

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національна металургійна академія України

Кафедра термічної обробки металів ім. К.Ф. Стародубова



Силабус
(стилий опис курсу)

З дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

Дисципліна «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» (галузь знань -13 «Механічна інженерія») викладається на 4-му курсі навчання в бакалавраті, форми навчання: очна та дистанційна.

Учасникам освітнього процесу у навчальних закладах України надається доступна і зрозуміла інформація відносно цілей, складу і програмних результатів навчання, порядку та критеріїв оцінювання отриманих знань в межах окремих навчальних компонентів (у формі силабуса або іншими способами). У НМетАУ освітянська діяльність у сфері вищої освіти здійснюється структурними підрозділами (кафедрами) на основі вимог стандартів вищої освіти [1], освітніх програм (у даному випадку освітньо-професійної програми (ОПП) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з підготовки бакалаврів у галузі знань 13 «Механічна інженерія», спеціальність 132 «Матеріалознавство» та програми навчальної дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» для спеціальності «Матеріалознавство», які акредитовані Міністерством освіти і науки України і відповідають вимогам Національної рамки кваліфікацій у сфері освіти, зайнятості та соціально-трудова відносин.

Глосарій :

Національна рамка кваліфікацій (НРК) - системний і структурований за компетентностями опис кваліфікаційних рівнів. Кожен рівень – це завершений етап освіти, що характеризується рівнем складності освітньої програми, сукупністю компетентностей особистості, які визначені, як правило, стандартом освіти та відповідають певному рівню Національної рамки кваліфікацій.

НРК призначена для використання органами виконавчої влади, установами та організаціями, що реалізують державну політику у сфері освіти, зайнятості та соціально-трудова відносин, навчальними закладами, роботодавцями, іншими юридичними і фізичними особами з метою розроблення, ідентифікації, співвіднесення, визнання, планування і розвитку кваліфікацій;

В редакції 2020-го року НРК має 8 рівнів.

Зіставлення кваліфікацій вищої освіти України з європейськими рамками кваліфікацій

Рівень вищої освіти	Ступінь вищої освіти	НРК України	QF-EHEA	EQF-LLL
Початковий рівень (короткий цикл)	Молодший бакалавр	5 рівень	Короткий цикл	5
Перший (бакалаврський)	Бакалавр	6 рівень	Перший цикл	6
Другий (магістерський)	Магістр	7 рівень	Другий цикл	7
Третій (освітньо-науковий)	Доктор філософії	8 рівень	Третій цикл	8
Науковий	Доктор наук	8 рівень		

У силабусі згідно нової НРК наведені зміни до термінології, відповідно до кожного рівня, у т.ч. і для 7 рівня (магістерського) кваліфікації.

Освітня кваліфікація - визнана закладом освіти чи іншим уповноваженим суб'єктом освітньої діяльності та засвідчена відповідним документом про освіту *сукупність встановлених стандартів освіти та здобутих особою результатів навчання та компетентностей*. Стосовно професійної кваліфікації – це визнана кваліфікаційним центром, суб'єктом освітньої діяльності, іншим уповноваженим суб'єктом та засвідчена відповідним документом стандартизована сукупність здобутих особою результатів навчання та компетентностей, що дають змогу виконувати певний вид роботи або провадити професійну діяльність.

Кваліфікаційний рівень - структурна одиниця Національної рамки кваліфікацій, що визначається певною сукупністю компетентностей, які є типовими для кваліфікацій даного рівня;

Комунікація - зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються;

Ступеневість вищої освіти полягає у здобутті різних освітньо-кваліфікаційних рівнів на відповідних етапах (ступенях) вищої освіти.

Виходячи із структури вищої освіти, її перший ступінь передбачає отримання кваліфікації «молодший спеціаліст»; другий — кваліфікації «молодший бакалавр» (неповна базова вища освіта); «бакалавр» (базова вища освіта); третій — кваліфікації «магістр» (повна вища освіта).

Спеціальність (згідно проекту закону України «Про вищу освіту» – складова галузі освіти, в межах якої здійснюється освітньо-професійна підготовка молодшого спеціаліста, бакалавра та магістра і освітньо-наукова підготовка докторів філософії та докторів наук за певним видом діяльності. Згідно до Наказу МОНУ № 1151 від 06.11.2015 в Україні затверджений «Перелік галузей знань і спеціальностей (2015), а також «Перелік наукових спеціальностей», за якими здійснювалася підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційними рівнями. У НМетАУ здійснюється навчання за освітньо-кваліфікаційними рівнями бакалавр і магістр зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» у галузі знань 13 Механічна інженерія, а освітньо-наукова підготовка докторів філософії та докторів наук за спеціалізацією «Термічна обробка металів» можлива за спеціальностями 132 «Матеріалознавство» або 136 «Металургія» у галузі знань 13 Механічна інженерія.

Спеціалізація – складова спеціальності, що передбачає вузькопрофільну спеціалізовану освітньо-професійну або освітньо-наукову підготовку; рівень професійної діяльності - характеристика професійної діяльності за ознаками певної сукупності професійних завдань та обов'язків (робіт), які виконує особа з вищою освітою. Наприклад, у період навчання в бакалавраті по спеціальності 132 «Матеріалознавство» студент може здійснювати фахову підготовку за спеціалізаціями: «Термічна обробка металів»; «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» або «Матеріалознавство», а після отримання кваліфікації «Бакалавр з матеріалознавства» продовжити навчання у магістратурі за спеціалізаціями: «Термічна обробка металів»; «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» або «Матеріалознавство».

Освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) випускника вищого навчального закладу є державним нормативним документом, в якому узагальнюється зміст освіти, тобто відображаються цілі освітньої та професійної підготовки, визначається місце фахівця в структурі господарства держави і вимоги до його компетентності, інших соціально важливих властивостей та якостей. ОКХ відображає соціальне замовлення на підготовку фахівця з урахуванням аналізу професійної діяльності та вимог до змісту освіти і навчання з боку держави та окремих замовників фахівців.

