

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національна металургійна академія України

Кафедра термічної обробки металів ім. К.Ф. Стародубова



Силабус

(стислий опис курсу)

З дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів»

Дисципліна «Конструкції технологічних агрегатів» 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 «Конструкції технологічних агрегатів» 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 стандартом 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, тоб-

то 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 вміння 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 три-ступеневої 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 випусникам 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», створеної 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 молібдугоуглецевих 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 «Конструкції технологічних агрегатів» 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 вивчаємий матеріал розподіляється на залікові модулі (кредити), у склад яких входять: аудиторна, самостійна підготовка та контрольні заходи.

Дисципліна «Конструкції технологічних агрегатів» є нормативною і входить до циклу дисциплін фахової підготовки (**150 год. 5 модулів, 5 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 «Обладнання термічних цехів» у обсязі 240 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) – пічний 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 «Конструкції технологічних агрегатів»

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», «Особливості технологічних процесів термічної обробки металовиробів» та 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»; «Проектування термічних цехів»; «Термічна обробка кольорових металів та сплавів» та інш.

5. Характеристика навчальної дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів»

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 XXI 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.

Для реалізації великої кількості різноманітних режимів термічної та комбінованих обробок у різних галузях виробництва використовують різне обладнання для нагріву, охолодження та інших технологічних операцій для металовиробів різної геометрії, ваги, хімічного складу металів та сплавів. Вибір типу устаткування та його конструктивно-технологічних особливостей для термічної або комбінованих обробок металовиробів визначається у більшій мірі характером виробництва (одиничне, серійне або масове).

При індивідуальному характері виробництва деталі виготовляються одиничними екземплярами й мають різні конструктивні форми й розміри. При такому виробництві доцільно застосовувати універсальне обладнання.

При серійному виробництві однотипні деталі виготовляють партіями або серіями. Залежно від чисельності однотипних деталей у партії або серії серійне виробництво підрозділяється на дрібносерійне, середньосерійне й багатосерійне. При серійному виробництві витрати на термічну обробку зменшуються у порівнянні з індивідуальним виробництвом. Термічні цехи, наприклад, машинобудівних та інструментальних заводів відносять до багатосерійного виробництва. У цих цехах використовують напівавтоматичні й автоматичні агрегати й лінії.

При масовому виробництві однотипні деталі виготовляються безперервним потоком і мають стандартну форму, розміри, вагу й матеріал. Термічна обробка цих деталей також ведеться безперервним потоком. При масовому виробництві необхідно мати спеціалізоване устаткування високої продуктивності з повною автоматизацією процесу.

До масового виробництва відносять термічні цехи, призначені для обробки деталей після їхньої механічної обробки (наприклад, у галузі машинобудування). Масове виробництво характеризується невеликими витратами на термічну обробку й високою продуктивністю устаткування.

Зміна форми власності в країні привела до суттєвого зменшення великих державних та приватних підприємств і, як слідство, суттєво змінила організаційні основи виробництва металовиробів та забезпечення нових виробництв (частіше всього – дрібно- або середньосерійних) обладнанням для термічної обробки. Зменшилась частка механізованих агрегатів для термічної або комбінованих обробок. Це призвело до збільшення кількості і конструктивно-технологічних особливостей одиниць обладнання для дрібних термічних підприємств. І ця тенденція неухильно зростатиме в міру підвищення вимог до експлуатаційних властивостей металовиробів.

При вивченні дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів» студент зможе засвоїти знання та придбати навички:

-аналізувати і вибирати сучасні види устаткування для їх реалізації з метою поліпшення економічних, технологічних і екологічних показників виробництва, а також використовуючи можливості сучасного обладнання удосконалювати діючі технології термічної та комбінованих обробок металопродукції;

- раціонально експлуатувати обладнання термічних підприємств;
- знати методи і обладнання для контролю параметрів обробки і якості обробляемого матеріалу і вміти їх застосовувати на практиці;
- розробляти текстові та графічні матеріали для технологічної документації.

