МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

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



**Силабус**

(стислий опис курсу)

По дисципліні «**İнженерія поверхні металовиробів»**

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

Дисципліна **«**İнженерія поверхні металовиробів**»** 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 «Инженерія поверхні металовиробів» 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 вітказів (руйнування) металовиробів.

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

Дисципліна «Инженерія поверхні металовиробів» входить до циклу вибіркових дисциплін фахової підготовки (150 час. 5 модулів, 5 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 «Инженерія поверхні 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.

**4. Прореквизити і постреквизити навчальної дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

**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»;

**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»;

-«Основи металознавчої експертизи»;

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

**5. Характеристика навчальної дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

*5.1 Призначення навчальної дисципліни*

Постійне зменшення природних ресурсів на планеті змушує розвинені держави розробляти та реалізовувати різні ефективні програми, спрямовані на зниження ресурсоємності 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 ресурсоємності.

Розвиток машино-, приборобудування, авіаційної та ракетно-космічної, будівельної, текстильної і інших галузей вимогають ефективного вирішення проблем підвищення зносостійкості металовиробі в умовах різноманітних видів зносу поверхні деталей, працюючих в корозійних середовищах, високих або низьких температур та інших екстремальних умовах.

Дослідження якості (структурного стану, фізико-хімічних та механічних властивостей та інш.) матеріалу поверхневого шару різноманітних виробів на усіх стадіях їх існування (від проектування, виготовлення, контролю якості, експлуатації до ремонту, відновлення та утилізації виробів) дозволило розробити новий міждисциплінарний підхід до розуміння процесів, які відбуваються на поверхні виробів в умовах тертя, зносу, корозії та інш. процесів і створити дисципліну **інженерія поверхні**, яка у сучасному світі займає одне з провідних місць в технічних навчальних закладах. Дисципліна «Инженерія поверхні металовиробів», яка читається студентам кафедрою ТОМ, близька по призначенню до дисципліни «Триботехніка» (частка наукового напряму під назвою «Трибологія»), яка читається у технічних закладах країн СНД. Триботехніка вивчає контактну взаємодію твердих тіл при їх відносному руху. Умовно триботехніку розподіляють на 4 розділи: 1- основи зносостійкості при терті; П і Ш – конструктивні та технологічні методи підвищення довготривалості деталей в умовах тертя;1V- питання експлуатації машин та механізмів, які пов,язані з забеспеченням зносостійкості деталей.

Термічна обробка металів і сплаві та її різновиди – деформаційно-термічна (ДТО) і хіміко-термічна обробка (ХТО) є основою дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів».

В останні десятиліття в промисловості активно втілюються нові режими і технології термічної та комбінованих обробок поверхневих шарів металу виробів з метою підвищення їх експлуатаційної стійкості та зниження собівартості і ваги таких виробів. Відомо, що конструктивна міцність металовиробів суттєво залежить від структурного стану і властивостей металу поверхневого шару та від рівня його напружного стану, якими можливо керувати за рахунок різноманітних режимів і технологій термічної та комбінованих обробок.

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.

При вивченні дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів» студент **зможе:**

-засвоїти основні положення теорії процесів структуроутворення в металах та сплавах в залежності від дії зовнішніх факторів (температури, часу, тиску, хімічного складу елементів, які наносяться на поверхню виробу або втілюються в поверхневий шар металу та інш.);

-засвоїти основні закономірності впливу структури матеріалу на фізико-механічні властивості, рівень напружного стану, експлуатаційні властивості виробу, а також ознайомитися з конструктивно-технологічними параметрами основного, допоміжного та додаткового обладнання термічних підрозділів, які необхідні для реалізації визначених параметрів технологій і режимів термічної або комбінованих обробок деталей.

На основі отриманих знань студент зможе обирати конкретні види матеріалів для виготовлення деталей, режими поверхневої обробки для визначеної групи деталей і обладнання для її реалізації, а також методи і прилади для здійснення контролю за обраними обробками та для контролю якості деталей, які обробляються.