ОКХ встановлює галузеві кваліфікаційні вимоги до соціально-виробничої діяльності випускника вищого навчального закладу з певних спеціальностей та освітньо-кваліфікаційного рівня і державні вимоги до властивостей та якостей особи, яка здобула певний освітній рівень відповідного фахового спрямування.

Освітньо- професійна програма (ОПП) – є державним нормативним документом, в якому визначається нормативний зміст навчання, встановлюються вимоги до змісту, обсягу та рівня освітньої та професійної підготовки фахівця відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня певної спеціальності.

Бакалавр (латин. лат. baccalaureus, ірл. baccalarius) — ступінь базової закінченої вищої освіти. Бакалавр — це освітньо-кваліфікаційний рівень фахівця, який на основі повної загальної середньої освіти здобув поглиблену загальнокультурну підготовку, фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці — і здатний вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідних посад, у певній галузі народного господарства. Освітньо-професійна програма (ОПП) підготовки бакалавра забезпечує одночасне здобуття базової вищої освіти за напрямом підготовки та кваліфікації бакалавра на базі повної загальної середньої освіти. ОПП бакалавра складається із загальних фундаментальних, гуманітарних та соціально-економічних дисциплін, спеціальних дисциплін відповідного напрямку підготовки, а також з різних видів практичної підготовки. Нормативний термін навчання визначається програмою, але не може перевищувати чотирьох років.

Магістр – це освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти, що передбачає здобуття особою повної вищої освіти з відповідної спеціальності на базі освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" (базова вища освіта) або освітньо-кваліфікаційного рівня "спеціаліст" (повна вища освіта), а також вищої освіти, здобутої до запровадження в Україні ступеневої вищої освіти.

Особа, яка здобула освітньо-кваліфікаційний рівень "магістр" (надалі - магістр), повинна володіти поглибленими знаннями з обраної спеціальності, уміннями інноваційного характеру, навичками науково-дослідної (творчої), або науково-педагогічної, або управлінської діяльності, набути певний досвід використання одержаних знань і вміти продукувати (створювати) елементи нових знань для вирішення завдань у відповідній сфері професійної діяльності.

Освітньо-наукова програма магістра обов'язково включає дослідницьку (наукову) компоненту.

Результати навчання – це знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, що набуваються у процесі навчання, виховання та розвитку, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти. Поряд з цим уміння та навички – це здатність застосовувати знання для виконання завдань та розв'язання проблем. Уміння й навички поділяються на когнітивні (що включають логічне, інтуїтивне та творче мислення) і практичні (що включають ручну вправність, застосування практичних способів (методів), матеріалів, знарядь та інструментів, комунікацію);

Болонська угода – Болонський процес (Bologna process) - це міжурядова європейська реформа, що має на меті створення Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) до 2010 року. Фундаментальними засадами цього простору є, взаємовизнання освітніх ступенів і кваліфікацій, прозорість (зрозумілість дипломів і ступенів через створення спільної триступеневої структури освіти) і європейська співпраця у сфері гарантії якості освіти.

Наказом МОН від 16 жовтня 2009 року N 943 з 2009/2010 навчального року у вищих навчальних закладах (ВНЗ) України запроваджується Європейська кредитно-трансферна система (ЄКТС) та її ключові документи. **Європейська кредитно-трансферна системи (ЄКТС)** використовується для перенесення та накопичення кредитів. Разом з іншою інформацією, що міститься у додатку до диплома (або академічній довідці), кількість здобутих кредитів ЄКТС дозволяє точно відображати та оцінювати досягнення випускника (або студента), здобуті ним під час навчання у вищому навчальному закладі.

Кредитно-модульна система організації навчального процесу - це модель організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні модульних технологій і залікових одиниць (залікових кредитів), охоплює зміст, форми та засоби навчального процесу, форми контролю якості знань і вмінь та навчальної діяльності курсанта, студента (слухача) у процесі як аудиторної, так і самостійної роботи.

Кредит — одиниця обсягу та вимірювання результатів навчання, досягнутих на певний момент виконання програми навчання, — система змістових модулів, які з урахуванням засвоєння студентами окремих навчальних елементів можуть бути засвоєні за 30 годин навчального часу.

Модуль — задокументована завершена частина освітньо-професійної програми (навчальної дисципліни, практики, державної атестації), що реалізується відповідними формами навчального процесу. Прийнято, що один кредит Європейської кредитної трансферної системи (ECTS) складається з 30 академічних годин (1 академічна година дорівнюється 50 хвилинам). У системі вищої освіти України прийнято співвідношення одного залікового модуля одному кредиту ECTS.

Нормативні змістові модулі — змістові модулі, необхідні для виконання вимог нормативної частини освітньо-кваліфікаційної характеристики. Сукупність нормативних змістових модулів визначає нормативну (обов'язкову) складову індивідуального навчального плану студента.

Модульний контроль. Згідно з графіком навчального процесу контрольні заходи проводять під час модульного контролю (МК) та сесії (С). Модульному контролю підлягає навчальний матеріал кожного модуля за видом занять (лекції, лабораторні, практичні, семінарські тощо) окремо.

Навчальний план містить графік та план навчального процесу. План навчального процесу визначається структурно-логічною схемою та містить:

- перелік нормативних дисциплін;
- перелік вибіркових дисциплін;
- розподіл дисциплін за циклами навчання та кафедрами;
- види навчальних занять;
- загальний та річний обсяг дисциплін в годинах та кредитах;
- аудиторне навантаження студента;
- обсяг часу на самостійну роботу;

Програма навчальної дисципліни. На кожний предмет розробляють програму навчальної дисципліни — нормативні документи, що визначають роль і місце навчального предмета в системі підготовки фахівців, цілі його вивчення, перелік тем навчального матеріалу, форми організації навчання. Програми навчальної дисципліни забезпечують професійну підготовку фахівців. Їх розробляють у взаємозв'язку та з метою забезпечити цілісне оволодіння навчальним матеріалом, необхідним для успішного виконання професійної діяльності, запобігти можливому дублюванню, урахувати міжпредметні зв'язки, визначаючи послідовність вивчення навчальних предметів.

