

В. О. КОЛЕСНИКОВ

**ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**



**Полтава
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»
2023**

**Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»**

кафедра професійної освіти,
ресторанного і туристичного бізнесу

В. О. КОЛЕСНИКОВ

**ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

*Методичні рекомендації до виконання контрольних та
модульних робіт*

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
денної та заочної форм навчання
спеціальності 015 «Професійна освіта»
освітньої-професійної програми «Транспорт»

**Полтава
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»
2023**

Рецензенти:

Балицький О. І. – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України.

Ревякіна О. О. – кандидат технічних наук, доцент кафедри професійної освіти, ресторанного і туристичного бізнесу НН інституту технологій і торгівлі ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».

Колесніков В.О.

Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: методичні рекомендації з конспектом лекцій до виконання контрольних та модульних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, денної та заочної форм навчання спеціальності 015 «Професійна освіта» освітньої-професійної програми «Транспорт» / В. О. Колесніков; Держ. закл. «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Полтава: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. 136 с.

Методичні рекомендації складаються з теоретичної частини та контрольних запитань за варіантами.

Рекомендовано для студентів 1 – 2 курсів спеціальності «Професійна освіта» ОПП «Транспорт» денної та заочної форм навчання, може бути використаний студентами інших технічних спеціальностей.

*Рекомендовано до друку навчально-методичною радою
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол №5 від 22 грудня 2023 року)*

© Колесніков В. О. 2023
© ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗАВДАННЯ, ЯКІ СТАВИТЬ ДИСЦИПЛІНА.....	8
СТИСЛІ ІСТОРИЧНІ ВІДОМОСТІ З КУРСУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА.....	9
ДІАГРАМА СТАНУ ЗАЛІЗО-ВУГЛЕЦЬ.....	10
КОМПОНЕНТИ ТА ФАЗИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ.....	14
ПРОЦЕСИ ПРИ СТРУКТУРОУТВОРЕННІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ.....	17
СТРУКТУРИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ.....	19
КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ.....	23
КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ.....	26
КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЧАВУНІВ.....	28
ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ.....	30
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ТА МОДУЛЬНИХ РОБІТ.....	32
ВИБІР ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ (КОНТРОЛЬНОЇ) РОБОТИ.....	33

ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 1.....	34
ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 2.....	36
ВИКОНАННЯ МОДУЛЬНОЇ РОБОТИ.....	39
ПИТАННЯ ДО 1 –ГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ.....	39
ПИТАННЯ ДО 2 –ГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ.....	41
ДОДАТКОВІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ З КУРСУ ДИСЦИПЛІНИ.....	44
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	54
ЛІТЕРАТУРА, ЩО ЦИТУЄТЬСЯ У МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВКАХ.....	54
ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА.....	58
ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА.....	59
ДОДАТКИ.....	117
ДОДАТОК А.....	117
ДОДАТОК Б.....	122
ДОДАТОК В.....	124
ДОДАТОК Г.....	125

ВСТУП

Для засвоєння такої дисципліни, як «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», студенти повинні мати певні базові знання зі шкільної програми та інших курсів, які вони вже пройшли у перших семестрах навчання. Особливу важливість мають предмети такі, як фізика та хімія, оскільки вони становлять основу для розуміння матеріалів та їх властивостей.

Матеріалознавство належить до базових дисциплін для машинобудівних спеціальностей. Це пов'язано з тим, що здобуття, розробка нових матеріалів способи їх обробки, є основою сучасного виробництва і багато в чому визначають рівень свого розвитку, науково-технічний і економічний потенціал нашої країни. Проектування раціональних, конкурентоспроможних виробів, організація їх виробництва, неможливі без достатнього рівня знань в галузі матеріалознавства.

Також окремим осередком у матеріалознавстві можна відокремити такий розділ, як металознавство. У даний час наука «металознавство» пішла далеко уперед. Українськими вченими розроблено понад дві тисячі різних сплавів. У НАН України працює декілька десятків науково-дослідних інститутів, які займаються металознавством (інститути: Проблем матеріалознавства; Надтвердих матеріалів; Проблем міцності; Проблем лиття; Зварювання ім. Е. О. Патона; Фізико-механічний ім. Г. В. Карпенко, Фізико-технічний та ін.).

Зв'язок дисципліни «Матеріалознавство» зі спеціальністю «Транспорт» полягає в освоєнні студентами знань про властивості та застосування матеріалів у транспортній сфері. Ця дисципліна допомагає майбутнім фахівцям у глибшому розумінні особливостей матеріалів, їхнього впливу на конструкцію, надійність та ефективність транспортних засобів. Студенти отримують знання про вибір, використання та технології обробки матеріалів, що є важливим для розробки та підтримки оптимальних транспортних систем і механізмів.

Матеріалознавство (англ. materials science) — міждисциплінарна галузь науки, що вивчає залежність між

складом, структурою та властивостями матеріалів у взаємозв'язку з технологією їхнього отримання та перероблення, умовами експлуатації та вартістю, і яка спрямована на створення нових матеріалів, що задовольняли б потреби людини.

Завдання, які вирішуються сучасним матеріалознавством, значною мірою обумовлюють розвиток енергетики, електроніки, інформаційних та нанотехнологій, хімічної, аерокосмічної та інших галузей промисловості, транспорту, медицини, біомедицинської інженерії та охорони здоров'я.

Хоча вивчати корисні властивості матеріалів люди почали здавна, але як науку матеріалознавство сформовано в середині ХХ століття, коли вже було завершено створення власного базису фізики, хімії та механіки, а також визначено поняття «структура матеріалу» в широкому діапазоні — від атомарного (завдяки відкриттю дифракції рентгенівського випромінювання й електронної мікроскопії) до макроскопічного. Нині матеріалознавство відносять до категорії меганаук, тобто до широкого напрямку діяльності людей, що визначає стійкий та безперервний прогрес цивілізації.

Під загальним терміном «матеріали» в матеріалознавстві зазвичай мають на увазі прості або складні речовини, їх суміші, гетерогенні композиції, що мають певний хімічний і фазовий склад, структуру та сукупність корисних властивостей. Матеріалом також називають продукт усвідомленого технологічного оброблення природної або синтетичної сировини з метою досягнення в ньому заданого комплексу властивостей та експлуатаційних характеристик у відповідних умовах. Переважно це тверді та рідкі конденсовані фази.

Технологія отримання матеріалу — вміння цілеспрямовано створювати матеріальні об'єкти з наперед заданими хімічним і фазовим складом, розмірами, структурою та властивостями. Без цього не можливе існування виробництва. Ті чи інші матеріали в людському житті потрібні повсюдно, їх вибирають усвідомлено, на основі знань для: будівництва й експлуатації житла, воєнних цілей, створення предметів побуту, для вирощування, оброблення й зберігання врожаю, створення засобів виробництва, транспортування та комунікацій, дослідження природи, а також створення нових матеріалів.

ЗАВДАННЯ, ЯКІ СТАВИТЬ ДИСЦИПЛІНА

Вживання різних матеріалів в конструкціях машин і приладів, необхідність забезпечення їх надійності в роботі, облік особливостей технологічних методів обробки, а також доцільності виготовлення цих конструкцій визначають основні завдання дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство»:

- вивчення основних закономірностей, що визначають будову і властивості матеріалів, а також методів їх термічної обробки;
- вивчення суті процесів виробництва металів і сплавів;
- вивчення основ ливарного виробництва;
- вивчення основних методів обробки металів тиском;
- вивчення основ зварювального виробництва;
- вивчення основних видів механічної обробки;
- вивчення засобів здобуття деталей з неметалевих матеріалів;
- звернути увагу на матеріали, що використовуються для виготовлення деталей для транспортної галузі. В останньому додатку наведено приклад застосування змащувальних матеріалів при проведенні ремонтних профілактичних робіт в автомобілі.
- придбання навичок користування сучасною технічною і довідковою літературою для вибору конструкційних матеріалів і методів їх обробки для підвищення надійності й довговічності виробів, що виготовляються з них;
- придбання навичок самостійної обробки отриманих експериментальних даних і представлення їх в наочній формі (графіки, таблиці).

Відповідно до програми дисципліни необхідно, використовуючи учбову літературу, вивчити основи дисципліни і провести самоконтроль по представлених в даних рекомендаціях питаннях. Після цього слід виконати контрольну роботу і завантажити її для перевірки на сайт дистанційної

освіти заочного відділення. При написанні контрольної роботи можна використовувати, окрім приведеної в методичних вказівках, іншу літературу.

СТИСЛІ ІСТОРИЧНІ ВІДОМОСТІ З КУРСУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Ранні етапи розвитку цивілізації отримали назви, пов'язані з видом матеріалу, що найбільше використовувався людиною (кам'яна, бронзова, залізна доба).

Камінь, як матеріал для виготовлення найпростіших знарядь праці та зброї почали використовувати понад 300 тис. років тому, виробництво керамічних матеріалів (виробів з випаленої глини) виникло близько 30 тис. років тому. До періоду неоліту належать перші спроби обробки (у 8-тисячолітті до н. е. було освоєне декоративне кування та карбування самородної міді) та плавки металів (приблизно у 5-му тисячолітті до н. е. навчились виплавляти мідь з малахіту та азуриту й виливати предмети різноманітної форми, у 35 столітті до н. е. почали виплавляти залізо, придатне до використання з декоративною метою). Приблизно у 3-му тисячолітті до н. е. увійшов у вжиток перший відомий металевий сплав — бронза. У 9–7 ст. до н. е. винайдено спосіб виробництва сталі та приблизно у 3 ст. до н. е. розроблена технологія розливання сталі у виливниці, що поклало початок сучасної металургії.

Другий після кераміки неметалевий матеріал — скло отримано приблизно у 4-му тисячолітті до н. е., складувне виробництво виникло у 1-му ст. до н. е. В античний період та у середні віки розвиток матеріалознавства зводився в основному до створення конструкційних та будівельних матеріалів. У цей період розвивається також виробництво порцеляни, природних барвників, природних клеїв, кристалю тощо.

Важливий прорив у становленні наукових основ матеріалознавства зробили:

- відкриття Д. Менделєєвим періодичного закону, на основі якого стало можливим зв'язати властивості простих і складних речовин з характеристиками атомів, що їх утворюють;
- викладення Дж. Гіббзом загальної теорії термодинамічної рівноваги та методу термодинамічних потенціалів, що

дозволило визначати напрям перебігу хімічних реакцій та умови рівноваги для сумішей будь-якої складності;

- розроблення у 1913 році Н. Бором першої квантової теорії атома, яка дозволила зрозуміти фізичну природу періодичності властивостей хімічних елементів та їх сполук.

Суттєвому прогресу матеріалознавства сприяв розвиток методів дослідження та характеризування матеріалів.

Основними методами дослідження складу та будови об'ємних матеріалів стали рентгенівські дифракційні методи (рентгенографія матеріалів), методи термічного аналізу і калориметрія, хімічні методи аналізу і хроматографія. Для дослідження поверхонь матеріалів і нанорозмірних об'єктів використовують спектроскопічні методи (фотоелектронну спектроскопію, оже-спектроскопію, комбінаційне розсіяння світла тощо), сканувальну та просвітлювальну електронну мікроскопію, мікрозондовий аналіз, мас-спектроскопію вторинних іонів.

Для контролю технологічних властивостей використовуються методи випробувань матеріалів.

