МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет науки і технологій**

(Національна металургійна академія України)

**Кафедра термічної обробки металів ім. К.Ф. Стародубова**



**Силабус**

(стислий опис курсу)

По дисципліні «**Основи металознавчої експертизи»**

Спеціальність 132 «Матеріалознавство»; галузь знань -13 «Механічна інженерія», 1-й курс навчання в магістратурі, форми навчання: очна – дистанційна.

Дисципліна «**Основи металознавчої експертизи»** для студентівспеціальності 132 «Матеріалознавство» (галузь знань -13 «Механічна інженерія») викладається на 1-му курсі навчання в *магістратурі*, 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) НМетАУ на основі вимог стандартів вищої освіти [1, 2], освітніх програм (у даному випадку освітньо-професійної програми (ОПП) першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівней вищої освіти з підготовки бакалаврів і магістрів у галузі знань 13 «Механічна інженерія», спеціальність 132 «Матеріалознавство», спеціалізація «Термічна обробка металів» та програми навчальної дисципліни «Основи металознавчої експертизи» для спеціальності «Матеріалознавство», які акредитовані Міністерством освіти і науки України і відповідають вимогам Національної рамки кваліфікацій у сфері освіти, зайнятості та соціально-трудових 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](https://nqa.gov.ua/).

НРК призначена для використання органами виконавчої влади, установами та організаціями, що реалізують державну політику у сфері освіти, зайнятості та соціально-трудових 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 — кваліфікацій «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 доНаказу МОНУ № 1151 від 06.11.2015  в Україні затверджений**«**Перелік галузей знань і спеціальностей (2015), а також «[Перелік наукових спеціальностей](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/ru/z1133-11/paran16#n16)», 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 спеціальністями 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 спеціалазіціями: «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 закінченної вищої освїти. Бакала́вр — 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 напряму 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 наметі створення Європейського простору вищої освіти (EHEA) до 2010 року.Фундаментальними засадами цього простору є, взаємовизнання освітніхступенів і кваліфікацій, прозорість (зрозумілість дипломів і ступенів черезстворення спільної триступеневої структури освіти) і європейська співпраця усфері 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-трансфернасистема (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 напоєднанні модульних технологій і залікових одиниць (залікових кредитів),охоплює зміст, форми та засоби навчального процесу, форми контролю якостізнань і вмінь та навчальної діяльності курсанта, студента (слухача) у процесі якаудиторної, 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, что 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 елементу 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;

***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*** *-* цеуміння, 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-**магістрів** згідно ОПП по спеціальності 132 «Матеріалознавство», спеціалізації «Термічна обробка металів»**,** галузі знань 13 «Механічна інженерія» здійснюється в НМетАУ викладачами трьох випускающих кафедр:

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

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

- кафедри покриттів, композиційних матеріалів та захисту металів НМетАУ;

Це надає випускникам магістратури зі спеціалізації «Термічна обробка металів»**,** спеціальності 132 «Матеріалознавство» можливість продовження у НМетАУ освіти на рівні аспірантури зі спеціалізації «Термічна обробка металів»**,** спеціальностей 132 «Матеріалознавство або 136 «Металургія» (а також далі в докторантурі) по спеціалізаціям та спеціальностям, які надають вказані кафедри (або по іншим).

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

**Дейнеко Леонид Николаевич** (*тeл. моб. (+38) 0953331325; E-mail:* [*leonid\_deyneko@i.ua*](mailto: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 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 напрямами наукової та науково-педагогичної діяльності професора Дейнеко Л.М. являються:

- дослідження процесів структуроутворення при фазових перетвореннях, відпуску або старінні та їх вплив на фізико-механічні властивості залізовуглецевих сплавів;

-дослідження механізмів і кінетикі 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 моловуглецевих і низьколегованих сталей;

-удосконалювання діючих та розробка нових технологічних процесів термічної та комбінованих обробок різних видів металовиробів та здійснення впровадження їх в промисловість;

-розвобка 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 відмовів (руйнування) металовиробів.