Робочі програми дисциплін сформовані як стандарти вищих навчальних закладів (ВНЗ) та відображають сучасні методи формування програм, які містять склад модулів дисциплін, розподіл часу на їх засвоєння, терміни контролю по видам занять. В програмах відокремлені учбові елементи та модулі рівнів засвоєння, у відповідності з якими розроблені комплексні контрольні роботи (ККР), а також критерії оцінки, що дозволяє об'єктивно та адекватно відображати рівень засвоєння програми дисципліни студентами. Зміст робочої програми дисципліни відповідає анотації, що подана в ОПП. Програма структурована на змістовні блоки, модулі, та навчальні елементи. Для кожного навчального елемента визначено рівень засвоєння (сформованості) згідно методики Додатку і Наказу Міносвіти України.

Засвоєння змісту навчальної дисципліни – це той кінцевий результат або у сучасній термінології **компетенції**, які повинні бути сформульовані при навчанні у вищому навчальному закладі (за рахунок аудиторних занять -лекцій, практичних та лабораторних занять) або у процесі взаємодії з викладачем (робота з літературою по дисципліні, програмним та мультимедійним супроводженням та інш.). У реальному навчальному процесі результатом навчання є: **компетенції, знання, вміння, навички** у рамках тої або іної професії, розвиток творчої діяльності та відношень, які набуває та/або здатна продемонструвати особа після завершення навчання. При вивченні дисциплін по спеціальності 132 «Матеріалознавство» підготовка студента спрямована на отримання ним компетенцій для виконання наступних функцій і задач професійної діяльності: технологічної; експлуатаційної; проектно-конструкторської; контрольної; науково-дослідної.

Компетентність – це динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та подальшу навчальну діяльність.

Знання – спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань

Уміння - здатність людини виконувати певні дії при здійсненні тієї чи іншої діяльності на основі відповідних знань. За видами уміння поділяються на:

- *предметно-практичні* - уміння виконувати дії щодо переміщення об'єктів у просторі, зміни його форми тощо;

- *предметно-розумові* - уміння щодо виконання операцій з розумовими образами предметів (аналіз, класифікація, узагальнення, порівняння тощо).

- *знаково-практичні* - уміння щодо виконання операцій зі знаками та знаковими системами (письмо, прокладання курсу по карті, одержання інформації від пристроїв тощо).

- *знаково-розумові* - уміння щодо розумового виконання операцій зі знаками та знаковими системами (логічні та розрахункові операції).

Вид уміння пов'язаний зі змістом задачі, виконання якої потребує цього уміння.

Уміння/навички --спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур, здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах, здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності

Навички - це уміння, доведені до автоматизму внаслідок багаторазового їх повторення. Навички складаються з простих прийомів діяльності, але при набутті навичок обов'язково потрібен контроль та регулювання зі сторони викладача.

Відношення включають у себе оціночні судження та емоційні враження від різних боків життя та діяльності.

Творча діяльність – забезпечує зародження нового знання, уміння, навичок та відношень.

Підготовка фахівців-бакалаврів згідно ОПП по спеціальності 132 «Матеріалознавство», галузі знань 13 «Механічна інженерія» здійснюється в НМетАУ викладачами трьох випускаючих кафедр:

- кафедри матеріалознавства ім. Ю.М. Тарана НМетАУ;

- кафедри термічної обробки металів ім. академіка К.Ф. Стародубова НМетАУ;

- кафедри покриттів, композиційних матеріалів та захисту металів НМетАУ;

Це надає випускникам бакалаврату спеціальності 132 «Матеріалознавство» зі спеціалізації «Термічна обробка металів» можливість продовження у НМетАУ освіти на рівні магістратури зі спеціалізації «Термічна обробка металів», спеціальності 132 «Матеріалознавство (а також далі в аспірантурі та докторантурі) по спеціалізаціям та спеціальностям, які надають вказані кафедри (або по іншим).

1. Прізвище, ім'я та по батькові лектора; його вчений ступінь, вчене звання; посада, яку займає; контактна інформація; наукова школа та наукові інтереси:

Дейнеко Леонид Николаевич (тел. моб. (+38) 0953331325; E-mail: leonid_deyneko@i.ua), доктор технічних наук по спеціальності «Металознавство та термічна обробка металів» (05.16.01), професор по кафедрі «Термічна обробка металів», завідуючій кафедрою термічної обробки металів НМетАУ, професор, є науковим керівником бакалаврів, магістрів, аспірантів та докторантів, науково-дослідницьких робіт, які виконуються кафедрою за рахунок по держбюджетних та господарських НДР за різною тематикою. Закінчив аспірантуру (наук. керівн. академік К.Ф. Стародубов) при кафедрі термічної обробки металів НМетАУ; докторантуру (наук. консульт. проф. В.І. Большаков) при кафедрі матеріалознавства і обробки матеріалів ПДАБіА. Вчене звання професора отримав по спеціальності «Металознавство та термічна обробка металів» (05.16.01) по кафедрі термічної обробки металів НМетАУ. Представник наукової професійної школи – «Дніпропетровської наукової школи термічної та деформаційно-термічної обробки сталей», створенної академіком К.Ф. Стародубовим.

