 1.</b> Дослідження взаємодії речовин.  <b>Практична робота 2.</b> Дослідження текучості литого розплаву.  <b>Практична робота 3.</b> Дослідження впливу температури рідкого металу на структуру у твердому стані.  <b>Практична робота 4.</b> Вивчення впливу умов кристалізації на структуру литих сплавів.  <b>Практична робота 5.</b> Вивчення аморфного стану речовини.</p>
<p>Пререквізити</p>	<p>Перед вивченням курсу необхідно вивчити дисципліни: Кристалографія і мінералогія; Металознавство і термічна обробка, Хімія, Фізична хімія та аналітичний контроль, Теоретичні основи ливарного виробництва</p>
<p>Постреквізити</p>	<p>Знання, отримані при вивченні дисципліни «Теорія будови рідких, аморфних та кристалічних матеріалів», необхідні під час виконання та захисту курсових та дипломних проектів бакалаврів.</p>
<p>Форма та методи навчання</p>	<p>Лекційні та практичні заняття (аудиторний і дистанційний формат); консультації, поточний і підсумковий контроль (аудиторний і дистанційний формат).</p>
<p>Політика курсу</p>	<p>Курс передбачає індивідуальну та групову роботу. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими оригінальними.</p>
<p>Оцінювання досягнень</p>	<p>При визначенні загальної оцінки враховуються результати поточного контролю з практичних занять, які відбулися в період, а також результати захисту індивідуальних завдань та самостійної роботи. Залік за системою ЕКТС отримують здобувачі, які виконали всі види робіт і набрали не менше 55 зі 100 балів за результатами навчання.</p> <p>Приблизна шкала оцінювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>90-100 А</b> (відмінно): Здобувач продемонстрував бездоганні знання, тема розкрита повністю, висока самостійність, аргументовані відповіді на всі запитання під час заліку;</li> <li>- <b>81-89 В</b> (добре): Здобувач провів правильну роботу, є незначні недоліки, що незначно впливають на оцінку роботи в цілому;</li> <li>- <b>75-80 С</b> (добре): Здобувач демонструє конкретний, достатній рівень, видна здатність здобувача вирішувати практичні задачі, однак є певні недоліки, що зменшують оцінку роботи;</li> <li>- <b>55-74 D, E</b> (задовільно): Знання здобувача відповідають певному рівню, але є помилки.</li> </ul> <p><b>&lt;55 F, FX</b> (незадовільно): Знання здобувача не відповідають вимогам, наявні серйозні прогалини в роботі, присутні принципові помилки, невиконана частина контрольних точок.</p>
<p>Інформаційне забезпечення</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Пахолюк, А.П.</b> Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали : посібник / А.П.Пахолюк, О.А.Пахолюк. – Львів : Світ, 2005. – 172 с.</li> <li>2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів :</li> </ol>

навч. посібник / В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк, В.О. Степаненко, К.Г. Лопатько ; за ред. В. О. Степаненка. – К. : Либідь, 2002. – 328 с.

3. **Гарнець В.М.** Матеріалознавство : підручник. - К. : Кондор, 2009. - 386 с.

4. Металознавство : підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – К. : Політехніка, 2008. – 384 с.

5. Fundamentals of metallurgy / Ed. S. Seetharaman. – New York NY: Elsevier, 2005. – 565 p.


Допоміжна література:

6. **Швець, В.Т.** Фізика неупорядкованих металів / В. Т. Швець. – Одеса : Маяк, 2007. – 512 с. – ISBN 966-587-163-6.
7. **Якібчук, П.М.** Модельні методи у фізиці металів: монографія / П. М. Якібчук, В. Т. Швець ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. – Л. : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 650 с. – ISBN 978-966-613-960-6.
8. Rapidly quenched metals. Vol. 1. / Eds. S. Steeb, H. Warlimont. – New York NY: Elsevier. – 1985. – 1143 p. – ISBN 0-444-86939-5.
9. **Suryanarayana, C.** Bulk metallic glasses. / C. Suryanarayana, & A. Inoue. – Boca Raton, CRC press. – 2017. – 542 p. – eISBN 9781315153483.
10. **Турчанін, М.А.** Термодинамічні властивості розплавів та фазові перетворення в аморфоутворюючій системі Cu–Ni–Ti–Zr–Hf : монографія / М.А.Турчанін, П.Г.Агравал. - Краматорськ : ДДМА, 2018. – 268 с. – ISBN 978-966-379-834-9.
11. **Турчанін, М.А.** Термодинаміка багатокомпонентних розплавів перехідних металів для створення високоентропійних кристалічних та аморфних сплавів : монографія / М.А.Турчанін, П.Г.Агравал, Г.О.Водоп'янова, Л.О.Древаль. – Краматорськ : ДДМА, 2024. – 348 с. – ISBN 978-617-7889-71-6.

Електронні ресурси:

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Інформаційний ресурс з ливарного виробництва SOUZ-LITYO. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://lityo-com-ua.translate.google/?\\_x\\_tr\\_sl=ru&\\_x\\_tr\\_tl=uk&\\_x\\_tr\\_hl=ru](https://lityo-com-ua.translate.google/?_x_tr_sl=ru&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=ru)
3. Бібліотека Донбаської державної машинобудівної академії. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.dgma.donetsk.ua/bibliografichni-pokazhchiki.html>

Розробник:

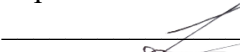
 П.Г. Агравал

« 28 » серпня 2025 р

Розглянуто і схвалено  
на засіданні кафедри ТОЛВ  
Протокол № 1 від 28.08.2025  
Завідувач кафедри ТОЛВ


 П.Г. Агравал

Гарант освітньої програми

 М.М. Федоров

« 28 » серпня 2025 р

Затверджую  
Декан факультету

 О.Г. Гринь