**2.Назва, код модуля і/або навчальної дисципліни** «**Основи матеріалознавчої експертизи» та кількість кредитів (модулів), які відводяться на її вивчення**

Дисципліна «Основи металознавчої експертизи» (раніше мала назву «Діагностика якості металовиробів») входить до циклу вибіркових дисциплін фахової підготовки (120 час. 4 модулів, 4 кредитів – *кількість модулів може змінятися*) навчального плану магістрів зі спеціалізації «Термічна обробка металів», спеціальності 132 «Матеріалознавство» галузі знань 13 «Механічна інженерія» (згідно постанові Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266). Дисципліна викладається на 1 курсі магістратури.

**3.Час і місто проведення навчальної дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

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.

**4. Прореквизити і постреквизити навчальної дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

**Пререквизиты** (Prerequisite) - дисциплины, содержащие знания, умения и навыки, необходимые для освоения изучаемой дисциплины.

-«Основи теорії і практики термічної обробки матеріалів»;

-«Леговані та спеціальні сталі і сплави»;

-«Термічна обробка легованих сталей та спеціальних сплавів»;

-«Технологічні особливості процесів термічної обробки металів»;

-«Конструкції технологічних агрегатів»

-«Проектування терміческих цехів»;

-«Аналітичні дослідження за фахом»;

-«Експериментальні дослідження за фахом»;

-«Сучасні методи дослідження структури та властивостей» та інші.

-« Термічна обробка кольорових металів і сплавів»;

-«Інженерія поверхні металовиробів»

**Постреквизиты** (Postrequisite) - дисциплины, для изучения которых требуются знания, умения и навыки, приобретаемые по завершении изучения данной дисциплины.

-«Основи інтелектуальної власності»;

-«Теоретичні основи моделювання та оптимізації технічних систем»;

- «Сучасні методи дослідження структури та властивостей металів»;

- «Моніторинг та комерційне супроводження металевої продукції»

-«Основи математичного і комп,ютерного моделювання структури та властивостей матеріалів і сплавів»;

-«Сучасні тенденції у розвитку устаткування та технологій термічної обробки металовиробів» та інші

**5. Характеристика навчальної дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

**5.1 Призначення навчальної дисципліни**

**Мета вивчення дисципліни** – засвоєння знань з особливостей процесів структуроутворення та їх впливу на комплекс механічних властивостей і на рівень напружень, визначення можливих видів дефектів, які виникають у металі виробів в залежності від виду і режиму їх обробки або від умов експлуатації, ознайомлення з методами дослідження структури і властивостей металу виробів для визначення якості металовиробів та причин утворення дефектів, які впливають на експлуатаційну стійкість машин та агрегатів.

Такі знання необхідні для створення нових параметрів режимів та технологій обробки металовиробів або коректування існуючих, які можуть бути використані для виготовлення конкурентоспроможної продукції.

**5.2 Задачі вивчення дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

У результаті вивчення дисципліни, проведення практичних, лабораторних і семінарських занять та презентацій результатів досліджень магістр повинен:

**знати:**

-послідовність дій при оцінюванні технічного стану металовиробу і аналізу технічної документації, яка регламентує його виготовлення і умови експлуатації;

-теоретичні основи процесів структуроутворення в металі виробів та їх особливості при реалізації різноманітних видів термічної або комбінованої обробок;

-основні параметри режимів, технологій термічної та комбінованих обробок залізо-вуглецевих виробів та їх вплив на структуру і властивості металу, а також на рівень напружень, жолоблення та деформації виробів;

-основні причини, які можуть приводити до виникнення дефектів в металі виробів (термічний градієнт по перерізу металовироба у процесі його обробки, високий рівень напруг, жолоблення, деформація, флокени, тріщини та інші), які можуть створити умови до порушення умов експлуатації та впливати на експлуатаційну стійкість деталей і машин;