Основними напрямками наукової та науково-педагогічної діяльності професора Дейнеко Л.М. являються:

- дослідження процесів структуроутворення при фазових перетвореннях, відпуску або старінні та їх вплив на фізико-механічні властивості залізобуглецевих сплавів;
- дослідження механізмів і кінетики процесів розпаду аустеніту при мартенситному і проміжному (бейнітному) перетвореннях (у т.ч. і з використанням термоциклічної обробки) та твердого розчину при відпуску мартенситної, ферито-бейнітної та бейнітної структурних складових молібдувуглецевих і низьколегованих сталей;
- удосконалювання діючих та розробка нових технологічних процесів термічної та комбінованих обробок різних видів металовиробів та здійснення впровадження їх в промисловість;
- розробка охолоджуючих середовищ на водній основі та конструктивно-технологічних параметрів гартівних пристроїв;
- встановлення математичних залежностей між хімічним складом сталей, режимів їх термічної обробки та експлуатаційними властивостями металовиробів;
- діагностика відмов (руйнування) металовиробів.

2. Назва, код модуля і/або навчальної дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» та кількість кредитів (модулів), які відводяться на її вивчення

У зв'язку з входженням України до Болонської угоди у системі вітчизняної вищої освіти з 2004 р введено кредитно-модульну систему організації навчального процесу, згідно якої вивчаний матеріал розподіляється на залікові модулі (кредити), у склад яких входять: аудиторна, самостійна підготовка та контрольні заходи.

Дисципліна «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» є нормативною і входить до циклу дисциплін фахової підготовки (**210 год. 7 модулів, 7 кредитів**) навчального плану бакалаврів з спеціальності 132 «Матеріалознавство» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Дисципліна викладається на 4 курсі навчання бакалаврів. Раніше на протязі десятків років викладалась під назвою «Технологічні особливості процесів термічної обробки» у обсязі 396 годин.

3.Час і місто проведення навчальної дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

З урахуванням затвердженого розкладу занять навчальна дисципліна проводиться у спеціалізованих приміщеннях:

- лекції (Л) – аудиторія 224 центрального корпусу НМетАУ;
- практичні заняття (ПЗ)– ауд.224;
- лабораторні заняття (ЛЗ) – північний зал, лабораторії механічних випробувань та металографічного аналізу (Б411; Б412);
- самостійна робота (СР, у обсязі 100 годин) – це плануємо робота для студентів, які навчаються і яка виконується по завданню та при методичному керівництві викладача, але без його безпосередньої участі.

Може проводитися як у читальних залах академії, так і в комп'ютерному класі кафедри (ауд.224) з використанням інтернету і бібліотеки кафедри ТОМ, а також і за межами академії по плану, який розроблений викладачем, згідно до навчального плану дисципліни з метою самостійного вивчення матеріалів, які не викладаються на лекціях. Передбачаються для студента очні та дистанційні консультації по матеріалам дисципліни.

3. Прореквизити і постреквизити навчальної дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

Прореквизити (Prerequisite) вивчаємої дисципліни, це дисципліни, які мають у складі знання, вміння, навички, необхідні для засвоєння вивчаємої дисципліни:

«Кристалографія, мінералогія і дефекти кристалічної будови»; «Основи теорії твердого тіла»; «Матеріалознавство»; «Теоретичні основи процесів термічної обробки металів»; «Методи дослідження властивостей матеріалів»; «Технології виробництва матеріалів»; «Корозія і захист металів»; «Сплави на основі заліза», «Основи теорії та практики термічної обробки матеріалів» тв. інш.

Постреквизити (Postrequisite) – це подальші дисципліни, для вивчення яких студенту будуть потрібні знання, вміння та навички, які він отримає по завершенню вивчення цієї дисципліни: «Структура і властивості металів і сплавів»; «Леговані сталі і спеціальні сплави»; «Конструкції технологічних агрегатів»; «Проектування термічних цехів»; «Термічна обробка кольорових металів та сплавів» та інш.

5. Характеристика навчальної дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

5.1 Призначення навчальної дисципліни

Постійне зменшення природних ресурсів на планеті змушує розвинені держави розробляти та реалізовувати різні ефективні програми, спрямовані на зниження ресурсоемності промисловості та її продукції. Галузі промисловості, особливо металургія, машино-, судо-, авіа-, космічна та багато інших, які добувають та переробляють природні ресурси для виготовлення якісної наукоємної металопродукції повинні постійно удосконалювати теорію і практику виробництва матеріалів та конструкцій з них з ціллю зниження енерго- і ресурсоемності.

Відомо, що конструктивна міцність металовиробів багато в чому визначається структурним станом металу або сплаву та рівнем його напруженого стану, якими цілеспрямовано можна управляти за рахунок використання термічної або комбінованої обробок. Термічна обробка металів і сплавів (та її різновиди) у металургії традиційно вважається четвертим переділом (*за черговістю в циклі переробки металу: одержання чавуну → одержання сталі → обробка металу тиском → термообробка*). У промисловості, у складі металургійних, машинобудівних, приладобудівних та інш. заводів, існує велика кількість термічних цехів, ділянок, на устаткуванні яких здійснюється попередня або остаточна термічна обробка прокату чи готових металовиробів, що визначає кінцевий рівень властивостей металу.

Навіть короткий екскурс в історію розвитку людського суспільства показує надзвичайно важливу роль металів та їхньої термічної обробки в житті людей. А в сучасній технічній літературі акцентується увага на те, що хоча ми й живемо в ХХІ столітті, яке неодноразово називалося століттям нових матеріалів, але головним конструкційним матеріалом цього століття, а можливо й усього тисячоліття, все ж таки залишатиметься сталь. Тому поглиблення знань про способи виробництва і обробки металовиробів є актуальним завданням людства. В останні десятиліття активно впроваджується у виробництво термічна та комбіновані види обробок для різних видів металопокриттів деталей різного призначення з метою оптимізації їхньої структури і властивостей.