**5.2 Ціль вивчення дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

**Мета вивчення дисципліни** – вміння аналізувати умови праці деталей, розуміти механізми взаємодії поверхневих шарів металу деталей, які сполучаються (стикуються і зношуються) у вузлах машин, та обирати раціональні матеріали для деталей, методи впливу на структуру та властивості поверхневого шару металу деталей за рахунок засвоєння знань з теорії матеріалознавства, металознавства, термічної і комбінованих обробок та практичних навичок, необхідних для вибору та здійсненню на практиці режимів і технологій термічної та комбінованих обробок як усієї деталі, так і металу її поверхневого шару, видів устаткування для їх реалізації, методів і обладнання для контролю параметрів обробки і якості матеріалу, який обробляється.

**5.3 Задачі вивчення дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

**Знати:**

-основні причини, які спричиняють ушкодження вузла, деталей або знижують їх експлуатаційну стійкість та надійність у роботі, методи контролю складу та властивостей матеріалів для виготовлення якісних деталей, які необхідні для проведення відповідного коригування технологій виготовлення конкурентоспроможної продукції;

-основні технологічні методи підвищення експлуатаційної стійкості і надійності деталей машин та конструкційно-технологічні характеристики обладнання для їх реалізації;

-закономірності керування структурою та властивостями поверхневого шару металу деталей шляхом зміни хімічного складу матеріалу для деталей та застосування різних способів їх обробок;

- теоретичні основи процесів структуроутворення в матеріалі поверхневого шару виробів з залізо-вуглецевих сплавів при реалізації швидкого і надшвидкого їх нагріванні і охолодженні, фізичні можливості термічної та комбінованих обробок у плані цілеспрямованого забезпечення металу, який обробляється, механічних і спеціальних властивостей, структурного та субструктурного станів;

-параметри різних режимів, технологій термічної та комбінованих обробок, їх вплив на структуру і властивості металів покриття і підложки (деталі), та вміння використовувати їх на практиці;

-зносостійкі матеріали (хімічний склад, структуру, властивості);

-методи контролю якості матеріалу поверхневого шару деталі і підложки (деталі);

**Вміти:**

-аналізувати умови праці деталі, визначити можливі механізми зниження її роботоспроможності та раціональний спосіб обробки матеріалу деталі, який взмозі забезпечити отримання матеріалом потрібних властивостей;

-обрати для деталей, які працюють в конкретних умовах, зносостійкі матеріали;

-здійснити вибір параметрів термічної або комбінованої обробки поверхні деталі на основі вимог креслення та характеристик обладнання для реалізації обраного процесу її обробки;

-обрати методи дослідження структури і складу матеріалу поверхневих шарів деталі для керуванням властивостями матеріалу;

-класифікацію основного, додаткового та допоміжного обладнання та їх конструктивні елементи, яке використовується для реалізації режимів і технологій термічної та комбінованих обробок поверхні металовиробів. Класифікацію, конструктивні елементи, джерела тепла та принципи дії обладнання, яке використовується для отримання у матеріалі поверхні виробів необхідного структурного та субструктурного стану і нормованих властивостей;

-працювати зі стандартами та довідниками по матеріалам і технологіям їх обробок;

-підготувати та представити презентацію наукової доповіді по темі дисципліни з використанням сучасних засобів інформації.

**5.4 Склад учбової дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

У результаті вивчення дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів» 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 «Инженерія поверхні металовиробів» э основою для розуміння та опанування навичок, знань та умінь, котрі студент-магістр повинен засвоїти при вивченні особливостей основних способів і технологій обробки поверхні різних металовиробів для підвищення їх експлуатаційної стійкості, а також 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 (денна форма навчання) – 2 чверті

|  | Всього |
| --- | --- |
|
| Усього годин за навчальним планом | 150 |
| у тому числі:  Аудиторні заняття | 64 |
| з них:  - лекції | 48 |
| - лабораторні заняття |  |
| - практичні заняття / або семінарські заняття (Презентація докладу) | 16 |
| Самостійна робота | 86 |
| у тому числі :  - підготовка до аудиторних занять |  |
| - підготовка до модульного контролю |  |
| - виконання курсових проектів (робіт) | + |
| - виконання індивідуальних завдань |  |
| * опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях |  |
| Заходи семестрового контролю | Дифзалік |