ДІАГРАМА СТАНУ ЗАЛІЗО-ВУГЛЕЦЬ

Залізовуглецеві сплави — важливі металургійні сплави сучасної техніки. Виробництво чавуну і сталі за об'ємом перевершує виробництво всіх інших металів разом узятих більш ніж вдесятеро. Діаграма стану системи залізо — вуглець дає основні уявлення про будову залізовуглецевих сплавів — сталей та чавунів. Більшість завдань і питань в цих методичних вказівках тою чи іншою мірою стосуються залізовуглецевих сплавів. Тому в даних методичних вказівках має сенс детальніше викласти матеріал, що стосується залізовуглецевих сплавів.

Розрізняють чисті залізовуглецеві сплави (зі слідами домішок), що отримуються в невеликих кількостях для дослідницьких цілей, і технічні залізовуглецеві сплави, що містять домішки, що легують елементи й спеціальні добавки.

Початок вивченню діаграми залізо — вуглець поклав Чернов Д.К. в 1868 році. Чернов вперше вказав на існування в сталі

критичних точок і на залежність їх положення від вмісту вуглецю.

Діаграма залізовуглецевих сплавів може бути представлена у двох варіантах: метастабільному, що відображає перетворення в системі «залізо-карбід заліза», та стабільному, такому, що відображає перетворення в системі «залізо-графіт». Найбільше практичне значення має діаграма стану «залізо — карбід заліза», оскільки для більшості технічних сплавів перетворення реалізуються по цій діаграмі.

Карбід заліза (Fe_3C) називають цементитом, тому метастабільну діаграму залізовуглецевих сплавів називають діаграмою достатку «залізо-цементит» ($Fe - Fe_3C$).

Діаграма «залізо — вуглець» повинна поширюватися від заліза до вуглецю (рис. 1). Залізо утворює з вуглецем хімічну сполуку: цементит – Fe_3C . Кожну стійку хімічну сполуку можна розглядати як компонент, а діаграму — по частинах. Оскільки на практиці застосовують металеві сплави з вмістом вуглецю до 5%, то розглянемо частину діаграми стану від заліза до хімічної сполуки цементиту, що містить 6,67 % вуглецю.

Розглянемо характерні лінії та точки на діаграмі стану. Характерні лінії: ACD — ліквідус; $AECF$ — солідус. Вище лінії ACD сплави системи перебувають у рідкому стані. По лінії AC з рідкого розчину починають випадати кристали твердого розчину вуглецю в γ — залізі, який називається аустенітом, отже, в області ACE буде суміш двох фаз — рідкого розчину й аустеніту; по лінії CD з рідкого розчину починають випадати кристали цементиту; в області CEF міститься суміш двох фаз — рідкого розчину і цементиту. Перетворення у твердому стані (вторинна кристалізація) проходить по лініях GSE , PSK і GPQ . Перетворення у твердому стані відбуваються внаслідок переходу заліза з однієї модифікації в іншу, а також у зв'язку зі зміною розчинності вуглецю в залізі.

В області діаграми $AGSE$ міститься аустеніт. При охолодженні сплавів аустеніт розпадеться з виділенням по лінії GS фериту (твердий розчин вуглецю в α - залізі), а по лінії SE - цементиту (хімічна сполука Fe_3C). Цементит, що випадає з твердого розчину, називається вторинним, на відміну від первинного, який випадає з рідкого розчину. В області діаграми

GSP міститься суміш двох фаз — фериту та аустеніту, а в області SEE_1 — суміш вторинного цементиту й аустеніту. По лінії PSK відбувається розпад аустеніту з утворенням перліту; тому ця лінія називається лонжею остаточного перетворення аустеніту в перліт або перлітною.

Характерні точки. У точці С при вмісті 4,3 % вуглецю і температурі 1147 °С відбувається одночасно кристалізація аустеніту і цементиту і утворюється їх тонка механічна суміш евтектика, яка називається ледебуритом. Точку С називають евтектичною точкою. Ледебурит є у всіх сплавах, які містять від 2,14 до 6,67 % вуглецю. Такі сплави є чавунами. Точка Е відповідає граничному насиченню заліза вуглецем (2,14 %). Сплави, які лежать ліворуч від цієї точки, належать до сталей.

У точці S при вмісті 0,8 % вуглецю і температурі 727 °С аустеніт розпадеться і кристалізується тонка механічна суміш фериту та цементиту вторинного — евтектоїд, який називається перлітом. Провівши аналіз перетворень на діаграмі стану $Fe-Fe_3C$, можна зробити висновок про структуру сталей та чавунів у нормальних умовах. Сталі із вмістом вуглецю від 0,0 до 0,8 % мають структуру ферит + перліт; із вмістом 0,8 % вуглецю — чистий перліт; із вмістом від 0,8 до 2,14 % вуглецю — перліт + цементит вторинний.

Чавуни із вмістом від 2,14 до 4,3 % вуглецю мають структуру перліт + цементит вторинний + ледебурит; із вмістом 4,3 % вуглецю — чистий ледебурит; із вмістом вуглецю від 4,3 до 6,67 % — цементит первинний і ледебурит.

Слід наголосити, що у залежності від умов виплавки та термічної обробки, сталі й чавуни можуть змінювати свою структуру. У сірих, ковких та високоміцних чавунах є така фаза, як графіт у різних модифікаціях.

Далі детальніше розглянемо компоненти та фази залізовуглецевих сплавів.

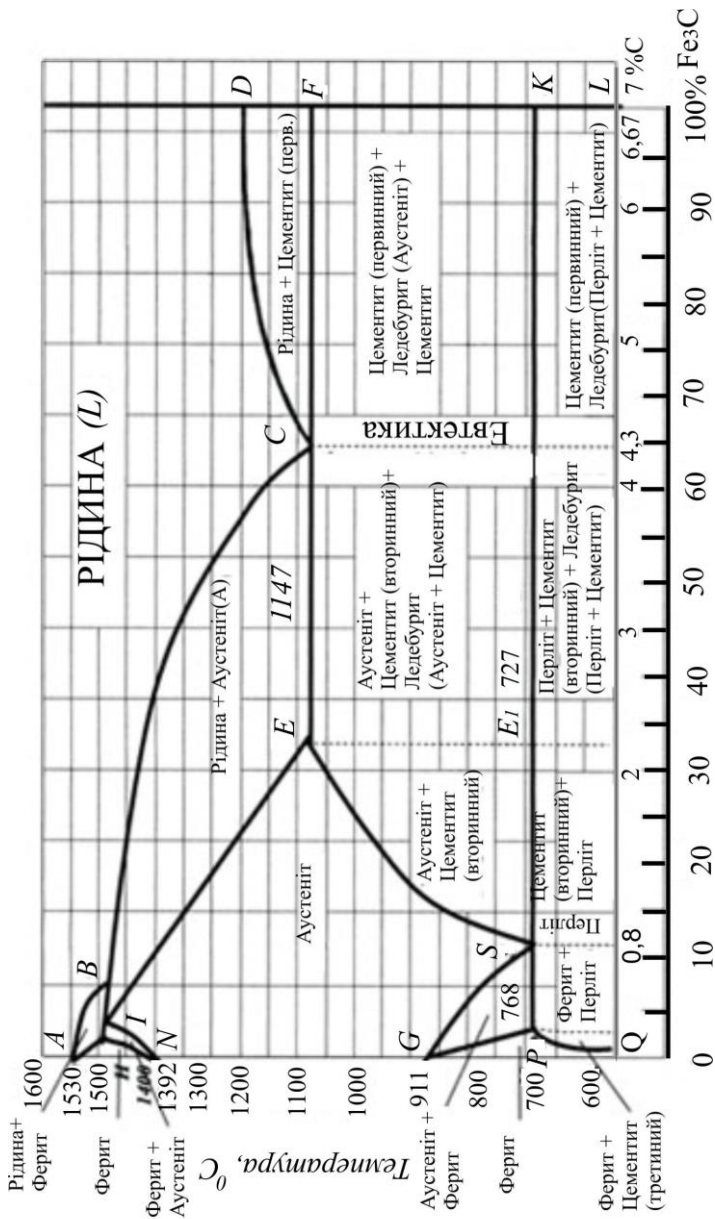


Рис. 1. Діаграма стану (залізо-вуглець) залізо-цементит

КОМПОНЕНТИ ТА ФАЗИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

Компонентами залізовуглецевих сплавів є залізо, вуглець і цементит.

Залізо — перехідний метал сріблясто — світлого кольору. Має високу температуру плавлення — $1539^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Чисте залізо, яке може бути отримане в даний час, містить 99,999 % Fe. У твердому стані залізо може знаходитися у двох модифікаціях. Поліморфні перетворення відбуваються при температурах 911°C та 1392°C . При температурі нижче 911°C існує Fe_{α} з об'ємно центрованою кубічною ґраткою (рис. 2а). У інтервалі температур $911 \dots 1392^{\circ} \text{C}$ стійким є Fe_{γ} з гранецентрованою кубічною ґраткою (рис. 2б). Вище 1392°C залізо має об'ємно — центровану кубічну ґратку і називається Fe_{β} , або високотемпературне Fe_{α} . Високотемпературна модифікація Fe_{α} не є новою алотропічною формою. Критичну температуру 911°C перетворення $\text{Fe}_{\alpha} \leftrightarrow \text{Fe}_{\gamma}$ позначають точкою A_3 , а температуру 1392°C , а перетворення $\text{Fe}_{\alpha} \leftrightarrow \text{Fe}_{\gamma}$ — точкою A_4 . При температурі нижче 768°C залізо феромагнітне, а вище — парамагнітне. Точка Кюрі заліза 768°C позначається A_2 . Залізо технічної чистоти володіє невисокою твердістю (80 НВ) і міцністю (межа міцності — $\sigma_{\text{в}} = 250$ МПа, межа текучості — $\sigma_{\text{т}} = 120$ МПа) та високими характеристиками пластичності (відносне подовження — $\delta = 50$ %, а відносне звуження — $\psi = 80$ %). Властивості можуть змінюватися в деяких межах залежно від розміру зерна. Залізо характеризується високим модулем пружності, наявність якого виявляється і в сплавах на його основі, забезпечуючи високу жорсткість деталей з цих сплавів.

Залізо з багатьма елементами утворює розчини: з металами — розчини заміщення, з вуглецем, азотом і воднем — розчини впровадження.

Вуглець належить до неметалів. Володіє поліморфним перетворенням, залежно від умов утворення існує у формі графіту (рис. 2в) з гексагональною кристалічною решіткою (температура плавлення — 3500°C , щільність — $2,5 \text{ г/см}^3$), або у формі алмазу зі складними кубічними ґратками з

координаційним числом рівним чотирьом (температура плавлення — 5000 °С). У сплавах заліза з вуглецем вуглець знаходиться в стані твердого розчину із залізом і у вигляді хімічної сполуки — цементиту (Fe_3C), а також у вільному стані у вигляді графіту (у сірих чавунах).

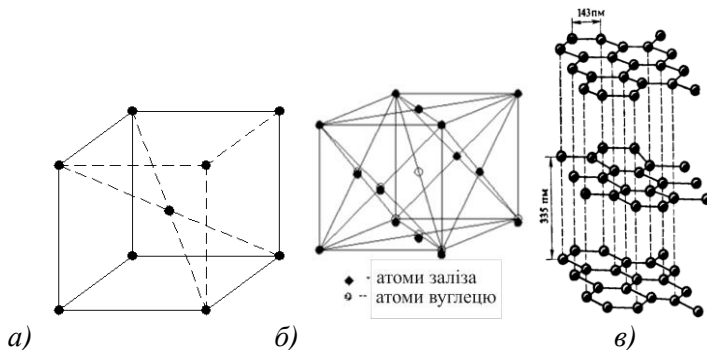


Рис. 2. Кристалічні решітки: фериту — а, аустеніту — б, графіту — в.