У зв'язку з тим, що термічна обробка є одним з найбільш ефективних видів фінішної обробки готових металовиробів, її роль надзвичайно підвищується в період найбільш важких ситуацій для народів і держав – а саме такими ситуаціями є війни та інші екстремальні ситуації, які вимагають величезної кількості високоякісного металу і виробів з нього. І в наш час для підтримки достатньої обороноздатності армії України потрібна високоміцна броня і якісні металовироби для танків, надводних і підводних суден, літаків, космічних апаратів та іншої військової і цивільної техніки. Слід зазначити, що кафедра термічної обробки металів НМетАУ (зараз Український державний університет науки і технологій) у різні роки свого існування внесла вагомий вклад у створення різних технологій зміцнювальної термообробки для цивільної і воєнної промисловості. У якості прикладу можна надати таку інформацію, для забезпечення достатньої обороноздатності країни

потрібно виготовляти високоміцну броню і якісні металовироби, наприклад, стволи для артилерійсько-стрілецького озброєння. Для виробництва конкурентоспроможних стволів артилерійських систем потрібно реалізувати в комбінованій технології термічної обробки зливку, поковки, заготовки та готового ствола понад 140 годин різних режимів термічної обробки, а на фініші використати іонно-плазмовий метод нанесення на поверхню каналу ствола захисного шару (з хрому, молібдену або танталу), який забезпечить роботу артилерійської системи на протязі тривалого часу. А для виготовлення конкурентоздатних валків для прокатних станів, типу 4000 або 5000, потрібно реалізувати в комбінованій технології термічної обробки зливку, поковки, заготовки та готового валка понад 300-350 годин різних режимів термічної обробки.

З розвитком науки і техніки в останні 20-30 років сфера професійної діяльності термістів уже не обмежується четвертим переділом, а всі частіше використовується на більш ранніх стадіях виробництва якісної металопродукції. І ця тенденція неухильно зростатиме в міру підвищення вимог до експлуатаційних властивостей сталей і сплавів.

При вивченні дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» студент взмозі засвоїти знання та придбати навички, необхідні для розробки нових і удосконалення діючих технологій термічної та комбінованих обробок металопродукції, здійснення їх на практиці в умовах металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, аналізувати і вибирати сучасні види устаткування для їх реалізації з метою поліпшення економічних, технологічних та екологічних показників виробництва, методів і обладнання для контролю параметрів обробки і якості обробляемого матеріалу, розробки текстової та графічної технологічної документації.

5.2 Ціль вивчення дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

Мета вивчення дисципліни - засвоєння знань та придбання навичок, необхідних для розробки нових і удосконаленню діючих технологій термічної та комбінованих обробок металопродукції, здійсненню їх на практиці в умовах металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, аналізу і вибору сучасних видів устаткування для їх реалізації з метою поліпшення економічних, технологічних та екологічних показників виробництва, методів і обладнання для контролю параметрів обробки і якості обробляемого матеріалу, розробки текстової та графічної технологічної документації.

5.3 Задачі вивчення дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

-закономірності процесів структуроутворення при реалізації різноманітних режимів термічної і комбінованих обробок металовиробів в металургії, машинобудівництві та їх вплив на структуру і властивості сталей і сплавів різного хімічного складу;

-основні параметри режимів термічної і комбінованих обробок металовиробів для металургійної і машинобудівної промисловості;

- основні поняття тепло- та масообміну, загальні відомості про найважливіші теплофізичні параметри металевих матеріалів (теплоємність; теплопровідність; температуропровідність; теплове розширення; коефіцієнти температуропровідності та тепловіддачі; критерій Біо; тепловий потік та температурні поля при нагріві і охолодженні металовиробів) та їх вплив на параметри процесів обробки виробів;

- характеристики процесу нагріву і охолодження та їх вплив на процеси структуроутворення у металах, особливості режимів нагріву і охолодження термічно тонких та масивних тіл при термічній обробці;

-особливості термічної та комбінованих обробок сталевих виробів та процесів структуроутворення в них в залежності від параметрів обробки металів, що сприяють подрібненню аустенітного зерна;

- сучасні технології термічної і комбінованої обробки продукції металургійних підприємств (зливків, БЛЗ, металопродукату, труб, змінних деталей металургійних агрегатів) та металопродукції машинобудівних підприємств, які забезпечують надання металопродукції структури і властивостей, що відповідають вимогам стандартів та спрямовані на енерго- і ресурсозбереження та поліпшення екології;

- характеристики сучасних охолоджуючих середовищ, засоби та режими охолодження, які зменшують виригідність жолоблення та деформації різноманітних виробів і спрямовані на ресурсозбереження, поліпшення екології та зменшення собівартості їх обробки;

- сучасне термічне устаткування та його конструктивно-технологічні особливості для здійснення ефективних технологічних процесів термічної і комбінованих обробок металопродукції, спрямованих на досягнення нормованих властивостей, зниження енерго- та ресурсозатрат, поліпшення екології та зменшення собівартості продукції;

- сучасні методи та обладнання для контролю параметрів термічної та комбінованих обробок металопродукції;

- сучасні методи та обладнання для контролю якості термічної обробленої металопродукції;

-основні вимоги до інформації (нормативних вимог, довідникової інформації до структурного стану і властивостей матеріалу виробів, параметрам режимів їх обробки і конструктивно-технологічним особливостям устаткування), яка повинна бути занесена до технологічних карт і інструкцій по технологічним процесам термічної і комбінованих обробок металовиробів в металургійній і машинобудівній галузях промисловості.

вміти:

- удосконалювати діючі і розробляти нові режими та технології термічної і комбінованих обробок металопродукції, використовуючі сучасні інформаційні та патентні джерела;

- визначати і обґрунтовано пропонувати найбільш досконале термічне устаткування для реалізації запропонованих сучасних технологій обробки металопродукції, які спрямовані на енерго- і ресурсозбереження та поліпшення екології;

- визначати і застосовувати сучасні обладнання та методи контролю параметрів обробки і якості металопродукції;

- розробляти технологічні карти і складати інструкції технологічних процесів термічної та комбінованих обробок різноманітних металовиробів.