**5.5 План вивчення дисципліни «Инженерія поверхні металовиробів»**

**Структура дисципліни**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Мо-дуль | Тема лекції (заняття) | Обсяг годин,  лекції |
| 1 | **Модуль 1**. *Загальні положення учення про інженерію поверхні металовиробів*  Предмет дисципліни та її структура. Основні причини, які визивають руйнування узлів, деталей або знижають їх експлуатаційну стійкість та надійність. Характеристика матеріалу поверхневого шару деталей та критерії оцінки його стану. Основні властивості матеріалів і методи підвищення довговічності та надійності деталей машин. Класифікація твердих тіл. Причини, які впливають на енергію руйнування металу та методи її визначення. Класифікація видів руйнування деталей. Види деформації металів та класифікація зламів. Зносостійкість матеріалів. Процеси та явища, поняття, терміни та визначення, які використовуються в технічній літературі, присвяченій інженерії поверхні, матеріалознавству, металознавству, термічній та комбінованим обробкам металів і сплавів. Знання і вміння, котрі будуть придбані при вивченні дисципліни.  Теоретичні основи процесів тертя та зносу. Фактори, які впливають на процес зносу матеріалів. Оцінка довговічності деталей машин та методи її підвищення. Зносостійкі та фрикційні сталі і сплави.  Теоретичні основи фазових та структурних перетворень у металах і сплавах. Перлітне перетворення аустеніту.Практична класифікація видів термічної та комбінованих структурних обробок металовиробів. Відпали 1 та П роду та їх вплив на структуру і властивості металів та сплавів. | 12 |
| **2** | **Модуль 2.** *Тріщіноутворення на поверхнях тертя*  Класифікація методів модифікування матеріалу поверхневого шару деталей. Основні технологічні методи, які використовуються в промисловості з метою підвищення довговічності та надійності деталей машин.  Тріщіноутворення термічного походження. Мартенситні перетворення у сталях та сплавах. Гартівні напруження, деформації та жалоблення виробів. Охолоджуючі середовища і способи охолодження металовиробів при гартуванні. Вплив відпуску та старіння на властивості металів. Відпускна крихкість сталей. Обробка холодом сталей після гартування.  Вплив легування на перетворення аустеніта при гартуванні.  Об,ємна зміцнююча термічна обробка з пічним нагрівом деталей. Поверхнева зміцнюючи термічна обробка з використанням швидкісних методів нагріву металу деталей. Комбінація об,ємної та поверхневої зміцнюючої термічної обробки. Теорія і практика поверхневої обробки металів з використанням інтенсивних методів нагріву (на прикладі використання токів високої частоти (ТВЧ). | 12 |
| **3** | **Модуль 3.** Традиційні види хіміко-термічної обробки металів  Класифікація способів ХТО в залежності від насичуючих елементів. Основні особливості процесів ХТО при використанні насічення металу поверхневого шару неметалами (цементація, нітроцементація, пічне азотування, борирування та інш).  Основні особливості процесів ХТО при використанні насичення металу поверхневого шару металами (хромування, цинкування, алітирування, титанування та інш).  Конструкторсько-технологічні особливості обладнання для нанесення покриттів (гальванічного осадження; газополум,яного, газо-плазмового, осадження вибухом, хімічного осадження, вакуумного осадження та інш.).  