-методи контролю якості металу виробів (структури, властивостей, геометрії та інш.), у тому числі і матеріалу поверхневого шару металовиробів після поверхневих видів обробки, які необхідні для виявлення дефектів металу і пояснення причин їх утворення, що необхідно для створення нових параметрів режимів або технологій обробки металовиробів або коректування існуючих, які можуть бути використані для виготовлення конкурентоспроможної продукції;

-основні технологічні методи підвищення експлуатаційної стійкості та надійності деталей машин у процесі їх виробництва і конструктивно-технологічні характеристики обладнання для їх реалізації у промисловості;

-теоретичні основи процесів структуроутворення в матеріалах поверхневих шарів деталей з залізо-вуглецевих сплавів при реалізації їх швидкого і надшвидкого нагріву і охолодження, фізичні можливості комбінованих обробок у плані цілеспрямованого впливу на поверхневий шар деталей і отримання в ньому нормованого комплексу властивостей;

-зносостійкі матеріали та раціональні режими обробки деталей з них для забезпечення потрібного структурного стану і властивостей.

**Вміти:**

-аналізувати умови роботи машин і деталей, передбачати можливі механізми зниження їх роботоздатності та вибирати раціональні способи обробки деталей, які забезпечать їм нормований рівень властивостей;

-обирати зносостійкі матеріали для деталей машин, здатні забезпечити в них необхідні властивості при роботі в конкретних умовах;

-обирати види обробки деталей і призначати режими термічної або комбінованої обробки деталей (у тому числі і поверхневих шарів) на основі вимог креслення і характеристик обладнання, яке може бути використано для реалізації обраного технологічного процесу;

-призначати методи дослідження і контролю структури, складу і властивостей металу деталей для визначення якості виробу і отримання можливості для подальшого керування його якістю;

-працювати зі стандартами, спеціальною і довідниковою літературою по матеріалам і технологіям їх обробок;

-проводити оцінку технічного стану та експертизу відмови деталей в умовах виготовлення або при роботі з визначенням головних причин та надавати практичні рекомендації для попередження негативного явища і корегування технології виготовлення якісних металовиробів;

-готовити і представляти презентацію наукової доповіді по темі дисципліни з використанням сучасних інформаційних систем.

**Критерії успішності** – отримання позитивних оцінок по лекційним, практичним, лабораторним і семінарським заняттям, презентації наукової доповіді по темі самостійної роботи.

**Зв’язок з подальшою професійною діяльністю –** отриманізнання і вміння будуть використані магістром при виконанні кваліфікаційної роботи і в умовах праці по спеціальності.

При вивченні дисципліни «Основи матеріалознавчої експертизи» студент **зможе:**

-засвоєти знання з особливостей процесів структуроутворення та їх вплив на комплекс механічних властивостей і на рівень напружень, визначати можливі види дефектів, які виникають у металі виробів в залежності від виду і режиму їх обробки або від умов експлуатації, ознайомитися з методами дослідження структури і властивостей металу виробів для визначення якості металовиробів та причин утворення дефектів, які впливають на експлуатаційну стійкість машин та агрегатів. Такі знання необхідні для створення нових параметрів режимів і технологій обробки металовиробів або коректування існуючих, які можуть бути використані для виготовлення конкурентоспроможної продукції.