5.4 Склад учбової дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» та розподіл навчальних годин (денна форма навчання).

У результаті вивчення дисципліни «**Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів**» студент отримує: *інтегральну компетентність (ІК):* «Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов», *фахову компетенцію нормативну (ФКН16)* «Здатність розуміння ролі термічної та комбінованої обробок в поліпшенні властивостей металевих матеріалів та на основі аналізу нормативних вимог до комплексу властивостей виробу вибирати види і визначати основні параметри технологічних процесів термічної і комбінованої обробок», а також фахові додаткові компетенції (ФКД - *профілізація «Термічна обробка металів»*) та програмні результати навчання (РН) і додаткові програмні результати навчання (РНД - *профілізація Термічна обробка металів*) згідно освітньо - професійної програми (ОПП) підготовки фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр спеціальності 132 «Матеріалознавство».

Розподіл навчальних годин по дисципліні (Денна форма навчання)

	Усього
Усього годин за навчальним планом, у тому числі:	210
Аудиторні заняття, з них:	96
Лекції	64
Лабораторні роботи	8
Практичні заняття	24
Семінарські заняття та презентації	-
Самостійна робота, у тому числі при:	114
підготовці до аудиторних занять	
підготовці до семінарів та презентацій (залік)	
виконанні курсових проектів (робіт)	0
виконанні індивідуальних завдань	0
опрацюванні розділів програми, які не викладаються на лекціях	
Заходи контролю	

5.5 Зміст вивчаємої дисципліни «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

Лекційний курс

№№ з/п	Назва розділу/теми та її зміст
1	Предмет дисципліни та її структура. Основні процеси та явища, поняття, терміни, визначення. Знання та вміння, що будуть придбані при вивченні дисципліни. Основні режими термічної обробки, що сприяють подрібненню аустенітного зерна при нагріві вище критичних точок, параметри термоциклічної обробки сталевих виробів. Режими термічної обробки сталевих деталей, що забезпечують одержання наддрібного аустенітного зерна та високу пластичність в низьковіпущеному стані за рахунок видалення фазового наклепу аустеніту
2	Процеси тепло- та масообміну. Термодифузія та дифузійне перенесення теплоти. Масоперенесення при хіміко-термічній обробці виробів. Основні закономірності процесів передачі теплоти. Теплопровідність. Конвективний теплообмін. Теплове випромінювання. Термічно тонке та масивне тіло. Критерій Біо. Температурні поля в термічно оброблюваних виробках. Методи визначення (експериментальні та розрахункові) температурних полів в металі виробів при нагріві та охолодженні.
3	Способи та особливості нагріву металу при термічній обробці. Види нагріву: пічний (газовий та електричний); електронагрів (контактний, поверхневий або наскрізний з використанням струмів високої або промислової частоти); нагрів в розплавлених солях і металах, лужних ваннах, псевдокиплячих середовищах. Фактори, що впливають на тривалість нагріву металовиробів. Хімічна взаємодія оброблюваного металу із нагрівальним середовищем. Використання контрольованих атмосфер при нагріві металу. Захисні технологічні покриття для виробів, що нагріваються.
4	Класифікація, визначення та утворення залишкових напруг в металовиробках; способи їх зниження. Класифікація, визначення та утворення залишкових напруг в металі виробів. Вимірювання залишкових напруг. Змінення розмірів та форм деталей внаслідок термічних та структурних напруг. Дефекти кристалічної решітки та напруги III ро-

	ду. Методи визначення залишкових напруг в металі виробів. Способи зниження рівня залишкових напруг при термічній обробці деталей. Режими попередньої та фінішної термічної обробки для зниження рівня гартівних напруг. Охолодні середовища, які використовуються для зміцнювальних обробок металовиробів, їх класифікація та особливості. Конструкції гартувальних пристроїв. Залежність рівня остаточних напруг в деталі від способу гартування та типу середовища.
5	Технології термічної обробки зливків та безперервно-литих заготовок (БЛЗ). Особливості будови зливків та безперервно-литих заготовок, фізична та хімічна неоднорідність, вплив складу сталі. Режими і технології термічної обробки. Печі для термічної обробки. Контроль якості.
6	Технології термічної обробки залізничних рейок, коліс, бандажів, осей. Типи металопродукції. Сортамент. Умови експлуатації, вимоги до виробів. Марки сталі. Режими і технології термічної обробки. Обладнання для термічної обробки. Контроль якості.
7	Технології термічної обробки помольних тіл та броні млинів, сортових профілів, дроту, арматури. Призначення і вимоги до металопродукції. Сортамент. Марки сталі. Режими і технології термічної та комбінованих обробок продукції різних засобів виготовлення. Обладнання для термічної і комбінованих обробок.
8	Технології термічної обробки труб, з'єднуючих труби деталей, балонів. Засоби виробництва. Сортамент. Призначення. Умови експлуатації. Марки сталі. Режими і технології термічної і термомеханічної обробки. Устаткування. Контроль якості
9	Технології термічної обробки листів, полос, стрічки, жерсті. Засоби виробництва. Сортамент. Призначення. Вимоги. Марки сталі. Режими і технології термічної і термомеханічної обробки. Устаткування. Контроль якості.
10	Технології термічної обробки змінних деталей металургійних агрегатів. Сортамент. Призначення. Засоби виробництва. Характеристика Марки сталі. Режими і технології термічної обробки. Устаткування. Контроль якості.
11	Технології термічної обробки металопродукції на заводах масового та важкого машинобудування Засоби виготовлення деталей машин, інструментів, великих відливок, поковок, штампозварних виробів, іншої металопродукції. Марки сталі. Режими і технології попередньої, кінцевої і допоміжної термічної обробки. Устаткування. Контроль якості.