Конструктивно-технологічні параметри обладнання для здійснення контролю. Методи контролю режимів термічної та комбінованих обробок (при об,ємному та поверхневому зміцненні металу деталей).  Конструктивно-технологічні параметри обладнання, яке використовується для контролю якості основного металу та матеріалу покриття після термічної ( комплексної) або інших видів обробки металовиробів. Контроль структурного і напружного стану та якості металу термооброблених виробів. | 12 |
| **4** | **Модуль 4.** *Комплексное насыщение металлами и неметаллами при ХТО. Нові види ХТО*  Основні особливості процесів ХТО при комплексному насиченню металами і неметалами (2 і більше элем.) - карбохромування(C, Cr); хромонитридизація (Cr, Al); хромоалітирування (Cr, Al) та інш.;  Хромоалюмосилицирування (Cr, Al, Si); Алюмотитаносилицировання (Al, Ti, Si); Хромотитаноалитирування (Cr, Ti, Al) Борохромоалитирування (B, Cr, Al) та інші  Нові види ХТО:  Ионна ХТО у плазмі тліючого розряду; Циркуляційний метод ХТО; Лазерна і плазмова ХТО; Ионно-вакумне азотування, цементація и нитроцементація та інш.  Особливості конструктивно-технологічних параметрів обладнання для реалізації нових видів ХТО. | 14 |
| **5** | **Модуль 5**. *Деформаційно-термічна зміцнююча обробка сталей і сплавів*  Деформаційно-термічні зміцнюючі обробки сталей і сплавів. Поверхнева пластична деформація (наприклад, дрібоструменева обробка; зміцнення обкатуванням, алмазне виглаживання та інш.);  Особливості способів нанесення захисного шару матеріалу на поверхню деталі , матеріали і обладнання для здійснення нанесення захисного шару матеріалу на поверхню деталі;  Нанесення багатофункціональних покриттів (в т.ч. і з наноструктурних матеріалів) на поверхню виробів, котрі розрізняються:  -*по виду матеріалу, який наноситься* (металевий; аморфний; неметалевий; органичні, алмазоподібні покриття);  *-по способу нанесення* (занурювання в расплав; електролітичне осажденя металу; детонаційне нанесення покриття, впливом висококонцентрованих джерел енергій, плакуванням; методи фізичного осаждення в вакуумі (осаждення з газової або парової фази), методи хімічного осаждення покриттів, дифузійне насичення; напилення; покриття емалю; фосфатирування; нікель-фосфатирування; епіламирування, оксидирування та інш.);  Лазерна обробка покриттів, отриманих методами хімічного або фізичного осаждення;  Створення метастабільних структурних складів для зміцнення поверхневих шарів виробів (методами ХТО; впливом высококонцентрованих джерел енергій, наплавкою метастабільних сплавів та інш.) у процесі їх виготовлення або в процесі їх експлуатації (за рахунок розпаду остаточного аустеніту, концентрація якого може досягати в початковому стані до 28-30%).  Методи зміцнення зі зміною енергетичного запасу поверхневого шару з метою зменшення остаточних напружень і втоми в деталях і конструкціях, підвищення зносостійкості та довговічності різноманітних деталей:  а) обробка в магнітному полі (термомагнітна обробка, імпульсним магнітним полем, магнітним полем);  б) обробка в електричному полі;  в) аэротермоакустична обробка та інш. | 14 |