**5.3 Склад учбової дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

У результаті вивчення дисципліни «Основи металознавчої експертизи»студент-магістр отримує *інтегральну компетентність (ІК):* «*Здатність розв’язувати складні задачі та проблеми термічних виробництв металургійної і машинобудівної галузей, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом, випробуванням, атестацією, утилізацією матеріалів та виробів на їх основі, що передбачає виконання досліджень, навчального процесу та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог»*, а також загальні компетенції (ЗК1…ЗК14), фахові нормативні компетенції (ФКН1…ФКН24), фахові додаткові компетенції (ФКД 1…ФКД9), програмні результати навчання (РН1…РН28), а також додаткові – РНД1…РНД17) згідно ОПП спеціальності (спеціалізації);

Фактично дисципліна «Основи металознавчої експертизи» э основою для створення більш раціональніх режимів, технологій та обладнання для термічної або комбінованих обробок металовиробів або корегування існуючих на основі розуміння та опанування навичок, знань та умінь, котрі студент-магістр повинен засвоїти при вивченні інших фахових дисциплін, без яких неможливо підготувати магістра по спеціальності 132 Матеріалознавство, спеціалізації «Термічна обробка металів», фахівця по термічній та комбінованим обробкам металів для різних галузей промисловості.

**Розподіл навчальних годин** **по дисципліні** (Денна форма навчання)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Усього |
|
| Усього годин за навчальним планом, у тому числі: | 120 |
| Аудиторні заняття, з них: | 74 |
| Лекції | 18 |
| Лабораторні роботи | 18 |
| Практичні заняття | 18 |
| Семінарські заняття та презентації | 20 |
| Самостійна робота, у тому числі при: | 46 |
| підготовці до аудиторних занять | 36 |
| підготовці до семінарів та презентацій (залік) |  |
| виконанні курсових проектів (робіт) | 0 |
| виконанні індивідуальних завдань | 0 |
| опрацюванні розділів програми, які не викладаються на лекціях | 10 |
| Заходи контролю |  |