3. Цементит (Fe_3C) — хімічна сполука заліза з вуглецем (карбід заліза), містить 6,67 % вуглецю. Алотропічних перетворень не випробовує. Кристалічна решітка цементиту складається з ряду октаєдрів, осі яких нахилені один до одного. Температура плавлення цементиту точно не встановлена (1250, 1550 °С). При низьких температурах цементит слабо феромагнітен, магнітні властивості втрачає при температурі близько 217 °С.

Цементит має високу твердість (понад 800 НВ, легко дряпає скло), але надзвичайно низьку, практично нульову, пластичність. Такі властивості є наслідком складної будови кристалічної решітки.

Цементит здатний утворювати тверді розчини заміщення. Атоми вуглецю можуть заміщатися атомами неметалів: азотом, киснем; атоми заліза — металами: марганцем, хромом, вольфрамом та ін. Такий твердий розчин на базі ґрат цементиту називається легованим цементитом.

Цементит — з'єднання нестійке і за певних умов розпадається з утворенням вільного вуглецю у вигляді графіту. Цей процес має важливе практичне значення при структуроутворенні чавунів.

У системі залізо — вуглець існують наступні фази: рідка фаза, ферит, аустеніт, цементит.

1. Рідка фаза (позначають L або P). У рідкому стані залізо добре розчиняє вуглець в будь-яких пропорціях з утворенням однорідної рідкої фази.

2. Ферит (позначають Φ або α , $Fe\alpha$ (C)) — твердий розчин впровадження вуглецю в α -залізі. Ферит має змінну граничну розчинність вуглецю: мінімальну — 0,006 % при кімнатній температурі (точка Q), максимальну — 0,02 % при температурі 727 °C (точка P). Вуглець розташовується в дефектах ґратки. При температурі вище 1392 °C існує високотемпературний ферит (δ) ($Fe\beta$ (C)), з граничною розчинністю вуглецю 0,1 % при температурі 1499 °C (точка J).

Властивості фериту близькі до властивостей заліза. Він м'який (твердість — 130 НВ, межа міцності — $\sigma_b = 300$ МПа) і пластичний (відносне подовження — $\delta = 30\%$), магнітний до 768 °C.

3. Аустеніт (позначають A або γ , $Fe\gamma$ (C)) — твердий розчин впровадження вуглецю в γ -залізі. Вуглець займає місце в центрі гранецентрованої кубічної комірки. Аустеніт має змінну граничну розчинність вуглецю: мінімальну — 0,8 % при температурі 727 °C (точка S), максимальну — 214 % при температурі 1147 °C (точка E). Аустеніт має твердість 200...250 НВ, пластичний (відносне подовження — $\delta = 40\text{...}50\%$), парамагнітний. При розчиненні в аустеніті інших елементів можуть змінюватися властивості й температурні кордони існування.

4. Цементит (C) — характеристика дана вище. У залізобуглецевих сплавах присутні фази: цементит первинний (C_I), цементит вторинний (C_{II}), цементит третинний (C_{III}). Хімічні та фізичні властивості цих фаз однакові. Вплив на механічні властивості сплавів робить відмінність в розмірах кількості й розташуванні цих виділень. Цементит первинний виділяється з рідкої фази у вигляді великих пластинчастих

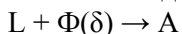
кристалів. Цементит вторинний виділяється з аустеніту і розташовується у вигляді сітки довкола зерен аустеніту (при охолодженні — довкола зерен перліту). Цементит третинний виділяється з фериту та у вигляді дрібних включень розташовується біля кордонів феритних зерен.

ПРОЦЕСИ ПРИ СТРУКТУРОУТВОРЕННІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

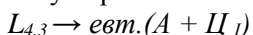
Перетворення в залізовуглецевих сплавах відбувається як при кристалізації (твердінні) рідкої фази (P), так і в твердому стані.

Лінія $ABCD$ — ліквідус системи. На ділянці AB починається кристалізація фериту (δ), на ділянці BC починається кристалізація аустеніту на ділянці CD — кристалізація цементиту первинного.

Лінія $AHJECF$ — лінія солідус. На ділянці AH закінчується кристалізація фериту (δ). На лінії HJB при постійній температурі $1499\text{ }^\circ\text{C}$ йде перетектичне перетворення, що полягає в тому, що рідка фаза реагує з кристалами фериту (δ), що раніше утворилися внаслідок чого утворюється аустеніт:



На ділянці JE закінчується кристалізація аустеніту. На ділянці ECF при постійній температурі $1147\text{ }^\circ\text{C}$ йде евтектичне перетворення, що полягає в тому, що рідина, що містить 4,3 % вуглецю перетворюється на евтектичну суміш аустеніту і цементиту первинного:



Евтектика системи залізо — цементит називається ледебуритом (L), по імені німецького вченого Ледебура, містить 4,3 % вуглецю.

При температурі нижче $727\text{ }^\circ\text{C}$ до складу ледебурита входять цементит первинний і перліт, його називають ледебурит перетворений (LII).

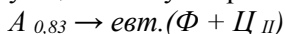
По лінії HN починається перетворення фериту (δ) в аустеніт, обумовлене поліморфним перетворенням заліза. По лінії NJ перетворення фериту (δ) на аустеніт закінчується.

По лінії *GS* перетворення аустеніту на ферит, обумовлене поліморфним перетворенням заліза. По лінії *PG* перетворення аустеніту на ферит закінчується.

По лінії *ES* починається виділення цементиту вторинного з аустеніту, обумовленого зниженням розчинності вуглецю в аустеніті при пониженні температури.

По лінії *MO* при постійній температурі 768 °C мають місце магнітні перетворення.

По лінії *PSK* при постійній температурі 727 °C йде евтектоїдне перетворення, що полягає в тому, що аустеніт, який містить 0,8 % вуглецю, перетворюється на евтектоїдну суміш фериту і цементиту вторинного:



За механізмом дане перетворення схоже на евтектичне, але протікає у твердому стані.

Евтектоїд системи залізо — цементит називається перлітом (П), містить 0,8 % вуглецю. Назву отримав за те, що на полірованому і протравленому шліфі спостерігається перламутровий блиск. Перліт може існувати у зернистій і пластинчастій формі, залежно від умов освіти.

По лінії *PQ* починається виділення цементиту третинного з фериту, обумовленого зниженням розчинності вуглецю у фериті при пониженні температури.

Температури, при яких відбуваються фазові й структурні перетворення в сплавах системи залізо — цементит, тобто критичні крапки, мають умовні позначення.

Позначаються буквою А (від французького *arret* – зупинка):

A_1 — лінія *PSK* (727 °C) — перетворення П ↔ А;

A_2 — лінія *MO* (768 °C, т. Кюрі) — магнітні перетворення;

A_3 — лінія *GOS* (змінна температура, залежна від вмісту вуглецю в сплаві) – перетворення Φ ↔ А;

A_4 — лінія *NJ* (змінна температура, залежна від вмісту вуглецю в сплаві) — перетворення А ↔ Φ(δ) ;

A_{cm} — лінія *SE* (змінна температура, залежна від вмісту вуглецю в сплаві) — початок виділення цементиту вторинного (інколи позначається A_3).

Оскільки при нагріві й охолодженні перетворення здійснюються при різних температурах, щоб відрізнити ці процеси вводяться додаткові позначення. При нагріві додають букву *c*, тобто Ac_1 , при охолодженні — букву *r*, тобто Ar_1 .

СТРУКТУРИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

Всі сплави системи залізо — цементит за структурною ознакою ділять на дві великі групи: сталі й чавуни.

Особливу групу складають сплави зі вмістом вуглецю менш як 0,02% (точка Р), їх називають технічне залізо. Мікроструктури сплавів представлені на рис. 3. Структура таких сплавів після закінчення кристалізації полягає або із зерен фериту (рис. 3а), при вмісті вуглецю менш ніж 0,006 %, або із зерен фериту і кристалів цементиту третинного, розташованих по кордонах зерен фериту (рис. 3б), якщо вміст вуглецю від 0,006 до 0,02 %.

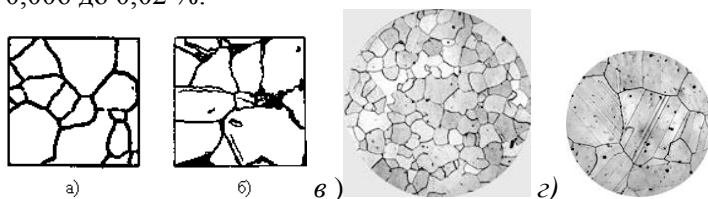


Рис.3. Мікроструктури технічного заліза: а – вміст вуглецю менш як 0,006%;

б – вміст вуглецю 0,006...0,02 %; у – Рівновісні зерна фериту в технічному залізі. Виборча травимось (різний відтінок різних зерен) пов'язана з різним орієнтуванням їх ґраток щодо площини шліфа. Темні плями - дефекти полірування. г – Аустеніт і незначна кількість карбідів Ti в нержавіючій сталі. Добре видно двійники - характерна ознака аустеніту.

Вуглецевими сталями називають сплави заліза з вуглецем, що містять 0,02...2,14 % вуглецю, що закінчують кристалізацію утворенням аустеніту.

Вони володіють високою пластичністю, особливо в аустенітному стані.

Структура сталей формується в результаті перекристалізації аустеніту. Мікроструктури сталей представлені на рис. 4, 5 (див. додаток № 1). Розмір зерна визначають за спеціальною шкалою (див. додаток Б).

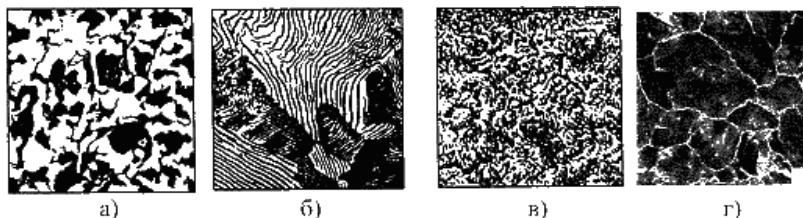


Рис. 4. Мікроструктури сталей: а – доевтектоїдна сталь ($\Phi + \Pi$) ; б – евтектоїдна сталь (пластинчастий перліт); в – евтектоїдна сталь (зернистий перліт); г – заевтектоїдна сталь ($\Pi + \text{Ц}_{\text{II}}$).

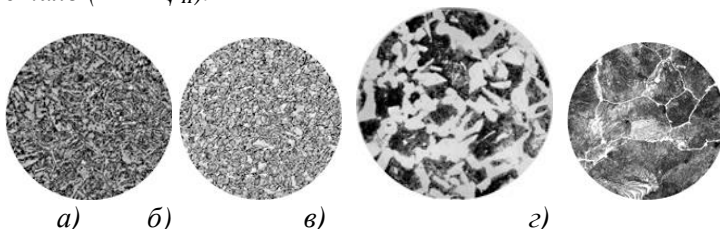


Рис. 5. Мікроструктури сталей: а- Надлишковий ферит і перліт; б – Ферит (світліший і однорідніший) і перліт (з карбідами хрому) в корозійностійкої сталі. г – Зерна фериту (світлі) і перліт. Пограничні виділення вторинного цементиту у вигляді суцільної тонкої світлої сітки (матриця) по кордонах зерен колишнього аустеніту, що перетворився при повільному охолодженні в крупнопластинчастий перліт.

За вмістом вуглецю і по структурі сталі підрозділяються на доевтектоїдні ($0,02\% < C < 0,8\%$), структура ферит + перліт ($\Phi + \Pi$) (рис. 4а); евтектоїдні ($C = 0,8\%$), структура перліт (Π), перліт може бути пластинчастий або зернистий (рис. 4б і 4в); заевтектоїдні ($0,8\% < C < 2,14\%$) структура перліт + цементит вторинний ($\Pi + \text{Ц}_{\text{II}}$), цементитна сітка розташовується довкола зерен перліту.