Лабораторні заняття

№№ з/п	Тема заняття та її зміст
1	Охолоджувальна здатність гартувальних середовищ. Експериментальне визначення охолоджувальної здатності гартувальних середовищ (вода, масло, полімерні середовища, розчини хлоридів). Конструкція термозондів та обладнання для визначення охолоджувальної здатності рідких гартувальних середовищ. Розрахунок температурних полів металовиробів з використанням навчальних програм ("Термолаб" та ін.) при використанні в якості гартувального середовища води, масла, повітря, водних розчинів полімерів (1...2 склади).
2	Конструктивні особливості гартівних баків відкритого типу. Розрахунок параметрів гартівного баку відкритого типу для охолодження в маслі М20 садки 1 т. з початковою температурою металу 900 ⁰ С з охолодженням до 80 ⁰ С. Температура масла початкова 20 ⁰ С, після гартування не повинна підвищуватися вище 40 ⁰ С.

Практичні заняття

№№ з/п	Тема заняття та її зміст
1	<p>Визначення критерію Біо для термічно тонких та термічно масивних виробів, параметрів нагріву та гартування сталевих термічно тонких та масивних деталей (на прикладі різального інструменту зі сталі У10 і Р18). Дослідити ТКД вказаних сталей, розрахувати значення критичної швидкості охолодження. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готових свердел, обрати параметри режимів фінішної термічної обробки свердел зі сталі У10 і Р18, гартівне середовище. Описати структурний стан та властивості металу свердел на різних етапах їх термічної обробки. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.</p>
2	<p>Розглянути різні варіанти виготовлення штампів гарячого деформування зі сталі 5ХНМ та обрати найбільш раціональний спосіб фінішної термічної обробки. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готового штамп. Дослідити ТКД вказаної сталі, розрахувати значення критичної швидкості охолодження. Обрати параметри режимів фінішної термічної обробки виробу, гартівне середовище та спосіб гартування. Описати структурний стан та властивості металу хвостовика та робочої частини штамп на різних етапах його термічної обробки. Визначити методи контролю якості металу штамп. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.</p>
3	<p>Розглянути різні варіанти виготовлення інструменту холодного деформування зі сталей типу 6ХЗФС (ЭП-788) та Х12М (на первинну та вторинну твердість) та обрати найбільш раціональний спосіб фінішної термічної обробки. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готового штамп. Дослідити ТКД вказаних сталей, розрахувати значення критичної швидкості охолодження. Обрати параметри режимів фінішної термічної обробки виробу, гартівне середовище та спосіб гартування. Описати структурний стан та властивості металу на різних етапах його термічної обробки. Визначити методи контролю якості металу виробу. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.</p>
4	<p>Розглянути різні варіанти виготовлення робочих валків холодної прокатки 2гр (циліндричні, гладкі, з твердістю металу бочки по кл.4Б) зі сталі 9Х2 та обрати найбільш раціональні способи виплавки сталі, попередньої та фінішної (з використанням ТВЧ) термічної обробки. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готового валка. Дослідити ТКД вказаної сталі, розрахувати значення критичної швидкості охолодження. Обрати параметри режимів фінішної термічної обробки виробу, гартівне середовище та спосіб гартування. Описати структурний стан та властивості металу робочої частини валка на різних етапах його термічної обробки. Визначити методи контролю якості металу валка. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.</p>
5	<p>Розглянути різні варіанти виготовлення штампозварних з'єднувальних деталей магістральних газонафтопроводів з товщиною стінки 40мм на тиск 7 МПа зі сталі 09-12Г2ФБ та обрати найбільш раціональний спосіб фінішної термічної обробки. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готових деталей з ферито-бейнітною структурою. Дослідити ТКД вказаної сталі, розрахувати значення критичної швидкості охолодження. Об-</p>

	рати параметри режимів фінішної термічної обробки виробу, гартівне середовище та спосіб гартування. Описати структурний стан та властивості металу деталі на різних етапах її виробництва. Визначити методи контролю якості металу деталі. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.
6	Розглянути різні варіанти виготовлення інструменту холодного деформування зі сталей типу 6Х4М2ФС (ДИ-55) або 55Х6В3МФС (ЭП-569) з вторинним твердінням для роботи в умовах великих тисків та обрати найбільш раціональний спосіб фінішної термічної обробки. Використовуючі технічну літературу та довідники визначити умови праці виробу та вимоги до металу готового штампу. Визначити з довідників інформацію про властивості сталей та обрати параметри режимів фінішної термічної обробки виробу, гартівне середовище та спосіб гартування. Описати структурний стан та властивості металу штампу на різних етапах його термічної обробки. Визначити методи контролю якості металу штампу. Розглянути варіанта обладнання для нагріву деталей під гартування та відпуск.

Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях

№ з/п	Назва теми та її зміст
1	Методи приготування контрольованих атмосфер та їх взаємодія зі сталлю. Конструкції елементів установок для виготовлення контрольованих атмосфер. Контроль складу контрольованих атмосфер. [6].
2	Сучасні пальникові пристрої та нагрівачі для термічних печей. [7,8]
3	Сучасні вогнетриви для нагрівальних та термічних печей. [7,8]
4	Методи та устаткування для визначення остаточних напруг у виробках різної форми при термічній обробці.[9]. Сучасні охолоджувальні середовища для гартування [10].

5.6 Форми контролю та оцінювання отриманих знань по дисципліні «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів»

Модульний контроль здійснюється:

-для студентів очної форми навчання – по модулям № 1...6 у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 10...15 питань) та після відпрацювання практичних і лабораторних занять;

-для студентів дистанційної форми навчання у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 10...15 питань) та після відпрацювання практичних і лабораторних занять;

На кафедрі термічної обробки є електронна адреса (E-mail; kaf.tom@metal.nmetau.edu.ua) на яку можливо відправити запитання та отримати відповідь на питання по дисципліні, отримати рекомендації згідно додаткової літератури.