**5.4 План вивчення дисципліни «Основи металознавчої експертизи»**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Мо-**  **дуль** | **Тема лекції (заняття)** | **Обсяг,**  **годин** | **Шифр**  **змістовного**  **модуля** | **Вид**  **підсумкового**  **контролю** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **І** | **Модуль 1. Особливості процесів структуроутворення при реалізації різних технологій обробки деталей** | | | |
| **Лекції:**  Особливості фазових і структурних перетворень в залізо-вуглецевих сплавах по різним механізмам в умовах їх нагрівання і охолодження до різних температур.  Структура та властивості сталей і сплавів після різних технології їх термічної або комбінованих обробок.  Особливості охолоджуючих середовищ для промислових технологій та конструктивно-технологічних параметрів сучасних гартівних пристроїв і їх вплив на структурний стан виробів та їх властивості. | **12**  4  4  4 |  | Оцінки практичних занять.  Контрольна робота |
| **Практичні заняття**:  Структурна спадкоємність у технологіях обробки та її вплив на властивості сталевих виробів, сучасні технології подрібнення аустенітного зерна та вторинної структури металів.  **Лабораторні заняття:**  Практичне опрацювання методів визначення механічних властивостей металів (характеристики міцності та пластичності). Робота з нормативними документами. | 2  4 |
| ***Самостійна робота***  Підготовка до аудиторних занять | 12 |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях |  |
| Підготовка до контрольних заходів |  |
| **Усього** | **30** |
| **ІІ** | **Модуль 2** **Механізми деградації властивостей металовиробів** | | | |
| **Лекції:** | 6 |  | Оцінки практичних занять.  Контрольна робота. |
| Методи і обладнання для дослідження макро-, мікро- та субструктури і властивостей металовиробів. Вимоги нормативних документів щодо проведення вхідного контролю якості та дослідження структурного стану металовиробів.  Механізми деградації структури і властивостей металовиробів та методи їх визначення. Старіння металів та сплавів та його вплив на структуру і властивості металів. | 4  2 |
| **Практичні заняття**:  Аналіз видів гартування у різних середовищах та їх вплив на структурний стан металовиробу, його властивості і рівень залишкових напружень  Вплив технології виготовлення сталевих виробів на їх структурний стан, властивості, рівень залишкових напруг та експлуатаційну стійкість. Основні фактори, які виникають при виготовленні деталі та знижують її тріщиностійкість.  **Лабораторні заняття:**  Практичне опрацювання методів структурного аналізу, визначення структурних складових та розміру зерен. Ознайомлення з вимогами нормативних документів (стандартів) щодо послідовності і методики металографічного дослідження металів.  Практичне опрацювання методів визначення механічних властивостей металів (характеристики твердості та в,язкості). Ознайомлення з вимогами нормативних документів (стандартів) щодо послідовності і методики дослідження властивостей металів. | 6  3  3  6  3  3 |
| ***Самостійна робота***  Підготовка до аудиторних занять | 12 |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях  Підготовка до контрольних заходів |  |
| **Усього** | **30** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | **2** | **3** | 4 | 5 |
| **ІІІ** | **Модуль 3 Види дефектів металовиробів та їх класифікація** | | | |
| **Практичні заняття**  Види дефектів в термічно оброблених металовиробах та їх класифікації. Вплив водню на властивості сталевих виробів та методи дослідження їх структурного стану.  Методи дослідження знаку та рівня напружного стану металу виробів. Вплив факторів термічного виробництва на напружний стан металовиробів.  **Лабораторні заняття:**  Практичне опрацювання методів рентгеноструктурного аналізу, визначення тонкої структури металів та знаку і рівня мікродеформацій. Вплив параметрів режимів обробки на рівень остаточних напруг в металі виробів. | 4  2  4 |  |  |
| **Семінарські заняття та презентації** | 8 |
| ***Самостійна робота***  Підготовка до аудиторних занять | 12 |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях  Підготовка до контрольних заходів |  |
| **Усього** | **30** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **IV** | **Модуль 4 Діагностування та порядок оцінки технічного стану металовиробу** | | | |
| ***Практичні заняття***  Діагностування та порядок оцінки технічного стану металовиробу після відмови, складання програми дослідження, визначення головних деградаційних процесів в металі або зовнішніх факторів, які впливають на експлуатаційну стійкість деталей і конструкцій. Визначення причин відмови металовиробу при експлуатації. Складання рекомендацій для коректування існуючих технологій виробництва або для створення нових параметрів режимів та технологій обробки металовиробів, які можуть бути використані для виготовлення конкурентоспроможної продукції. | 4 |  | Оцінки  практичних занять  Контрольна робота  Диферен-  ційний  залік |
| **Лабораторні заняття:**  Опрацювання методів дослідження топографії зламів зразків після руйнування деталей, визначення місця та причин зародження тріщини на зламі, кількості крихкої та в,язкої складової на площині зламу, порогу хладноламкості металу. Ознайомлення з вимогами нормативних документів щодо послідовності і методик дослідження зламів металів. | 4 |
| **Семінарські заняття та презентації** | 12 |
| ***Самостійна робота***  Підготовка до аудиторних занять | 10 |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях |  |
| Підготовка до контрольних заходів |  |
| **Усього:** | **30** |

**Теми семінарських занять:**

1.**Дослідити основні організаційно-технологічні причини відказу (руйнування) робочих валків холодної прокатки з діаметром бочки 240-250мм, виготовлених з сортової заготовки діаметром 160мм (сталь 9ХС) в умовах заводу-виробника у процесі проведення об,ємного гартування.** Заключення для ООО ТД «Содружество» по результатам дослідження причин відмови деталей (валки холодної прокатки) при їх виробництві. Керівн. проф. Дейнеко, Дніпро, 2019.

1. Заключение «**Анализ технологии изготовления кулака МК67.00 режущей цепи ч. КА 80.00.00.010 СБ шахтного комбайна и возможных причин образования и развития трещин в металле изделия. Результаты исследований металла кулака, отобранного из наиболее вероятного места образования трещин**. Отчет НМетАУ по х\д НИР с ДЭТЭК № 375-ПЗ-ДЦ (Х104010006) от 05.10.2016 Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2016.