По мікроструктурі сплавів можна приблизно визначити кількість вуглецю у складі сплаву, враховуючи наступне: кількість вуглецю у перліті складає 0,8 %, у цементиті — 6,67 %. Зважаючи на малу розчинність вуглецю у фериті, приймається, що в ньому вуглецю немає.

Сплави заліза з вуглецем, що містять вуглецю понад 2,14 % (до 6,67 %), що закінчують кристалізацію утворенням евтектики (ледебурита), називають **чавунами**.

Наявність легкоплавкого ледебуриту в структурі чавунів підвищує їх ливарні властивості. Чавуни, що кристалізуються відповідно до діаграми достатку залізо — цементит, відрізняються високою крихкістю. Колір їх зламу — сріблясто-білий. Такі чавуни називаються білими чавунами. Мікроструктури чавунів представлені на мал. 6, 7. Схеми мікроструктур чавуну залежно від металевої основи й форми графітових включень (див. додаток В).

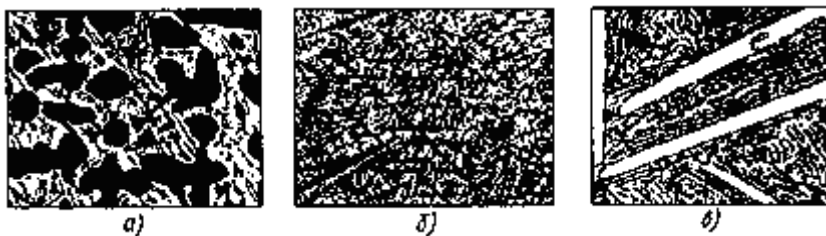


Рис. 6. Мікроструктури білих чавунів: а – доевтектичний білий чавун ($P + L + C_{II}$); б – евтектичний білий чавун (L); в – заевтектичний білий чавун ($L + C_I$).

За кількістю вуглецю і по структурі білі чавуни підрозділяються на: доевтектичні ($2,14\% < C < 4,3\%$), структура перліт + ледебурит + цементит вторинний ($P + L + C_{II}$); евтектичні ($C = 4,3\%$), структура ледебурит (L) (рис. 6б); заевтектичні ($4,3\% < C < 6,67$) структура ледебурит + цементит первинний ($L + C_I$) (рис. 6в).

У структурі доевтектичних білих чавунів присутній цементит вторинний, який утворюється в результаті зміни складу аустеніту при охолодженні (по лінії ES). У структурі

цементит вторинний зливається з цементитом, що входить до складу ледебурита. Фазовий склад сталей і чавунів при нормальних температурах один і той же, вони складаються із фериту і цементиту. Проте властивості сталей і білих чавунів значно розрізняються. Таким чином, головним чинником, що визначає властивості сплавів системи залізо — цементит є їх структура.

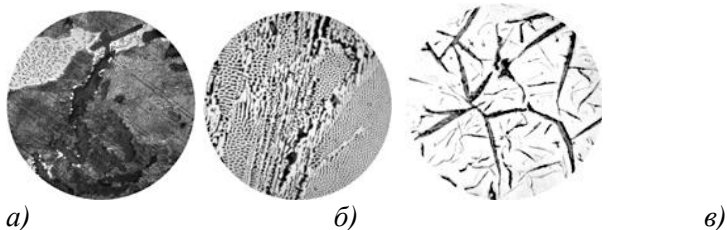


Рис. 7. Мікроструктури чавунів: а) — Сірий чавун на перлитовій металевій основі. Крабовидні включення графіту (чорний) в перлитовій матриці. На стиках кордонів зерен перлиту видно світло-пестрі ділянки потрійної фосфідної евтектики. б) — Ледебурит в евтектичному чавуні. Видно декілька колоній ледебуриту. в) — Пластинчасті включення графіту. Структура металевієї основи не є показовою, оскільки шліф не труєний.

КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Сталь — це сплав заліза з вуглецем і домішками (кремній, марганець, сірка, фосфор та гази), в якому вуглецю не більше, ніж 2,14 %.

Сталі можна класифікувати за різними принципами, єдиної класифікації у світі немає.

Спробуємо провести класифікацію сталей таким чином:

- за вмістом вуглецю (низьковуглецеві — вміст вуглецю від 0,08 до 0,25 %, середньовуглецеві — від 0,25 до 0,60 %, високовуглецеві — від 0,60 до 2,14 %);
- за структурою (доевтектоїдні із вмістом вуглецю від 0,08 до 0,8 %, структура ферит + перліт; евтектоїдні із вмістом вуглецю 0,8 %, структура перліт; заевтектоїдні із вмістом вуглецю від 0,8 до 2,14 % структура перліт + цементит вторинний);
- за засобом виробництва (конверторні, мартенівські сталі, виплавлені в електропечах і сталі після електрошлакового переплавлення);
- за призначенням (конструкційні, інструментальні та спеціального призначення).

Конструкційні сталі бувають звичайної якості і якісні. Конструкційні сталі звичайної якості, залежно від призначення, поділяють на три групи: А — що постачаються за механічними властивостями, Б — що постачаються за хімічним складом, В — що постачаються за хімічним складом і механічними властивостями.

Дані сталі маркуються таким чином:

Група А — Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Група Б — БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6.

Група В — ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Букви Ст означають сталь, цифри — умовний порядковий номер марки залежно від хімічного складу сталі й механічних властивостей, але не вказують на кількісний вміст вуглецю.

Букви Б і В визначають групу сталі, буква А перед позначенням марки не вказується.

Щоб показати ступінь розкислення, до позначення марки після номера додають індекси «КП» — кипляча, «ПС» — напівспокійна, «СП» — спокійна, наприклад, Ст3пс, БСт3сп.

Сталі звичайної якості випускають у вигляді листового і сортового прокату. Вони призначені для виготовлення будівельних конструкцій, арматури, кріплень деталей машин, які не несуть підвищених навантажень. Сталі групи А призначені для виробів, які при виготовленні не піддаються гарячій обробці (зварюванню, куванню), сталі групи Б — для виробів із застосуванням гарячої обробки, сталі групи В широко застосовують для виготовлення зварних конструкцій, при розрахунку яких важливо знати також і механічні властивості.

Вуглецеву якісну сталь виплавляють у кисневих конверторах, мартенівських та електричних печах. Якісна конструкційна сталь постачається як за механічними властивостями, так і за хімічним складом.

Якісна сталь перевищує сталь звичайної якості за однорідністю, є чистішою за вмістом сірки і фосфору, неметалевих включень і має вужчі межі вмісту вуглецю. З цієї сталі виготовляють відповідальні деталі машин і механізмів, коновки, штампові, калібровані трубки і т.п.

Вони маркуються: сталь 08кп, сталь 08пс, сталь 10 сп, 10, 25, 45, 85 і т.п. Двозначні цифри у маркуванні сталі визначають середній вміст вуглецю у сотих долях відсотка.

Інструментальні сталі виплавляють у мартенівських та електричних печах і використовують для виготовлення інструментів (різальних, вимірювальних, ударних тощо). Інструментальну сталь поділяють на якісну і високоякісну. Сталь якісну позначають літерою У і цифрою, що вказує на вміст вуглецю у десятих долях відсотка. Наприклад, У7, У8, аж до У13.

Сталь інструментальна високоякісна містить менше домішок (сірки, фосфору), ніж якісна; при її маркуванні додають букву А, наприклад, У8А.

Сталі спеціального призначення почали використовувати тоді, коли були впроваджені нові технологічні процеси та специфічні види промисловості.

Наприклад, сталі А1, А2, які використовуються для обробки різанням на верстатах-автоматах; СВ08 — для виготовлення зварювального дроту і зварювальних електродів; сталь 08кп — для листового штампування та ін.

Властивості сталей залежать від їх складу і структури.

Зі збільшенням у сталях вмісту вуглецю, сталь стає твердішою і міцнішою, пластичність падає. Кремній і марганець у межах (0,5 - 0,7 %) істотно впливу на властивість сталі не виявляють.

Сірка є шкідливою домішкою, утворює з залізом хімічну сполуку FeS. Сірчисте залізо з залізом у сталях утворює евтектику з температурою плавлення 1258 0К. Це є причиною червоноламкості при обробці тиском з підігріванням. Вказана евтектика при певних температурах розплавляється, у результаті чого між зернами втрачається зв'язок і утворюються тріщини. Крім цього, сірка знижує пластичність і міцність сталі, опір стиранню і корозійну стійкість.

Фосфор надає сталі холодноламкості (крихкість при знижених температурах). Це пояснюється тим, що фосфор спричиняє сильну внутрішню кристалічну ліквідацію.

Ферит — фаза м'яка і пластична; цементит, навпаки, надає сталі твердості та крихкості; перліт містить 1/8 цементиту і тому має підвищену міцність і твердість порівняно з феритом. Тому доевтектоїдні сталі набагато еластичніші, ніж заевтектоїдні.

КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Легована сталь — це сплав заліза з вуглецем та легуючими компонентами (Cr, Ni, W, Mo, Ti, V, Co та ін.), в якому вуглецю не більше, як 2,14 %. Вуглецева сталь часто не відповідає вимогам сучасного машинобудівного та інструментального виробництва. У таких випадках використовують леговану сталь. Легуючі компоненти, що вводяться у сталь, змінюють її механічні, фізичні та хімічні властивості. Для легування сталі застосовують хром, нікель, марганець, кремній, вольфрам, молібден, ванадій, кобальт, титан, алюміній, мідь та ін.

Найпростішою та оптимальною класифікацією легованих сталей є класифікація за:

1. Вмістом легуючих компонентів:

- низьколеговані (сумарний вміст легуючих компонентів до 5 %);
- середньолеговані (5-10 %);
- високолеговані (до 10 %).

2. Структурою (на п'ять класів: перлітний, мартенситний, аустенітний, карбідний і феритний).

3. Призначенням. Залежно від призначення леговану сталь поділяють на конструкційну, інструментальну і спеціального призначення.

Конструкційну сталь використовують для виготовлення будівельних конструкцій, деталей машин.

Для конструкційної легованої сталі прийнято маркування, за яким перші дві цифри вказують середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка, букви — наявність відповідних легуючих компонентів, а цифри, що стоять за буквами, процентний вміст цих компонентів. Якщо після якоїсь букви немає цифри, то це означає, що сталь містить даний елемент у кількості біля 1 %.

Для позначення легуючих компонентів взято такі букви:

X — хром, H — нікель, Г — марганець, С — кремній, В — вольфрам, М — молібден, Ф — ванадій, К — кобальт, Т —

титан, Ю — алюміній, Д — мідь, Р — бор, Б — ніобій, А — азот, Е — селен, Ц — цирконій.

Наприклад, марка 30ХН3 означає хромонікелеву сталь, що містить 0,3 % С, до 1 % Сг та 3 % Ні.

Для позначення високоякісної легованої сталі у кінці маркування додають букву А, наприклад, 30ХГСА, для позначення особливо високоякісної сталі — букву Ш.

Для сталей інструментальних порядок маркування за легуючими компонентами такий самий, як і для конструкційної, але кількість вуглецю зазначається першою цифрою у десятих частках відсотка. Якщо цифри немає, то сталь містить більше 1 % вуглецю.

Наприклад, сталі для ударно-штампового і вимірювального інструменту 20Х12 (містить 2,0-2,2 % С і 11,5-13,0 % Сг), Х12Ф1, сталі для різального інструменту 9ХС містить 0,9 % С, по 1 % хрому і кремнію).