Рекомендована література (основна)

1. Большаков В.И., Долженков И.Е., Зайцев А.В. «Оборудование термических цехов, технологии термической и комбинированной обработки металлопродукции», Изд.2-е, Днепропетровск, РИА Днепр-VAL. 2010 г. -619с
2. Сігова В.І., В.Б. Юскаєв, А.Ф. Бутник Технологія і проектне рішення термічних цехів і дільниць:навч. посіб.- Суми: Вид-во СумДУ, 2010.-318с. ISBN 978-966-657-327-1; УДК 621.78(075.8); ББК 34.651; С34
3. Башнин Ю.А., Ушаков Б.К ,Секей А.Г. Технология термической обработки. Учебник для ВУЗов. - М.: Металлургия, 1986. - 424 с.
4. Соколов К.Н., Коротич И.К. Технология термической обработки и проектирование термических цехов. Учебник для ВУЗов. - М.: Металлургия,1989. - 384 с.
5. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. Учебник для вузов. 3-е изд.: - М.: Металлургия, 1983. -360 с.
6. Шмыков А.А., Мальшев Б.В. Контролируемые атмосферы.- М.: Машгиз, 1953.

7. Гусовский В.Л., Ладыгичев М.Г. и др. Современные нагревательные и термические печи. Справочник.- М: Машиностроение, 2001. - 650 с.
8. Методические указания к изучению дисциплин «Конструкции технологических агрегатов» и «Технологические особенности процессов термической обработки металлоизделий», Часть I / Сост. Дейнеко Л.Н, Долженков И.Е. - Днепр: НМетАУ, 2020.- 140 с.
9. Малинкина Е.И. Образование трещин при термической обработке стальных изделий. 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1965.- 175 с.
10. Люты В. Закалочные среды. Справочник. Пер. с польского. - Челябинск: Metallurgia, Челябинское отд., 1990.-192 с.
11. Окисление и обезуглероживание стали. \Ващенко А.И., Зеньковский А.Г., Лифшиц А.Е. и др, М.; Metallurgia. 1972.-336с

Рекомендована література для опрацювання розділів програми, які не викладались на лекціях (^X- електронний варіант є на сайті кафедри ТОМ)

1. Бернштейн М.Л., Займовский В.А., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали.-М.: Metallurgia, 1983
2. Лахтин Ю.М, Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М: Metallurgia, 1985.-256с
3. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей. Справочник. Под ред. Кальнера В.Д. М.: Машиностроение, 1984,-384
4. Кидин И.Н. Физические основы электро-термической обработки металлов и сплавов. М.: Metallurgia, 1969.-376с
5. Высокочастотная электротермия. Справочник. Под ред. Донского Ал. В., М-Л.: Машиностроение, 1965.-564с
6. Чугун: справочное изд./Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. М.: Metallurgia, 1991. 576с.
7. Справочник по чугуному литью./Под ред Н.Г. Гришовича. 3-е изд. - Л.: Машиностроение, 1978. - 758с

8. Баскаков, А. П. Нагрев и охлаждение в кипящем слое / А. П. Баскаков. ? Москва : Metallurgia, 1974. - 342 с.
9. Файншмидт, Е. М. Термическая обработка в кипящем слое изделий специального машиностроения / Е. М. Файншмидт, А. С. Заваров, Ю. Б. Пирогов. - Москва : ЦНИИИТИ, 1984.-128 с.
10. Заваров, А. С. Термическая обработка в кипящем слое / А. С. Заваров, А. П. Баскаков, С. В. Грачев. - Москва : Metallurgia, 1981. - 289 с.
11. Попова Л.Е., Попов А.А. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана. Справочник. 3-е изд. М.: Metallurgia, 1991.-503с
12. Качанов Н.Н. Прокаливаемость стали. М.: Metallurgia, 1978.- 192с
13. Б.В.Винокур, В.Л. Пилошенко. Прокаливаемость конструкционных сталей. К.: Наукова думка. 1970. -107с
14. Штампы для горячего деформирования деталей. Под ред. М.А.Тылкина. учеб. Пособие для вузов. М., «Вышш.школа», 1977. - 496с.
15. Штамповые стали. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. – М.: «Metallurgia», 1980. - 244с.
16. Околович Г. А.. Штамповые стали для холодного деформирования металлов: Монография / Г. А. Околович; Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Изд. 2-е, переработанное, дополненное. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010, 202 с.
17. Геден М.В., Соболев Г.П., Паисов И.В. Термическая обработка валков холодной прокатки. М., Metallurgia, 1973, 344
18. Моисеев В.Ф., Григорьев С.Н. Инструментальные материалы. Изд.2-е. Монография.-М.: ИЦ МГТУ «Станкин», Янус-К.-2005.-248с ISBN 5-8037-0239-0
19. Гуляев А.П, Малинина К.А и др. Инструментальные стали. Справочник. М.; Машиностроение. 1975.-272с
20. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.; Metallurgia, 1975.-584с
21. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. М.; Metallurgia. 1971.-496с
22. Марочник сталей и сплавов. Под ред. Зубченко А.С., М.; Машиностроение, 2001 66. Журавлев В.Н., Николаев О.И. Машиностроительные стали. Справочник. 3-е изд. М.; Машиностроение, 1981.-391с
23. Приданцев М.В., Давыдова Л.Н. и др. Конструкционные стали. Справочник. М.; Metallurgia, 1980.-288с

^x-вказане джерело інформації є в наявності (в електронному виді) в бібліотеці кафедри ТОМ, а також на сайті кафедри.

Силабус підготував

д.т.н., проф. Дейнеко Л.М.

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри термічної обробки металів НМетАУ, протокол № 18 від 10 березня 2021 року.

Зав. каф. термічної обробки металів, д.т.н., проф.

Дейнеко Л.М.