3. Заключение «**Результаты металлографического анализа образцов металла, отобранных из толстого листа (20мм) из стали 60Г в состоянии поставки и из термообработанной (закалка+отпуск) детали (подпятник сеялки)**». Отчет НМетАУ по х\д НИР Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2014.

4. **Заключение по результатам исследования изломов, макро- и микроструктуры металла соединительного звена цепи (СП 26У21.00.002М) из стали 25ХГН1МА**». Отчет НМетАУ по х\д НИР с ЧАО «АМЗ «ВИСТЕК» (г. Артемовск) Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2013.

5. **Заключение о причинах разрушения подкранового колеса из стали 65Г, изготовленного из металла ДонМЗ и подвергнутого финишной термической обработке в условиях ООО «Ферит**», Отчет НМетАУ по х\д НИР с ООО «Ферит», г. Днепр Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2013.

6. **Рекомендации заводу ООО «БаДМ» ЛТД по качеству исходного металла и готовой металлопродукции - звеньев конвейерных лент из стали 65Г**. Отчет НМетАУ по х\д НИР с Днепропетровским заводом цепей и электродов (ООО «БаДМ» ЛТД) Рук. Доц. Клюшник Ю.А, Величко Л.Ю. НМетАУ, 2011.

7. **Заключение о макро- и микроструктурном состоянии металла зуба экскаватора, изготовленного из стали Гадфильда - Г113**. Отчет НМетАУ по х\д НИР срем. управлением ГОКа. Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2013.

8. **Закономірності процесів структуроутворення на поверхні виробів з сірого чавуну при нагріванні їх до температур ~9000С. -** Обгрунтування питаньДержавного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України при проведенні судової експертизи у цивільній справі №760/25332/14-ц (2-705/16). Виконав. Дейнеко Л.М. №19/8-4/5426 від 08.06.2016

9.**РЕЗУЛЬТАТЫ МАКРОСТРУКТУРНЫХ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЧУГУННОЙ ПОСУДЫ**. Отчет НМетАУ по результатам експертизы в сфере интеллектуальной собственности в рамках креминального дела №12014040030000522 Рук. Дейнеко Л.Н., Днепр, 2017.

10. **Заключение по результатам исследования структуры и свойств по сечению зуба бороны Е620 из стали 60С2А после закалки с нагрева ТВЧ и последующего отпуска**. Отчет НМетАУ по НИР с ООО «КМА Технология»,г. Киев, г. Днепр. Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2021.

11. **Дослідження впливу параметрів термічного зміцнення на рівень залишкової напруги та властивостей трубних сталей з різною структурою**. Дейнеко Л.М., Р.В. М’ясоїд Металургійна та гірничорудна промисловість, №2 (281), 2013, с.55-60, Дніпропетровськ

12. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ о возможных причинах образования трещин при упрочняющей термической обработке вала-шестерни УНБ-600, к.4578 из стали типа 35ХН.** Отчет по Договору № Х104040001 от 01.12.2011г с ПАО «Днепрополимермаш». , г. Днепр. Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2011

13. **«Аналіз причин тріщіноутворення в металі колеса конічного РПП 18.00.02», ТОВ «Баріон»,** г. Днепр. Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ, 2016

14.**Исследование структуры, свойств и выдача заключения о причинах разрушения стального вала диаметром 170мм грануляционной установки в области излома.** Отчет по НИР Х1040102 для ЗАО Днепромаслоэкстракцтонный завод, 2002. Рук. Проф. Дейнеко, НМетАУ

**5.5 Форми контролю та оцінювання отриманих знань по дисципліні**

Модульний контроль здійснюється:

-для студентів очної форми навчання – по модулям № 1…6 у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 8…10 питань) та після відпрацювання практичних і лабораторних занять;

-для студентів дистанційної форми навчання у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 8…10 питань) та після відпрацювання практичних і лабораторних занять;

Ознайомитися з питаннями для самостійного вивчення матеріалів дисципліни можливо при використанні навчально-методичних посібників та довідників, які є в бібліотеці кафедри та академії. На кафедрі термічної обробки є електрона адреса (E-mail; [kaf.tom@metal.nmetau.edu.ua](mailto:kaf.tom@metal.nmetau.edu.ua) ) на яку можливо відправити запитання та отримати відповідь про деталі завдання, рекомендовану літературу, або про додаткові пункти завдання.