На відміну від попередніх маркується швидкорізальна сталь. Встановлені такі марки швидкорізальної сталі: Р18, Р12, Р9, Р6М3, Р18М, Р9М, Р9Ф5, Р14ФА, Р18Ф2, Р9К5, Р9К10, Р6М5, Р18К5Ф2. Буква Р вказує про наявність у сталях карбиду вольфраму, цифра після букви Р вказує на вміст карбиду вольфраму у відсотках. Наприклад, сталь марки Р6М5 містить до 6 % карбиду вольфраму і до 5 % молібдену.

Сталі спеціального призначення. Багато машин, приладів та іншого устаткування мають деталі, до яких ставляться особливі вимоги:

- опір дії хімічних, агресивних середовищ;
- збереження міцності при високих температурах;
- стійкість проти окислення при високих температурах;
- зносостійкість, магнітні, теплові та інші властивості.

Маркуються вони за принципом конструкційних сталей. Наприклад, жаростійка легована сталь Х25Н20С2 (містить до 1 % С, до 25 % Сг, до 20 % Ні і до 2 % Si).

Сталь 38ХН3МФА — сталь конструкційна легована, хромонікельмолибденованадиева. Містить 0,33-0,4 % С. Літера Х у позначенні сталі показує, що сталь легована хромом (Сг) (від 1,2 – 1,5 %). Літера Н у позначенні сталі показує, що сталь

містить від 3 до 3,5% Ni. Відсутність за буквами М,Ф цифр означає, що масова частка цього легуючого елемента Мо та V менше 1,0%. Буква А позначає, що сталь якісна.

КЛАСИФІКАЦІЯ, МАРКУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЧАВУНІВ

Чавун — це сплав заліза з вуглецем та домішками (Si, Mn, S, P, O₂, H₂, N₂), в якому вуглецю більше як 2,14 %.

Чавуни доцільно класифікувати за призначенням на: білі, сірі, ковкі, високоміцні і антифрикційні.

Білі чавуни — це чавуни, в яких вуглець перебуває у зв'язаному стані, у вигляді цементиту (Fe₃C). Їх можна класифікувати за структурою: до евтектичні (вміст вуглецю від 2,14 до 4,3 %); евтектичні (вміст вуглецю 4,3 %); заевтектичні (вміст вуглецю від 4,3 до 6,67 %).

Білі чавуни в основному використовують для переробки у сталь. В окремих випадках для виготовлення виробів, які не піддаються високим навантаженням.

Сірі чавуни — це чавуни, в яких вуглець перебуває як у зв'язаному стані (Fe₃C) так і в вільному у вигляді графіту. Сірі чавуни маркуються буквами СЧ з цифрою, яка вказує мінімальну границю міцності на розрив або розтяг.

Згідно ДСТУ є такі марки сірого чавуну: СЧ12, СЧ15, СЧ18, СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ32, СЧ35, СЧ40, СЧ45. Сірі чавуни використовуються для виготовлення різних відливок для сільськогосподарських машин і побутової техніки. У структуру сірих чавунів обов'язково входить фаза графіт у вигляді пластинок. Це дозволяє якоюсь (певною) мірою підвищити пластичність у порівнянні з білими чавунами.

Ковкий чавун — умовна назва м'якого і в'язкого чавуну, який одержують з білого чавуну шляхом відливанням з подальшою термічною обробкою. Його не кують, але він набагато пластичніший за сірий чавун. Ковкий чавун, як і сірий, складається із основи — сталі та містить частину вуглецю у вигляді графіту, проте графітові включення у ковкому чавуні інші по формі (у вигляді плям, а не пластин). Властивості ковкого чавуну залежать від металевої основи і розміру включень графіту, чим менші включення графіту, тим міцніший ковкий чавун.

Ковкий чавун позначають буквами КЧ і двома числами, з яких перше вказує мінімальну границю міцності на розтяг, друге — мінімальне відносне видовження d (%). Відомі такі марки ковкого чавуну: на феритній основі (3-10 % перліту) КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, на перлітній основі (0-20 % фериту) КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ55-4, КЧ60-3, КЧ65-3.

Ковкий чавун широко використовують у сільськогосподарському машинобудуванні, в автомобільній і тракторній промисловості, верстатобудуванні та в інших галузях промисловості.

Високоміцні чавуни. Підвищення міцності і пластичності чавунів досягають модифікуванням під час виплавляння, яке забезпечує одержання глобулярного (сфероїдального) графіту замість пластинчастого. Таку форму графіту одержують при введенні присадок у рідкий чавун магнію або лігатури (20 % Mg + 80 % Ni).

Встановлені такі марки високоміцного чавуну у відливках: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100, ВЧ120. Число вказує мінімальну границю міцності на розрив або розтяг.

Міцність чавуну збільшується із збільшенням кількості перліту і дисперсності глобулів графіту.

Високоміцний чавун використовують замість сталі для відливання валів, зубчастих коліс, муфт, задніх мостів автомобілів, картерів та ін.

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ

Термічна обробка полягає у зміні структури металів і сплавів при нагріванні, видержуванні та охолодженні, згідно зі спеціальним режимом, і тим самим, у зміні властивостей останніх. В основі термічної обробки сталей лежить перекристалізація аустеніту при охолодженні. Перекристалізація може відбутися дифузійним або бездифузійним засобами. У залежності від переохолодження аустеніт може перетворюватися у різні структури з різними властивостями.

Повний дифузійний розпад аустеніту відбувається при незначному переохолодженні. У такому випадку утворюється пластинчастий перліт (механічна суміш фериту і цементиту вторинного). Якщо переохолодження збільшити до 373-393 °К, пластинки фериту і цементиту встигають вирости тільки до товщини (0,25-0,30 мкм), таку структуру називають сорбітом. Твердість сорбіту вища за твердість перліту.

Коли переохолодження досягає 453-473 °К, ріст пластинок припиняється на товщині 0,1 — 0,15 мкм, така структура називається трооститом. Твердість трооститу вища від твердості сорбіту.

При значному переохолодженні аустеніту (до 513 °К) дифузійний розпад його стає неможливим, перекристалізація має бездифузійний характер. У такому випадку утворюється перенасичений твердий розчин вуглецю в α -залізі, який називається мартенситом. Твердість мартенситу вища від твердості трооститу.

Структура перліту є рівноважною, а структури сорбіту, трооститу і мартенситу є не рівноважними.

ВИДИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Розрізняють такі види термічної обробки: відпал, нормалізація, загартування і відпуск.

Відпал. Відпалом називають нагрівання до високих температур, видержування і повільне охолодження разом з піччю.

Розрізняють такі види відпалу: рекристалізаційний, дифузійний, на зернистий перліт, ізотермічний, повний і неповний. Відпал підвищує пластичність, зменшує внутрішні напруження, понижує твердість сталей.

Нормалізація. Нормалізацією називають нагрівання до високої температури, витримки й повільного охолодження на повітрі. Нормалізація доводить сталь до дрібнозернистої та однорідної структури. Твердість і міцність сталі після нормалізації вищі, ніж після відпалу.

Загартування сталі. Загартуванням називають нагрівання до високої температури, видержку і швидке охолодження (у воді, мінеральній оливі та інших охолоджувачах). Є такі види загартування: в одному охолоджувачі; перервне; східчате; ізотермічне; поверхневе та ін. Загартування сталей забезпечує підвищення твердості, виникнення внутрішніх напружень і зменшення пластичності. Твердість збільшується у зв'язку з виникненням таких структур: сорбіт, троостит, мартенсит. Практично загартуванню піддається середньо- і високовуглецеві сталі.

Відпуск сталі. Відпуском називають нагрівання до температур нижче 973 °К, видержку і повільне охолодження на повітрі.

Розрізняють три види відпуску: низький (нагрівання до температури 473 °К; середній (573-773 °К); високий (773-973 °К). Після відпуску в деякій мірі зменшується твердість і внутрішні напруження, збільшується пластичність і в'язкість сталей. До цього призводить зміна структур після відпуску. Структура мартенситу сталі переходить відповідно в структуру трооститу і сорбіту. Чим вища температура відпуску, тим менша твердість відпущеної сталі й тим більша її пластичність та в'язкість.

Відпуск, в основному, проводять після загартування для зняття внутрішніх напружень. Низький відпуск застосовують при виготовленні різального інструменту, вимірювального інструменту, цементованих деталей та ін; середній — при виробництві ковальських штамів, пружин, ресор; високий — для багатьох деталей, що зазнають дії високих напружень (осі автомобілів, шатуни і т.п.).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ТА МОДУЛЬНИХ РОБІТ

Для отримання завдання необхідно зайти на сайти дистанційної освіти за адресою: <http://do1.luguniv.edu.ua/>. Попередньо отримавши в деканаті логін та пароль. За необхідності пароль можна змінити. Далі необхідно пройти за наступними посиланнями: Навчально-науковий інститут технологій і торгівлі / ►Професійна освіта (Транспорт) / ►1 курс / ►ІТОТТ_1ПОТ_ЗФН_ТКМтМ.

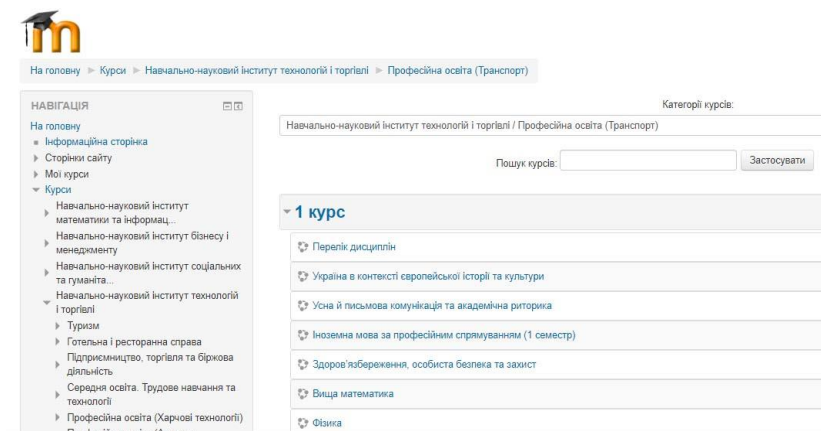


Рис. 3.1. Принтскрин вікна з сайту дистанційної освіти ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка».

ВИБІР ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ (КОНТРОЛЬНОЇ) РОБОТИ

- 1 — ше питання за номером по списку.
- 2 — ге питання за вибором.
- 3 — те питання 66 мінус – номер по списку.
- 4 — те питання номер за списком + 15.
- 5 — те питання номер за списком + 20.
- 6 — те питання. Будова твердого тіла. (Питання для всіх однакове).
- 7 — ме питання. Методи визначення механічних властивостей. (Питання для всіх однакове).
- 8 — ме питання 66 мінус номер за списком та мінус число 20.
- 9 — те питання 66 мінус номер за списком та мінус число 30.
- 10 — ме питання. (Своїми словами описати найбільш перспективні з вашої точки зору наукові напрямки в сучасному матеріалознавстві, можна додавати посилання на літературу чи інтернет-джерела).

Приклад.

Василій має 2-й номер за списком, тоді він виконує для першого модульного контролю

- 1) 2 ге питання.
 - 2) (номер за вибором).
 - 3) 64 питання.
 - 4) 12 те питання.
 - 5) 17 питання.
 - 6) Будова твердого тіла.
 - 7) Методи визначення механічних властивостей.
 - 8) 44 питання.
 - 9) 34 питання.
 10. Своїми словами описати найбільш перспективні з вашої точки зору наукові напрямки в сучасному матеріалознавстві (можна розширити питання якщо вас зацікавив цей напрямок), можна додавати посилання на літературу чи інтернет джерела.
- Протягом семестру необхідно виконати 2 — ві самостійні роботи та 2 — ві модульні.