5.2 Ціль вивчення дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів»

Мета вивчення дисципліни – засвоєння знань з конструктивно-технологічних особливостей обладнання термічних цехів (відділень, дільниць) металургійної і машинобудівної галузей та використання їх для поліпшення економічних, технологічних та екологічних показників виробництва металовиробів.

5.3 Задачі вивчення дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів»

У результаті вивчення дисципліни і виконання курсової роботи (проекту) студент повинен:

знати:

- класифікацію термічного обладнання взагалі і класифікацію окремих видів обладнання за різними класифікаційними ознаками;
- конструкційно-технологічні особливості устаткування (основного, додаткового і допоміжного);
- переваги і недоліки обладнання;
- принципи об'єднання обладнання в агрегати, переваги і недоліки агрегатів;
- характеристики і склад нагрівальних і охолоджувальних середовищ, матеріали і властивості футеровок;
- основні напрями удосконалення існуючого устаткування і тенденції світових лідерів у напрямку підвищення якості, економічної, технологічної і екологічної ефективності нового устаткування ;
- конструкційно-технологічні особливості сучасного контрольно-вимірювального обладнання та методів контролю параметрів обробки і якості продукції.
- правила безпечного використання устаткування;

вміти:

- читати та розробляти схеми та креслення устаткування;

- аналізувати сучасний стан розробок у сфері промислового вироблення устаткування термічних виробництв і визначати найбільш ефективні види устаткування для конкретних видів термічної та комбінованих обробок;
- об'єднувати окремі види устаткування в агрегати;
- розраховувати конструктивно-технологічні параметри устаткування;
- забезпечувати енергозбереження та поліпшення екології при використанні сучасного устаткування;
- визначати і застосовувати сучасне обладнання та методи контролю параметрів обробки і якості продукції.

5.4 Склад учбової дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів» та розподіл навчальних годин (денна форма навчання).

У результаті вивчення дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів» 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 нормативну компетенцію* - ФКН 6- «Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання та контрольно-вимірювальних приладів» та *фахові компетенції нормативні додаткові (профілізація «Термічна обробка металів»)*: ФКД8 – «Здатність вибирати і удосконалювати діючі технологічні процеси термічної і комбінованої обробки, що дозволяють забезпечити отримання нормативних показників властивостей металевих виробів, розробляти і втілювати в промисловість сучасні економічно, технологічно і екологічно обгрунтовані параметри режимів і технологій з застосуванням ефективних видів устаткування та методів контролю параметрів обробки якості продукції»; ФКД9 – «Здатність визначати і втілювати в практику термічної і комбінованої обробки сучасне устаткування для ефективної реалізації технологічних процесів в умовах сталого розвитку металургійного, машинобудівного та інших виробництв» 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 годин за навчальним планом, у тому числі:	150
Аудиторні заняття, з них:	64
Лекції	40
Лабораторні роботи	-
Практичні заняття	24
Семінарські заняття та презентації	-
Самостійна робота, у тому числі при:	86
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 «Конструкції технологічних агрегатів»

Структура дисципліни

- Модуль 1. Класифікація обладнання і печей періодичної дії
- Модуль 2. Особливості конструкції печей періодичної дії
- Модуль 3. Особливості конструкції печей безперервної дії

Зміст дисципліни «Конструкції технологічних агрегатів»