**Рекомендована література** (основна)

1.Стандарт вищої освіти бакалавра за спеціальністю 132 Матеріалознавство галузі знань 13 «Механічна інженерія», затверджено та введено в дію Наказом Міністерства освіти і науки України від 27.12.2018 року, № 1460. МОНУ, Київ, 2018

2.Стандарт вищої освіти України підготовки фахівців другого (магістерського) рівня, здобувачів ступеню «магістр» у галузі знань 13 Механічна інженерія затверджено Наказом № 1423 Міністерства освіти і науки України від 17.11.2020 року, та введено в дію з 2020/21р. МОНУ, Київ, 2020

3.Горицкий В.М. Диагностика металлов. - М.; Металлургия, 2004.-408 с ISBN 5-90294-11-3

4.Диагностика материалов и конструкций топливно-энергетического комплекса. /В.М. Баранов, А.М. Карасевич, Е.М. Кудрявцев, В.В. Ремизов, Г.А. Сарычев, А.Д. Седых. — М.: Энерго-атомиздат, 1999. — 360 с.

5.Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник. /В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, В.Н. Филинов и др.; Под ред. В.В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1995. — 488 с.

6.Биргер И.А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978.-240 с. (Надежность и качество).

7.Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики. Учебное пособие. — Иркутск: ИрГУПС, 2006. — 216 с.

8.Кучер В.Я. Основы технической диагностики и теории надежности. Письменные лекции. СПб.; СЗТУ. 2004.-48С

## 9.[Пархоменко П.П. (ред.) Основы технической диагностики. Книга 1. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза](http://www.twirpx.com/file/557641/) /Карибский В.В., Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. и др. М.: Энергия, 1976.-464с

10.Обеспечение надежности машин и оборудования: тексты лекций для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» / В. Н. Лой [и др.] – Минск : БГТУ, 2010. – 80 с. ISBN 978-985-530-043-5.

## 11.[Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций](http://www.twirpx.com/file/60869/) М.: Машиностроение, 1984. — 312 с.

12.Введение в техническую диагностику потенциально опасных объектов атомной энергетики. Учебное пособие для вузов. /Бакиров М.Б., Кудрявцев Е.М., Сарычев Г.А., Тутнов И.А.— М.: РАДЭКОН, 2003. — 40с.

13.Комплексный контроль качества конструкционной стали. Под ред. Чл.-кор. АН УССР Шульте Ю.А.\ Цивирко Э.И., Мошкевич Е.И., Улитенко А.Н. и др., К.; Техніка. 1986

14. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей: Под общ. ред. В.Д. Кальнера.-М.;Машиностроение, 1984.-384ч

15. Дьяченко С.С. Образование аустенита в железоуглеродистых сплавах.–М.: Металлургия,1982.– 128 с.

16. Курдюмов Г.В., Утевский Л.М., Энтин Р.Т. Превращения в железе и стали.М.:, Наука, 1977.-236 с.

17. Тушинский Л.И. Структурная теория конструктивной прочности материалов: Монография. -Новосибирск, Изд. НГТУ, 2004. -400с ISBN 5-7782-0329-2

18.Металловедение и термическая обработка стали. Справочное изд. перераб. и доп. В 3-х томах.\Под ред. М.Л Бернштейна.– М.: Металлургия, 1983.