ОФОРМЛЕННЯ САМОСТІЙНОЇ (КОНТРОЛЬНОЇ) РОБОТИ

Контрольну роботу оформлюють на листах паперу формату А4. Кегль 14, 1,5 інтервал. Текстовий матеріал виконують в друкарському або розбірливому рукописному вигляді. Схеми, таблиці й рисунки повинні мати послідовну нумерацію. У тексті мають бути присутніми посилання на використану літературу. Обсяг контрольної роботи – не менше 15.

Вимоги при написанні відповідей на контрольні питання: всі відповіді повинні ілюструватися конкретними прикладами. На другій сторінці контрольної роботи вказується зміст, на останній – перелік використаних літературних джерел.

Виконані роботи завантажуються на сайт дистанційної освіти або «вордовський» документ або відсканований текст написаний рукописно.

ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 1

1. Типи кришталевих ґраток для металевих тіл.
2. Основи теорії фазової рівноваги.
3. Процеси утворення нової фази.
4. Пружна поведінка матеріалів.
5. Пластична поведінка матеріалів.
6. Твердість.
7. Будова чистих металів.
8. Будова реальних металів
9. Кристалічна будова металів.
10. Кристалізація металів.
11. Діаграми стану.
12. Методи дослідження структури металів.
13. Будова сплавів.
14. Деформація і руйнування металів.
15. Вплив нагрівання на структуру і властивості деформованого металу.
16. Холодна і гаряча деформація.
17. Механічні властивості металів.

18. Залізо і його сплави.
19. Компоненти і фази в системі залізо-вуглець.
20. Чавуни.
21. Механічні властивості, що визначаються при динамічних випробуваннях.
22. Кристалічна будова металів.
Дефекти кристалічної будови.
24. Фізичні та хімічні властивості матеріалів.
25. Міцність і пластичність металу.
26. Ударна в'язкість, витривалість та зносостійкість.
27. Визначення твердості металів методом Брінелля.
28. Визначення твердості металів методом Роквелла.
29. Визначення твердості металів методом Віккерса.
30. Побудова діаграм стану термічним методом.
31. Поняття про фазу, компонент і систему.
32. Діаграми стану подвійних сплавів з повною та обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.
33. Діаграми стану сплавів, що утворюють хімічні сполуки.
34. Властивості заліза, вуглецю і цементиту.
35. Діаграма стану залізо-цементит.
36. Діаграми стану подвійних сплавів.
37. Діаграма стану залізо-цементит.
38. Основи металургії, вихідні матеріали металургійного виробництва, виробництво чавуну.
39. Залізобуглецеві сплави, діаграма стану «залізо — вуглець», сталі, машинобудівні чавуни.
40. Маркування та застосування сталей та чавунів.
41. Леговані сталі. Технології виробництва.
42. Поняття про агрегатне становище речовини. Плавлення і кристалізація металів і сплавів.
43. Поняття про сплави. Характеристика сплавів, механічні суміші, тверді розчини, хімічні з'єднання.
44. Поняття про діаграмне становище бінарних сплавів і метод їх будови.
45. Взаємозв'язок діаграм стану I – IV типів і властивості сплавів (закон Курнакова).
46. Діаграма стану залізо — цементит та її практичне застосування.

47. Характеристика фазових та структурних складових залізо — вуглецевих сплавів.
48. Класифікація конструкційних матеріалів та їх порівняльна характеристика.
49. Види чавунів, їх хімічний склад, будова, властивості, позначення, галузь застосування.
50. Класифікація легованих сталей. Їх склад, будова, властивості, позначення і застосування.
51. Поняття про леговані сталі. Вплив легуючих елементів на будову і властивості сталі.
52. Поняття про леговані конструкційні сталі, їх властивості та застосування.
53. Леговані сталі спеціального призначення. Їх склад, властивості, позначення і застосування.
54. Класифікація легованих інструментальних сталей та їх характеристика.
55. Поняття про композитні матеріали
56. Мідь і сплави на її основі. Їх склад, властивості, позначення і застосування.
57. Алюміній і сплави на його основі. Їх склад, властивості, позначення і застосування.
58. Титан і сплави на його основі, їх склад, властивості, позначення та застосування.
59. Види неметалевих матеріалів, їх способи отримання, порівняльна характеристика та застосування.
60. Конструкційна міцність металів.
61. Шляхи підвищення міцності металів.
62. Вплив вуглецю і домішок на властивості сталей.
63. Легуючі елементи в сталях.
64. Вивчення процесу кристалізації металів.
65. Діаграми стану подвійних сплавів.

ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 2

1. Процеси, що відбуваються при нагріванні сталі.
2. Перетворення аустеніту при охолодженні сталі.
3. Перетворення, що протікають при відпустці загартованої сталі.

4. Відпал першого роду.
5. Відпал другого роду.
6. Гартування сталі.
7. Відпуск загартованої сталі.
8. Поверхнєве загартування сталі.
9. Хіміко-термічна обробка сталі.
10. Термомеханічна обробка сталі.
11. Термічна обробка сплавів зі змінною розчинністю компонентів у твердому стані.
12. Конструкційні вуглецеві сталі.
13. Конструкційні леговані сталі.
14. Леговані сталі.
15. Цементовані сталі.
16. Підшипникові сталі.
17. Пружинні сталі.
18. Сталі підвищеної оброблюваності різанням.
19. Корозійстійкі сталі.
20. Жаростійкі сталі.
21. Жароміцні сталі.
22. Інструментальні сталі й сплави.
23. Сталі й сплави для ріжучого інструменту.
24. Штампові сталі для холодного деформування.
25. Штампові сталі для гарячого деформування.
26. Кольорові метали та сплави.
27. Алюміній та алюмінієві сплави.
28. Магній і магнієві сплави.
29. Титан та титанові сплави.
30. Мідь та мідні сплави.
31. Нікель і нікелеві сплави.
32. Антифрикційні сплави.
33. Будова деревини.
34. Види деревних порід і частини дерева.
35. Мікроскопічна будова деревини хвойних і листяних порід.
36. Хімічний склад деревини.
37. Види вад деревини.
38. Деревні породи.
39. Визначник деревних порід.
40. Основні хвойні породи.

41. Основні листяні породи деревини.
42. Породи деревини обмеженого застосування.
43. Екзотичні породи деревини.
44. Властивості деревини.
45. Колір, блиск і текстура деревини.
46. Вологість деревини й властивості, пов'язані з її зміною.
47. Щільність деревини. Теплові властивості деревини.
48. Електричні та акустичні властивості деревини.
49. Міцність деревини.
50. Технологічні властивості деревини.
51. Властивості неметалічних матеріалів.
52. Неметалеві матеріали.
53. Полімери: будова, полімеризація і поліконденсація, властивості.
54. Еластоміри.
55. Гуми.
56. Скло. Декоративні матеріали.
57. Скло: неорганічне й органічне.
58. Ситалли, металеве скло.
59. Композиційні матеріали.
60. Синтетичні облицювальні матеріали.
61. Декоративні паперово-шаруваті пластики.
62. Ізоляційні матеріали.
63. Класифікація теплоізоляційних матеріалів.
64. Види тепло- і звукоізоляційних матеріалів.
65. Гідроізоляційні матеріали.
66. Електроізоляційні матеріали.
67. Мазильні матеріали.
68. Види покрівельних матеріалів.
69. Облицювальні матеріали та їх застосування.
70. Класифікація клеїв і вимоги до них.
71. Синтетичні термореактивні клеї.
72. Синтетичні термопластичні клеї.
73. Каучукові клеї.

ВИКОНАННЯ МОДУЛЬНОЇ РОБОТИ

Виконання модульної роботи – стисло відповісти на питання.

Питання з 1 – 50 питання 1 –й модульний контроль.

1 –й модульний контроль.

1 – е питання номер за списком (плюс + 1-на позиція)

2- ге питання за вибором.

3 – ге питання номер 51 (мінус – номер за списком + 1-на позиція).

4 – ге питання номер за списком + 15.

5 – питання 51 мінус номер за списком та ще мінус 10.

ПИТАННЯ ДО 1 –ГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1. Типи кришталевих ґраток для металевих тіл.
2. Основи теорії фазової рівноваги.
3. Процеси утворення нової фази.
4. Пружна поведінка матеріалів.
5. Пластична поведінка матеріалів.
6. Твердість.
7. Будова чистих металів.
8. Будова реальних металів
9. Кристалічна будова металів.
10. Кристалізація металів.
11. Діаграми стану.
12. Методи дослідження структури металів.
13. Будова сплавів.
14. Деформація і руйнування металів.
15. Вплив нагрівання на структуру і властивості деформованого металу.
16. Холодна і гаряча деформація.
17. Механічні властивості металів.
18. Залізо і його сплави.
19. Компоненти і фази в системі залізо-вуглець.
20. Чавуни.
21. Механічні властивості, що визначаються при динамічних випробуваннях.

22. Кристалічна будова металів.
23. Дефекти кристалічної будови.
24. Фізичні та хімічні властивості матеріалів.
25. Міцність і пластичність металу.
26. Ударна в'язкість, витривалість та зносостійкість.
27. Визначення твердості металів методом Брінелля.
28. Визначення твердості металів методом Роквелла.
29. Визначення твердості металів методом Віккерса.
30. Побудова діаграм стану термічним методом.
31. Класифікація видів термічної обробки. Поняття про відпалювання, нормалізацію; їх значення та особливості виконання.
32. Перетворення в сталі при різних швидкостях охолодження. Поняття про основні операції термічної обробки.
33. Перетворення у структурі сталі під час нагрівання.
34. Поняття про діаграму ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту, її практичне застосування.
35. Гартування сталі. Вибір гартівного середовища. Поняття про загартованість та прогартованість. Обробка холодом.
36. Поняття про поверхневе гартування. Його значення та способи виконання.
37. Поняття про хіміко – термічну обробку сталі, її різновиди, способи виконання, застосування.
38. Вплив вуглецю і домішок на властивості сталей.
39. Легуючі елементи в сталях.
40. Термічна і хіміко-термічна обробка металів і сплавів; теорія і види термообробки.
41. Практичні методи термообробки.
42. Обладнання для термообробки; теоретичні відомості і види хіміко-термічної обробки металів.
43. Термомеханічна обробка сталі.
44. Перетворення в сталі при охолодженні.
45. Ливарне виробництво, ливарні сплави і формові суміші, їх властивості.
46. Класифікація ливарних форм і технологія їх виготовлення.
47. Плавильне обладнання, спеціальні види лиття.
48. Обробка металів тиском; теоретичні відомості про обробку металів тиском.

49. Основні види обробки металів тиском, їх характеристика; нові методи обробки металів тиском.
50. Зварювання і пайка металів; види зварних з'єднань; їх різновиди і застосування.

ПИТАННЯ ДО 2 –ГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1. Будова і робота доменної печі. Характеристика продуктів доменної виплавки.
2. Удосконалення доменного виробництва. Поняття про пряме відновлення заліза із руд.
3. Киснево — конверторний спосіб виробництва сталі.
4. Мартенівський спосіб виробництва сталі.
5. Виплавка сталі у електропечах.
6. Будова сталевого зливка, його дефекти і способи їх усунення.
7. Поняття про розлив сталі. Види розливу і їх порівняльна характеристика.
8. Шляхи підвищення якості сталі, їх порівняльна оцінка.
9. Технологічний процес виробництва міді.
10. Технологічний процес виробництва алюмінію.
11. Поняття про порошкову металургію. Її переваги та недоліки.
12. Технологія виготовлення ливарних форм та отримання виливок в разових формах.
13. Характеристика спеціальних видів литва.
14. Класифікація способів обробки металів тиском. Поняття про прокатку металів. Види прокатки, обладнання, яке застосовується, продукція виробництва.
15. Поняття про пластичну деформацію металів. Явище наклепу і рекристалізації. Холодна і гаряча обробка металів.
16. Поняття про пресування і волочіння металів, способи виконання, продукція, яка отримується.
17. Поняття про кування металів. Обладнання та інструменти, що застосовуються, види продукції, переваги і недоліки.