Лекційний курс

№№ тем	Назва розділу/теми та її зміст	Тривалість (годин)
13 семестр		
1	Вступ. Історія розвитку термічного обладнання та технологічних процесів термічної обробки металів. Загальна класифікація термічних підрозділів та термічного обладнання.	2
2	Класифікація термічних печей: за типом нагрівальної камери та її розміщенням; за температурним режимом в камері печі; за джерелом теплової енергії; за послідовністю роботи; за агрегатним станом нагрівального середовища; за взаємодією пічного середовища з поверхнею металовиробу; за технологічним призначенням; за засобом переміщення виробів; за транспортуючим механізмом та ін.	2
3	Основні конструктивні елементи термічних печей: поди, склепіння, стінки, вікна завантажування та розвантажування, каркас, напрямні балки, муфелі, реторти, контейнери, засоби вентиляції, піддони. Індикація термічних печей та агрегатів, індукційних печей та установок. Вимоги до сучасних термічних печей, агрегатів та установок. Джерела тепла в термічних печах, їх переваги та недоліки. Вогнетривкі та теплоізоляційні матеріали в теплотехнічному обладнанні	4
4	Термічні печі періодичної дії (садкові): з нерухомим подом одно- та двокамерні; з викатним (висувним) подом; з піднімальним подом (елеваторні); з пересувною камерою (контейнерні); ковпакові; ретортні (барабанні); аеродинамічні (ПАП); шахтні; колодязні. Особливості пічей для хіміко-термічної обробки. Основні шляхи механізації садочних печей. Конструкції пальників газових пічей. Металеві і неметалеві нагрівники електродних установок з високим електричним опором. Випромінювальні труби термічних печей	10
14 семестр		
5	Термічні печі безперервної дії з горизонтальним, вертикальним та круговим просуванням виробів: з похилим подом; штовхальні; конвеєрні (з горизонтальним подовим конвеєром; з підвісним конвеєром; з вертикальним конвеєром); рольгангові; з крокуючими балками та подом; з вібруючим подом; тунельні (з візковим подом; з підвісним конвеєром); протяжні горизонтальні; протяжні вертикальні (баштові); барабанні; карусельні (з обертовим подом; з обертовим склепінням, з обертовою каруселлю); протяжні; з гвинтовим транспортером; секційні швидкісного нагріву. Сучасні конструкції гартівних пристроїв.	10
6	Печі-ванни: з зовнішнім обігрівом; з внутрішнім обігрівом; електродно-соляні; з псевдокиплячим шаром. Рідкі середовища: розплави солей, лугів, шлаків; матеріали псевдокиплячого шару. Способи запускання електродно-соляних ванн. Конструктивно-технологічні особливості установок для нагріву металовиробів висококонцентрованим джерелом енергії, у т.ч. ТВЧ та ТПЧ	4
7	Конструктивно-технологічні особливості вакуумних печей. Установки для нанесення покриттів.	4
8	Установки для нагрівання виробів: внутрішнім джерелом тепла; зовнішнім джерелом тепла; Конструктивно-технологічні особливості допоміжного та додаткового обладнання термічних підрозділів (обладнання для очистки термічно оброблених ви-	4

№№ тем	Назва розділу/теми та її зміст	Тривалість (годин)
13 семестр		
	робів: мийні баки та машини; піско- та дробоструминні установки; дробометальні установки; установки для хімічної та електрохімічної очистки виробів від окалини; травильні ванни).	

Практичні заняття

№№ занять	Назва заняття	Тривалість (годин)
1	Розрахунок, проектування та креслення гартувального баку періодичної дії з охолоджуючим змійовиком.	4
2	Розрахунок, проектування та креслення конвеєрного гартувального баку з охолоджуючим змійовиком.	4
3	Розрахунок та проектування змійовика для охолодження гартувальної рідини у баку періодичної дії	4
4	Конструкторсько-технологічні параметри гартувальних баків та пресів періодичної і безперервної дії: конвеєрні, з ковшовим елеватором з підйомно-поворотною траверсою; шнекові; з ланцюговим підйомником. Гартувальні машини. Системи стабілізації температурного режиму охолоджуючих середовищ.	4
5	Розрахунок та проектування спреєра для диференційного гартування швелеру	4
6	Розрахунок та проектування установки для гартування мелючих куль	4

Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях

№№ тем	Назва теми, її зміст	Тривалість (годин)
1	Контрольовані атмосфери в термічному виробництві та обладнання для їх виготовлення. [13, 14 осн. списку]	
2	Шляхи енергозбереження в паливних і електричних печах періодичної та безперервної дії і печах-ваннах. Конструктивно-технологічні особливості сучасних <i>регенеративних</i> і <i>рекуперативних пальників</i> та радіаційних (випромінювальних) труб для муфелювання полум'я.[15... 18 осн.списку]	
3	Особливості сучасних сплавів з високим електричним опором та системи для електронагріву промислових печей [33,34]	
4	Обладнання для обробки холодом. Безмашинні та машинні (компресорні) установки. Холодоагенти. [3,7] Обладнання для виправлення деталей (використання в процесі термообробки та після).[3]	

Теми курсових работ по дисципліні «Конструкції технологічних агрегатів» (наведені приклади тем). Студенти обирають теми згідно до переліку, який наведений у [2].