**Теми наукових семінарів** (аналогічні теми можуть бути і в якості тем курсових робіт):

**1.** Розглянути особливості хімічного складу зносостійких сталей та сплавів (у т.ч. і нових штампових сталей підвищеної зносостійкості: Х6Ф4М (ЭП770), Х12Ф4М (ДИ51), 11Х4Ф3С2МФ (ДИ37) та інш.), вплив термічної та комбінованих обробок на структурний стан, властивості інструментальних виробів та їх зносостійкість у порівнянні з традиційними сталями та режимами їх обробки.

2.Визначити основні технологічні параметри комбінованої (об,ємної+поверхневої) термічної обробки великогабаритних виробів (типу листопрокатних робочих валків холодної прокатки), їх вплив на структуроутворення в металі поверхневого шару та конструкційно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології.

3.Визначити хімічний склад сталей регламентованої прогартованності (РП), основні технологічні параметри термічної обробки виробів машинобудування (типу шестерен), їх вплив на структуроутворення в металі поверхневого шару та конструкційно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології. Порівння традиційної технології виготовлення шестерен (ХТО+гартування+відпуск) з технологією виготовлення шестерен зі сталей РП.

4.Визначити особливості технології зміцнюючої термічної обробки поверхні катання головки рельсу (на глибину 21мм згідно ГОСТ Р51685-2013) і процесів структуроутворення у зміцненому металі та конструкційно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології у порівнянні з існуючими на заводі «Азовсталь».

5.Розглянути особливості зміцнюючих технологій для поверхневої обробки відповідальних виробів (типу з,єднуючих муфт) методом Гевелінга та гартування з нагріву у соляних печах-ваннах, особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання і зрівняти економічні, екологічні та технологічні показники процесів.

6.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для поверхневої обробки сталевих виробів (типу шестерен) методом цементації і азотування, особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання і зрівняти властивості металу поверхневого шару деталей, економічні та технологічні показники процесів.

7.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для поверхневої обробки сталевих виробів методами традиційного азотування і їонного азотування особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання і зрівняти властивості металу поверхневого шару деталей, економічні та технологічні показники процесів.

8.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для підвищення жароміцності сталевих виробів методами традиційних процесів алитирування, силицирування і сучасним циркуляційним методом ХТО, особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання і зрівняти властивості металу поверхневого шару деталей, економічні та технологічні показники процесів.

9.Розглянути особливості комбінованої технології (вплив температурного і акустичного поля) для підвищення властивостей залізо-вуглецевих виробів, особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу при традиційних обробках та аеротермоакустичній обробці, конструктивно-технологічні параметри обладнання для АТАО і зрівняти властивості металу поверхневого шару деталей, економічні та технологічні показники процесів.

10.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для поверхневої обробки сталевих виробів (типу інструменту холодного деформування) методом боридування, хромування і борохромування, особливості процесів структуроутворення у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання і зрівняти властивості металу поверхневого шару деталей, економічні та технологічні показники процесів.

11.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для поверхневої обробки сталевих виробів (типу інструменту холодного деформування) методом борохромоалітирування, особливості процесів структуроутворення, властивості металу у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології.

12.Розглянути особливості хіміко-термічних технологій для поверхневої обробки сталевих виробів (типу інструменту холодного деформування) методом багатокомпонентного насічення (B, Ti, Al) особливості процесів структуроутворення, властивості металу у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології.

13.Розглянути особливості комплексної технології (об,ємна+ХТО) для обробки сталевих виробів (типу штампів гарячого деформування), особливості процесів структуроутворення, властивості металу у поверхневому шарі металу та конструктивно-технологічні параметри обладнання для реалізації такої технології.

14.Розглянути особливості хімічного складу сталей для легкої броні та комбінованих обробок пластин броньожилетів для забезпечення виробам V рівня захисту.

15. Розглянути особливості хімічного складу сталей для стволів артилерійських систем великого калібру та технологій термічної і комбінованих обробок, здатних забезпечити виробам експлуатаційну стійкість на рівні стандартів НАТО.

**5.7 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), виконання індивідуального завдання (3 питання) та після відпрацювання практичних (лабораторних) занять;

-для студентів дистанційної форми навчання у вигляді відповідей на тести (кожний тест з 8…10 питань), виконання індивідуального завдання (3 питання) та після відпрацювання практичних (лабораторних) занять;

Ознайомитися з питаннями для індивідуального завдання та методикою його виконання можливо при вивченні методички «РОБОЧА ПРОГРАМА. Методическое пособие для студентов ОКР «Магистр», изучающих дисциплину «Инженерия поверхности металлоизделий»*.***Часть 1**. *\*Составил: Л. Н. Дейнеко, д-р техн. наук, проф., НМетАУ, 2019.- с.120

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.Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні: Навчальний посібник. - Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ ≪МоторСіч≫, 2010.-368 с. П58 І5ВК 966-2906-18-5Х

4.Трибологія:підручник\ М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, М.І. Пащенко та ін. -К.: Вид-во Нац. авіац.ун-т «НАУ-друк»-2009.-392с Т67 ISBN 978-966-598-609-6х

5.Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материалов. М.: Наука, 1983.- 280 с.