18. Поняття про штампування металів. Різновиди обладнання, що застосовується, інструменти, види продукції, переваги, недоліки.
19. Поняття про газове зварювання, його переваги і недоліки, обладнання, яке застосовується.
20. Поняття про газове і дугове різання металів, обладнання, яке використовується та галузь застосування.
21. Електродугове зварювання. Характеристика електричної дуги. Різновиди електродугового зварювання.
22. Загальні відомості про ливарне виробництво. Сучасний стан та роль ливарного виробництва в машинобудуванні. Способи виготовлення виливків. Виготовлення виливків в піщаних формах.
23. Ливарні сплави.
24. Спеціальні способи лиття.
25. Лиття під тиском.
26. Технологічність конструкцій литих форм.
27. Виготовлення виливків електрошлаковим литтям.
28. Особливості виготовлення виливків з різних сплавів.
29. Основні положення до вибору способу лиття.
30. Техніка безпеки та охорона навколишнього середовища у ливарному виробництві.
31. Технологія обробки тиском. загальні відомості.
32. Правка прокату.
33. Прокат і його виробництво.
34. Продукція прокатного виробництва.
35. Пресування.
36. Волочіння.
37. Ковка.
38. Холодна та гаряча штамповка.
39. Зварювальне виробництво.
40. Зварювання плавленням.
41. Зварювання тиском.
42. Спеціальні термічні процеси у зварювальному виробництві.
43. Пайка.
44. Напилення.
45. Механічна обробка.

46. Технологічні можливості способів різання.
47. Технологічні можливості способів різання.
48. Фрезерування.
49. Шліфування.
50. Технологічні методи оздоблювальної (фінішної) обробки поверхонь деталей машин.
51. Електроерозійні методи обробки.
52. Характеристика електрофізичних та електрохімічних методів обробки.
53. Комбіновані методи обробки.
54. Електроабразивная і електроалмазна обробка.
55. Променеві методи обробки.

ДОДАТКОВІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ З КУРСУ ДИСЦИПЛІНИ

Питання можуть повторюватись, а також охоплювати більш широке коло інтересів для студента ніж можна давати в курсі дисципліни.

1. Будова твердого тіла.
2. Реальна структура твердих тіл.
3. Матеріали у техніці.
4. Внутрішня будова матеріалів.
5. Властивості матеріалів.
6. Особливості кристалічної будови речовини.
7. Основні типи кристалічних ґраток металів.
8. Параметри кристалічної ґратки.
9. Типи зв'язку між частинками у твердому тілі.
10. Атомні порушення структури кристалу.
11. Класифікація дефектів структури.
12. Точкові дефекти.
13. Вплив точкових дефектів на властивості кристалів.
14. Дислокації.
15. Дефекти будови, їх вплив на механічні властивості металів.
16. Наноматеріали.
17. Атомні процеси у твердих тілах.
18. Рух атомів.
19. Самодифузія.
20. Механізм дифузії.
21. Визначення твердості металів методом Брінелля.
22. Визначення твердості металів методом Роквелла.
23. Основи теорії фазової рівноваги.
24. Пружна деформація.
25. Модуль Юнга.
26. Коефіцієнт Пуассона.
27. Об'ємний модуль пружності.
28. Пружні хвилі.
29. Теплопровідність.
30. Фактори, які впливають на модуль пружності.

31. Непружність.
32. Термопружність.
33. Пластична деформація.
34. Залишкова деформація в кристалах.
35. Процеси утворення нової фази.
36. Пластичне сковзання у кристалах чистих металів.
37. Зародження дислокацій.
38. Деформація двійникуванням.
39. Деформаційне зміцнення.
40. Механізми зміцнення.
41. Відпал, повернення і кристалізація.
42. Співставлення гарячої та холодної обробки.
43. Зміцнення легуванням.
44. Пружна поведінка матеріалів.
45. Пластична поведінка матеріалів.
46. Пластична деформація полікристалічних матеріалів.
47. В'язкопружна деформація.
48. В'язкість та структура.
49. Моделі деформації матеріалів.
50. Релаксація напруги.
51. Методи визначення механічних властивостей.
52. Поняття про фазу, компонент і систему.
53. Дослідження матеріалів за допомогою різних видів мікроскопів.
54. Діаграми стану подвійних сплавів з повною та обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.
55. Сплави, що утворюють гетерогенні структури.
56. Сплави, що утворюють тверді розчини.
57. Діаграми стану сплавів, що утворюють хімічні сполуки.
58. Вивчення процесу кристалізації металів.
59. Сплави з необмеженою розчинністю компонентів в твердому стані.
60. Сплави з обмеженою розчинністю компонентів в твердому стані.
61. Властивості заліза, вуглецю і цементиту.
62. Побудова діаграм стану термічним методом.
63. Будова і властивості заліза.
64. Діаграма стану залізо-цементит.

65. Сталі та чавуни.
66. Дослідження впливу пластичної деформації на механічні властивості сплавів.
67. Залізівуглецеві сплави, їх класифікація.
68. Діаграма стану сплавів системи «залізо-вуглець».
69. Компоненти і фази в сплавах системи «залізо-вуглець».
70. Вуглецеві сталі, їх класифікація.
71. Класифікація, склад, маркування і застосування конструкційних вуглецевих сталей.
72. Суть і види термічної обробки.
73. Перетворення в сталі при охолодженні. Термомеханічна обробка сталі.
74. Вивчення методів термічної обробки сталей.
75. Леговані сталі з особливими властивостями, їх класифікація, маркування і застосування.
76. Чавуни, їх класифікація, спосіб отримання і сфера застосування.
77. Білі чавуни.
78. Сірі чавуни.
79. Високоміцні чавуни.
80. Ковкі чавуни.
81. Хіміко-термічна обробка сталі.
82. Фізичні основи хіміко-термічної обробки.
83. Цементация та азотування.
84. Термічна обробка сталі, загальні положення.
85. Основні види термічної обробки сталі.
86. Термомеханічна обробка сплавів із змінною розчинністю компонентів.
87. Фізичні основи хіміко-термічної обробки.
88. Цементация та азотування.
89. Сучасні методи отримання зносостійких покриттів.
90. Поверхнєве зміцнення металів і сплавів, загальні положення.
91. Неметалеві автомобільні матеріали.
92. Пластмаси, їх отримання і застосування.
93. Каучукоподібні матеріали. Клеї та герметики.
94. Хіміко-термічна обробка металів.
95. Дифузійне насичення сплавів вуглецем і азотом.

96. Вивчення процесу корозії металів і сплавів.
97. Визначення пружних характеристик гумових матеріалів.
98. Пластмаси, їх класифікація і властивості.
99. Полімери, структура і термомеханічні властивості.
100. Гуми, їх класифікація і сфера застосування.
101. Композиційні матеріали з нуль-вимірними наповнювачами.
102. Лакофарбові матеріали, їх призначення і класифікація.
103. Синтетичні клеї, їх різновиди.
104. Основні вимоги до синтетичних клеїв.
105. Паливні матеріали.
106. Газове автомобільне паливо.
107. Рідке автомобільне паливо.
108. Змащувальні матеріали.
109. Визначення динамічного коефіцієнту в'язкості експлуатаційних матеріалів.
110. Дослідження міжшарової міцності полімерних композиційних матеріалів.
111. Технічні рідини, їх класифікація.
112. Марки моторних масел і сфера їх застосування.
113. Пластичні мастила для механізмів і вузлів автомобіля.
114. Принципи нормування витрати автомобільних палив, масел і мастил.
115. Оббивні, прокладки, ущільнювачі і електроізоляційні матеріали.
116. Зварювання і пайка металів, загальні положення.
117. Термічні види зварювання (дугове, плазмове, електронно-променеве).
118. Зварювання пластмас, основні поняття, класифікація способів зварювання.
119. Діаграма стану сплавів.
120. Однокомпонентні системи.
121. Подвійні системи.
122. Діаграми розчинності.
123. Потрійні системи.
124. Характеристика сталі 50ХФА.
125. Температура критичних точок.
126. Призначення сталі.
127. Хімічний склад.

128. Механічні властивості до та після термообробки.
129. Вид сталі за класифікацією.
130. Технологічні властивості.
131. Прокалюваність.
132. Термічна обробка матеріалу до механічної обробки.
133. Термічна обробка готової сталі.
134. Температурний режим термообробки.
135. Діаграма ізотермічного процесу.
136. Механічні властивості металів.
137. Пружна і пластична деформація.
138. Методи визначення механічних властивостей.
139. Характеристика сталі 30ХГСА.
140. Температура критичних точок.
141. Призначення сталі.
142. Механічні властивості до та після термообробки.
143. Вид сталі за класифікацією.
144. Технологічні властивості.
145. Гартування.
146. Термічна обробка матеріалу до механічної обробки.
147. Термічна обробка готової сталі.
148. Температурний режим термообробки.
149. Діаграма ізотермічного процесу.
150. Характеристика сталі 65Г.
151. Температура критичних точок.
152. Призначення сталі.
153. Технологічні властивості.
154. Гартування.
155. Термічна обробка готової сталі.
156. Температурний режим термообробки.
157. Спільні відомості про неметалічні матеріали.
158. Поняття про неметалічні матеріали і класифікація полімерів.
159. Особливості властивостей полімерних матеріалів.
160. Пластичні маси, склад, класифікація і властивості пластмас.
161. Термопластичні пластмаси.
162. Характеристика сталі 18ХГТ.
163. Температура критичних точок.
164. Призначення сталі.

165. Спільна характеристика металів і сплавів.
166. Кристалічна будова металів. Дефекти будови кристалічних тіл.
167. Точкові дефекти.
168. Лінійні дефекти.
169. Поверхневі дефекти.
170. Характеристика сталі 35Л.
171. Контроль якості зварних з'єднань.
172. Ультразвуковий контроль зварних з'єднань.
173. Ремонт зварних з'єднань і контроль зварних швів.
174. Дефекти зварки вплив дефектів - несплошностей на працездатність зварних з'єднань.
175. *Характеристика сталі 45Х*
176. Класифікація легованих сталей.
177. Класифікація конструкційних сталей.
178. Класифікація інструментальних сталей.
179. Характеристика сталі 50ХФА.
180. Виробництво автолистової сталі етапи виробництва автолистової сталі.
181. Підготовка руди.
182. Виробництво чавуну.
183. Виробництво сталі.
184. Виробництво гарячого і холодного листового прокату.
185. Нікель.
186. Нікелеві сплави.
187. Мідно - нікелеві сплави, монель - метал, куніаль, ковар, кульгавів, ніхром, німоник, алнісплави.
188. Характеристика сталі 50ХГФА.
189. Види зварювання і їх класифікація.
190. Термітне зварювання.
191. Вибір основних і присадних матеріалів.
192. Техніка зварки.
193. Основні елементи пристроїв для термітної зварки.
194. Лазерне зварювання.
195. Суть і основні переваги зварювання лазерним променем.
196. Технологічні особливості процесу лазерного зварювання.
197. Якість і властивості лазерного зварювання.