19.Махненко В.І. Ресурс безпечної експлуатації зварних з,єднань і вузлів сучасних конструкцій. К.; Держ.н-в підпр. «Видавництво», «Наукова думка» НАНУ, 2006. Рос. мовою.

20. Машиностроение. Энциклопедия \Ред. совет: К.В. Фролов (председ.) и др.-М.: Машиностроение. М38 Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов. Т.П-1 \ Л.В. Агамиров, М.А. Алимов и др.; под общ. ред Е.И. Мамаевой. 2010. -852с

ISBN 978-5-217-03469 (т.П-1) (ОАО «Издательство «Машиностроение»);

ISBN 978-5-94275-535-5 (т.П-1) (ООО «Издательство «Машиностроение»);

ISBN 5-217-01949-2

21. Золотаревский В.С. Механические свойства металов. Учебник для ВУЗОВ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: • МИСИС, 1998. -400 с.

22.Гешелiн В. Г. Сертифiкацiя i якiсть металопродукцii. Методи, засоби i метрологiчне забезпечення механiчних випробувань: Довiдково-методичний посiбник. - Х.: Факт, 2004. - 480 с.: iл. ISBN 966-637-202-9. Г27

23.Малинкина Е.И. Дефекты стали, обнаруживаемые в процессе изготовления инструмента. Альбом. /Методика и практика металлографического исследования и инструментальной стали. Сб. работ металлографической лаборатории ВНИИ. Машгиз, М.; 1961.- С.150-213

24.Методы дефектоскопии сварных соединений. Под ред. Щербинского В.Г., М.,1984г.

25.И.Н. Ермолов «Методы и средства неразрушающего контроля », М., 1988 г.

26.В.Н. Волченко «Контроль качества сварных конструкций », М., 1986г.

27.С.Б. Моцохин «Контроль качества сварных соединений и конструкций», М, 1987 г.

28.Неразрушающий контроль металлов и изделий. Под ред. Самойловича Г.С. М., 1973 г.

29.Н.П. Алешин, «Контроль качества сварочных работ», М., 1986 г.

30.Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справ, под ред. В.В. Клюева, М., Машиностроения 1986 г.

31.Білокур Т.П., Боровіков О.С. «Контроль проникними речовинами», навч. посібник, К., ІСДО, 1984

32.Гуляев Г.И., Правосудович В.В., Кашакашвили Г.В., Жордания И.С. и др. АТЛАС Дефектов стальных гарячекатаных бесшовных труб**.** Под ред. Г.И Гуляева. «САКАРТВЕЛО» , Тбилиси, 1991, - 152с с иллюстр.

33.Классификатор дефектов поверхности металлопроката, производимого в условиях СПЦ МолдМЗ. Рыбница, 2003

34. ГОСТ 21014-88. Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности.

35.Дефекты стали/ Справочник. Под редакцией С.М. Новокщеновой и М.И. Виноград. - М.: Металлургия. 1984. – 196 с.

36. З.М. Калинина. Дефекты легированных сталей. Свердловск.: Металлургиздат. 1960г. – 243с.

37. ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения. ИПК Изд-во стандартов. М.; 1987

38.Явойский В.И., Рубенчик Ю.И., Окенко А.П. Неметаллические включения и свойства стали.- М. :Металлургия, 1980.-175с.

39.Включения и газы в сталях/ Явойский В.И., Близнюков С.А., Вишкарев А.Ф. -М.: Металлургия, 1979.-272с.

40.Червяков А.Н. Киселева С.А. и др.. Металлографическое определение влючений в стали. 2-е узд. Металлргиздат, М., 1962

41.Бельченко Г.И., Губенко С.И. Неметаллические включения и качество стали. К.: Техника, 1980.-163с

42. Виноград М.И., Громова Г.П. Включения в легированных сталях и сплавах. М.: Металлургия, 1972.-216с

*х-вказане джерело інформації є в наявності (в електроному 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.