6.Приходько В.М., Петрова Л.Г., Чудина О.В. Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий. М.: Машиностроение. 2003. 384 с.

7.Острейковский В.А. Теория надежности. Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2003.-463с О-76 ISBN 5-06-004053-4

8.Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: Уч. пособие М.: Ось -89, 2002.-384с. ISBN 5-86894-676-6

9.Любарский И.М., Палатник Л.С. Металлофизика трения. М.: Металлургия, 1976.-176 с.

10.Полянсков Ю.В, Табаков В.П., Тамаров А.П. Технологические методы повышения износостойкости режущего инструмента и деталей машин. Уч. пособ. Ульяновск, Ул.ГУ, 1999. -69с ISBN 5-88866-039-6**Х**

11.Евдокимов В.Д., Клименко Л.П., Евдокимова А.Н. Технология упрочнения машиностроительных материалов. Уч. пособ. -Справочник\Под ред. В.Д. Евдокимова. Одесса-Николаев, изд. НГТУ им. П. Могилы, 2005.-352с ББК 34.43**Х**

12.Приходько В.М., Петрова Л.Г., Чудина О.В. Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий. М.: Машиностроение. 2003. 384 с.

13.Ткачев В.Н. и др. Методы повышения долговечности деталей машин. М.: Машиностроение, 1971.-272с

14.ГОСТ 23.002-78 Обеспечение износостойкости изделий. Трение, изнашивание и смазки. Термины и определения. Т51. Срок введения с 01.07.1979. Изд. стандартов. 1980

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

1. Оборудование термических цехов, технологии термической и комбинированной обработки металлопродукции / Большаков В.И., Долженков И.Е.. Зайцев А.В..-Днепропетовск: РИА-Днепр-VAL, 2010. -619с

2. Лахтин Ю.М, Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М: Металлургия,1985.-256с

3. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. Борисенок Г.В, Васильев Л.А и др. Под ред. Ляховича Л.С., М.:Металлургия, 1981.-424с

4.Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов. Кидин И.Н., Андрюшечкин В.И и др. М.:Металлургия, 1978.-320с

5. Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активированных средах. М: Металлургия, 1979.-224с

6. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. М.: Машиностроение, 1976.-256с

7. Покрытия различного назначения для металлических материалов. Уч. Пособие\ Ильин А.А., Строганов Г.Б., Скворцова С.В.-М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2013.-144с.; ил.-(Современные технологии: Магистратура). ISBN 978-5-98281-355-8 («Альфа-М») ISBN 978-5-16-006944-9 («ИНФРА-М») Х

8. Криулин А.В. Сульфоцианирование стали и чугуна. М.-Л. Машиностроение, 1965.-224с

9. Ворошнин Л.Г., Ляхович Л.С. Борирование стали. М.: Металлургия , 1978.-240с

10. Верхотуров А.Д., Муха И.М. Технология электроискрового легирования металлических поверхностей. -К.: Техника, 1982.-181 с.

11. Криштал М.А., Жуков А.А., Кокора А.Н. Структура и свойства сплавов, обработанных излучением лазера. -М.: Металлургия,1973.-192 с

12. Кудинов В.В. Плазменные покрытия. -М.: Наука, 1977.-160 с

13.Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. -М.: Машиностроение,1876.-145 с

14.Ничипоренко О.С., Найда Ю.И., Медведовский А.Б. Распыленные металлические порошки. -К.: Наук.думка, 1980.-240 с

15. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии/ А.П. Чейлях, Я.А Чейлях, Ю.С. Самотугина.-Мариуполь, ООО ППНС, 2016.-378с

16.Высокочастотная электротермия. Справочник. Под ред. Донского Ал. В., М-Л.: Машиностроение,1965.-564с

###### 17. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей. Справочник. Под ред. Кальнера В.Д. М.: Машиностроение, 1984,-384

*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 № 2 від 07 вересня 2020 року.

Зав. каф. термічної обробки металів,

д.т.н., проф. Дейнеко Л.М.