1. Обґрунтувати вибір марки сталі, конструктивно-технологічних параметрів гартівного пристрою, охолоджуючого середовища для термічного зміцнення арматурного прокату діаметром 40мм на рівень А500С з прокатного нагріву у потоці стану.

2. Обґрунтувати вибір марки сталі, конструктивно-технологічних параметрів гартівного пристрою, охолоджуючого середовища для термічного зміцнення коліс діаметром 950мм для вантажних вагонів.

3. Обґрунтувати вибір марки сталі, конструктивно-технологічних параметрів гартівного пристрою, охолоджуючого середовища для термічного зміцнення нафтогазопровідних труб діаметром 1020мм з товщиною стінки 26 мм на рівень міцності K56.

5.6 Форми контролю та оцінювання отриманих знань по дисципліні «Конструкції технологічних агрегатів»

Критерії успішності – отримання позитивної оцінки по практичним і контрольним роботам, самостійній роботі, курсовій роботі (проекту), модулю в цілому.

Засоби діагностики успішності навчання – комплект тестів з лекційного матеріалу і самостійної роботи, оцінки по практичним (лабораторним) заняттям, курсовій роботі (проекту), контрольним роботам.

Модульний контроль здійснюється:

-для студентів очної форми навчання – по модулям № 1...5 у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 10...15 питань) та після відпрацювання практичних і лабораторних занять та захисту курсової роботи (проекту);

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

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.

Рекомендуемая литература:

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^X

2. Методические указания к изучению дисциплин «Конструкции технологических агрегатов» и «Технологические особенности процессов термической обработки», Часть I / Сост. Дейнеко Л.Н, Долженков И.Е. - Днепропетровск: НМетАУ, 2020.-140^X

3. Соколов К.Н., Коротич И.К. Технология термической обработки и проектирование термических цехов. Учебник для ВУЗов. – М.: Металлургия,1989. – 384 с.

4. Соколов К.Н. Оборудование термических цехов. Учебное пособие для вузов. – Киев – Донецк: Вища школа, 1984. – 328 с.^X

5. Гусовский В.Л., Ладыгичев М.Г., Усачев А.Б. Современные нагревательные и термические печи (конструкции и технические характеристики). Справочник\ Под ред. А.Б. Усачева.-М.: Машиностроение. 2001.-656с.^X

6. 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^X

7. БУДНИК А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 212 с.^X

8. В.В. Овчинников. Оборудование термических цехов: учебник.-М.: ИД «ФОРУМ»; ИНФРА-М, 2014.-368с М.: 2014 -. ISBN 978-5-8199-0561-6 (ИД «ФОРУМ»); ISBN 978-5-16-008997-3 (ИНФРА-М);

9. Оборудование, механизация и автоматизация в термических цехах.\Вишняков Д.Я., Ростовцев Г.Н., Неуструев А.А.-М.: Металлургия, 1964.-467с

10. Оборудование для термической обработки металлов от фирмы ERSTEVAK (вакуумное оборудование). info@erstvak.com^X

11.Райцес В.Б. Термическая обработка на металлургических заводах. – М.: Металлургия,

12. Люты В. Закалочные среды. Справочник. Пер. с польского. - Челябинск: Metallurgia, Челябинское отд., 1990.-192 с.^x
13. Окисление и обезуглероживание стали. \Ващенко А.И., Зеньковский А.Г., Лифшиц А.Е. и др, М.; Metallurgia.1972.-336с
14. Н.А. Титов Контролируемые атмосферы в термическом производстве. Уч.пособ. Горький, узд. ГПИ им.Жданова,1981.-84с
15. Топливосбережение при нагребе метала в печах машиностроительных предприятий /Шипко А.А., Трусова И.А. и др.// Литье и металургия, 2010, №1(54), 2(55). –С.53-58^x
16. Бирюков А.Б. Современные аспекты использования регенеративних горелок для отопления пламенных печей. Бюллетень Черная Metallurgia, 2015, №1. –С.31-36. См.также 2015,№ 8, с.73-78.^x
17. Описание принципа FLOX. Беспламенное окисление: Горение с низким содержанием NO_x также при сильном догреве воздуха для горения /J. Wunning^x
18. Рекуперативные горелки для прямого нагрева промышленных печей. J. Wunning. Gaswarne International, том 37, 1988, вып.10, с.515^x

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

1. Бернштейн М.Л., Займовский В.А., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали.- М., Metallurgia, 1983^x
2. Лахтин Ю.М, Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М: Metallurgia,1985.-256с^x
3. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей. Справочник. Под ред. Кальнера В.Д. М.: Машиностроение, 1984,-384^x
4. Кидин И.Н. Физические основы электро-термической обработки металлов и сплавов. М.: Metallurgia, 1969.-376с^x
5. Высокочастотная электротермия. Справочник. Под ред. Донского Ал. В., М-Л.: Машиностроение,1965.-564с^x
6. Чугун: справочное изд./Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. М.: Metallurgia, 1991. 576с.
7. Справочник по чугунному 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 : ЦНИИНТИ, 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^x
12. Качанов Н.Н. Прокаливаемость стали. М.: Metallurgia, 1978.- 192с
13. Б.В.Винокур, В.Л Пилушенко. Прокаливаемость конструкционных сталей. К.: Наукова думка.1970. -107с^x
14. Штампы для горячего деформирования деталей. Под ред. М.А.Тылкина. учеб. Пособие для вузов. М., «Выш.школа», 1977. - 496с.
15. Штамповые стали. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. – М.: «Metallurgia», 1980. - 244с.^x
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.^x
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^x
20. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.; Metallurgia, 1975.-584с^x

21. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. М.; Metallurgia.1971.-496с^x
- 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^x
23. Приданцев М.В., Давыдова Л.Н. и др. Конструкционные стали. Справочник. М.; Metallurgia, 1980.-288с^x
24. Каталог оборудования для термической обработки фирмы ОТТОМ (г.Харьков). Электропечи сопротивления периодического действия. Опытн.произв. НИЦ ХФТИ, Харьков , а также и другие проспекты этой фирмы (E-mail; vacuum_org@kipt.kharkov.ua; www.ottom.com.ua)
25. Проспекты фирмы ЗАО Кераммаш по оборудованию для термической обработки (г. Славянск, Донецкой обл., WWW.keramash.donbass.com);
26. Проспекты фирмы «Накал» (Россия) по оборудованию для термообработки (www.nakal.ru);
27. Проспекты фирмы ELTERMA S.A (Польша) по оборудованию термических цехов (www.elterma.com.pl);
28. Проспекты фирмы IPSEN по оборудованию для термических цехов (www.ipsen-international.cjm; E-mail; ipsen@ipsen.de).
29. Проспекты компании группы „CONSARC”по вакуумному оборудованию для термической обработки (www.inductotherm.ru; e-mail: info@inductotherm.ru)
30. Проспекты фирмы CAN-ENG Furnaces (Канада) по системам печей для термообработки стали (WWW.CAN-ENG.COM)
31. Проспекты фирмы «ГК БАРАМИСТ» по огнеупорам и высокотемпературной теплоизоляции (www.rtpk.ru; e-mail: rtpk@rtpk.ru)
32. Проспекты фирмы «Изомат» по волокнистой огнеупорной теплоизоляции (WWW.IZOMAT.RU; e-mail:info@izomat.ru)
- 33.Термообробка з використанням розробок фірми КАТНАЛ/ Матус К,Гарбуз Д.// Оборудование и инструмент для профессионалов | металлообработка № 5,2018 info@lm-innovation.com
34. KANTHAL. Руководство. Сплавы с высоким электрическим сопротивлением и системы для промышленнъ печей.^x

.....

^x-вказані джерела є в бібліотеці кафедри ТОМ

Силабус підготував

д.т.н., проф. Дейнеко Л.М.

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри термічної обробки металів НМетАУ, протокол № 18 від 10 березня 2020 року

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

Дейнеко Л.М.