198. Класифікація напівпровідникових матеріалів і їх особливості.
199. Провідність.
200. Металургія германію і кремнію.
201. Вживання напівпровідників.
202. Приклади.
203. Основні вимоги до напівпровідникових матеріалів при їх вживанні.
204. Характеристика сталі 12Х17.
205. Інструментальні матеріали.
206. Інструментальні сталі.
207. Термічна обробка вуглецевих інструментальних сталей.
208. Інструментальні матеріали для штампів гарячої деформації (вимоги, властивості, структура). Вимоги, що висуваються до штампових сталей.
209. *Будова металів і сплавів.*
210. *Чотири типи зв'язків.*
211. *Просторові решітки (ґратки).*
212. *Гумові матеріали.*
213. *Мідь та її властивості.*
214. *Мідні сплави.*
215. *Характеристика чавуну СЧ 20.*
216. *Кристалізація і будова металевого зливка.*
217. *Типові термопластичні матеріали.*
218. *Діаграма стану «Fe – С».*
219. *Типові термореактивні матеріали.*
220. *Характеристика високоміцного чавуну ВЧ 35.*
221. *Хіміко-термічна обробка сталі.*
222. *Композиційні матеріали.*
223. *Характеристика ковкого чавуну КЧ 33-8.*
224. *Алюміній і його властивості.*
225. *Алюмінієві сплави.*
226. *Титан і його властивості.*
227. *Титанові сплави.*
228. *Характеристика ковкого чавуну КЧ 60-2.*
229. *Відпал.*
230. *Нормалізація сталі.*
231. *Фрикційні матеріали.*

232. Антифрикційні матеріали.
233. Інгибітори для металевих виробів.
234. Корозія.
235. Класифікація матеріалів, що використовуються в автомобілебудуванні.
236. Класифікація металів.
237. Класифікація, склад, маркування і застосування конструкційних вуглецевих сталей.
238. Класифікація, склад, маркування і застосування інструментальних вуглецевих сталей.
239. Леговані сталі, їх класифікація.
240. Класифікація, склад, маркування і застосування конструкційних леггованих сталей.
241. Класифікація, склад, маркування і застосування інструментальних леггованих сталей.
242. Леговані сталі з особливими властивостями, їх класифікація, маркування і застосування.
243. Дифузійне насичення сплавів вуглецем і азотом.
244. Дифузійне насичення сплавів металами і неметалами.
245. Поверхневий гарт сталі.
246. Лазерна термічна обробка.
247. Лазерна хіміко-термічна обробка.
248. Жаростійкість і жароміцність металів, способи їх підвищення. Явище повзучості.
249. Термічна втома металів, її причини (низькі температури, радіаційне опромінення).
250. Спеціальні сталі, що використовуються в автомобілебудуванні, їх класифікація.
251. Шарикопідшипникові сталі.
252. Пружинні сталі звичайного призначення.
253. Зносостійка високомарганцева сталь.
254. Корозійні (неіржавіючі) сталі і сплави.
255. Сплави на основі легких металів, їх класифікація.
256. Магній і його сплави.
257. Алюміній і його сплави.
258. Титан і його сплави.
259. Мідь, фізичні і механічні властивості.
260. Бронзи: властивості, класифікація і застосування.

261. Латунь: властивості, класифікація і застосування.
262. Мельхіори: властивості, класифікація і застосування.
263. Нікелеві сплави, їх характеристика.
264. Олово, фізичні і механічні властивості. Алотропія олова.
265. Свинець, фізичні і механічні властивості. Бабіти.
266. Цинк, фізичні і механічні властивості.
267. Тугоплавкі метали і сплави на їх основі.
268. Основи ливарного виробництва.
269. Фізична природа кристалізації металів.
270. Ливарні властивості сплавів (рідкотекучість, усадка, ліквация).
271. Литво в піщані форми.
272. Спеціальні способи литва.
273. Неметалічні матеріали, класифікація і застосування.
274. Полімери, структура і термомеханічні властивості.
275. Пластмаси, їх класифікація і властивості.
276. Гуми, їх класифікація і сфера застосування.
277. Композиційні матеріали з одновимірними наповнювачами.
278. Формоутворення деталей з гум.
279. Вплив умов експлуатації на властивості гум.
280. Принципи створення і основні типи композиційних матеріалів.
281. Композиційні матеріали з нуль-вимірними наповнювачами.
282. Композиційні матеріали з одновимірними наповнювачами.
283. Евтектичні композиційні матеріали.
284. Лакофарбові матеріали, їх призначення і класифікація.
285. Показники, що характеризують якість лакофарбових матеріалів.
286. Синтетичні клеї, їх різновиди.
287. Основні вимоги до синтетичних клеїв.
288. Технічні рідини, їх класифікація.
289. Рідини, що охолоджують.
290. Гальмівні рідини.
291. Амортизаторні рідини.
292. Електроліт для кислотних акумуляторних батарей.
293. Пускові рідини.
294. Отримання автомобільних палив і змащувальних матеріалів.

295. Види палив, масел і мастил, що використовуються в автомобільній промисловості.
296. Паливо для карбюраторних двигунів, фізико-хімічні властивості.
297. Марки бензинів, їх склад і сфера застосування.
298. Паливо для дизельних двигунів, фізико-хімічні властивості.
299. Марки дизельних палив, їх склад і сфера застосування.
300. Паливо для двигунів газобалонних автомобілів, фізико-хімічні властивості.
301. Зріджені гази, їх різновиди і показники, що характеризують якість.
302. Стислі гази, їх різновиди і показники, що характеризують якість.
303. Масла для двигунів і агрегатів трансмісії.
304. Показники, що впливають на якість масел.
305. Марки моторних масел і сфера їх застосування.
306. Пластичні мастила для механізмів і вузлів автомобіля.
307. Принципи нормування витрати автомобільних палив, масел і мастил.
308. Оббивні, прокладки, ущільнювачі і електроізоляційні матеріали.
309. Зварювання і пайка металів, загальні положення.
310. Термічні види зварювання (дугове, плазмове, електронно-променеве).
311. Термомеханічні види зварювання (контактне, конденсаторне, дифузійне, високочастотне).
312. Механічні види зварювання (холодне, ультразвукове, магнітно-імпульсне, зварювання тертям і вибухом).
313. Зварювання пластмас, основні поняття, класифікація способів зварювання.
314. Триботехнічні матеріали.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ
ЛІТЕРАТУРА, ЩО ЦИТУЄТЬСЯ У МЕТОДИЧНИХ
ВКАЗІВКАХ

1. Аптекарь М. Д., Колесников В. А., Балицький А. І. Технологія металів та матеріалознавство. Частина 1. Навч. посіб. К.: Краснодар. ВНУ ім. В. Даля, 2012. 151 с. Номер електронного сертифіката 2845.
2. Матеріалознавство та матеріали в машинобудуванні : метод. реком. до вик. контрольних робіт для студ. напряму підготовки «Професійна освіта» профілів підготовки «Транспорт» та «Технологія виробництва і переробка продуктів сільського господарства» усіх форм навчання / О. В. Чесноков, В. О. Колесніков, В. В. Свірідов; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 53 с.
3. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. Завдання для контрольних робіт та рекомендації до їх виконання. Для студентів 2 курсу заочного відділення Краснодонського відокремленого факультету інженерії та менеджменту, що навчаються за напрямками: "Машинобудування", "Автомобільний транспорт". Уклад.: доц. Колесніков В. О., ас. Верітельник Е. А. – Краснодар: вид-во. СЧУ ім. В. Даля, 2010, – 40 с.
4. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org>.
5. Матеріалознавство: навч. посіб. / В. І. Бузило, В. П. Сердюк, А. В. Яворський, О. А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243 с. ISBN 978–966–350–756–9.
6. Методичні вказівки з дисципліни «Теоретична механіка» Розділ «СТАТИКА» (для студентів, що навчаються за напрямами «Машинобудування», «Автомобільний транспорт» 4 навчальний семестр) Склали: Колесніков В. О., Верітельник Є. А. – Краснодар: Вид-во КраФІМ Східноукраїнського національного університету імені

- Володимира Даля. Свідоцтво про публікацію електронного навчально-методичного видання. Електронний носій. Реєстраційний номер 4092. - 2009. – 42 с.
7. Методичні вказівки з дисципліни «Теоретична механіка» (для студентів, що навчаються за напрямками «Машинобудування», «Автомобільний транспорт» 4 навчальний семестр) Склали: Верітельник Є. А., Колесніков В. О. – Краснодар: Вид-во КраФІМ Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Свідоцтво про публікацію електронного навчально-методичного видання. Електронний носій. Реєстраційний номер 4091. - 2009. – 42 с.
 8. Конспект лекцій з «Триботехніки». Частина 1. Для студентів, які навчаються за напрямком «Автомобільний транспорт» для окремих розділів дисциплін: «Теоретична механіка», «Основи теплотехніки», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», «Аналіз конструкції та основи розрахунку автомобілів», «Експлуатаційні матеріали», «Технічна діагностика», «ТО і Ремонт легкових автомобілів», «Основи конструкції автомобілів», «Ремонт автомобілів», «Основи технології виробництва і ремонту автомобілів», «Надійність автомобілів». Склад: Колесніков В.О. – Краснодар: Вид-во КраФІМ Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Свідоцтво про публікацію електронного навчально-методичного видання. Електронний носій. Реєстраційний номер -4369. - 2010. – 40 с.
 9. Методичні вказівки з дисципліни «Експлуатація та обслуговування машин», для студентів заочного відділення напрямку: «Машинобудування», спеціальність: 7.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв» укладачі Колесніков В.О., Калінін О.В.". – Краснодар: Вид-во КраФІМ Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Свідоцтво про публікацію електронного навчально-методичного видання. Електронний носій. Реєстраційний номер -4372. - 2010. – 48 с.

10. Конспект лекцій з дисципліни «Методологія інженерної та винахідницької діяльності у харчовій та переробній промисловості» Частина 1. Автори: Коротков В.Й, Колесніков В.О. Частина 1. – К.: Краснодон. СНУ ім. В. Даля. Свідectво про публікацію електронного навчально-методичного видання. Електронний носій. Реєстраційний номер - 4749. - 2011. – 48 с.
11. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія металів та матеріалознавство». Частина 1. Будова металів та сплавів. Для студентів, які навчаються за напрямком «Машинобудування», спеціальність: 7.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв». Конспект лекцій на українській мові. Склав: доц., к.т.н. Колесніков В.О. Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. Електронний носій. Реєстраційний номер - 5360. – 48 с.
12. Методичні вказівки з дисципліни «Теоретична механіка». Розділ «СТАТИКА», «КІНЕМАТИКА» (для студентів, що навчаються за напрямами «Машинобудування», 4 навчальний семестр, заочне відділення). Доповнені та перероблені. Склали: Колесніков В.О., Верігель С.А., – Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. Реєстраційний номер - 5359. - – 72 с.
13. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія металів та матеріалознавство». Частина 2. Кристалізація металів і сплавів. Для студентів, які навчаються за напрямком «Машинобудування», спеціальність: 7.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв». Конспект лекцій на українській мові. Склав: доц., к.т.н. Колесніков В.О. – Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. Електронний носій. Реєстраційний номер - 5402. - 44 с.
14. Конспект лекцій з дисципліни «Методологія інженерної та винахідницької діяльності у харчовій та переробній промисловості» Частина 2. Для студентів, які навчаються за напрямком «Машинобудування», спеціальність: 7.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв». Автори: Коротков В.Й, Колесніков В.О.– К.: Краснодон. СНУ ім. В. Даля, 2011. . Електронний носій. – 48 с.

15. Зелінський С.С., Колесніков В.О., Методичні рекомендації щодо розв'язування інженерних задач за допомогою MatLAB: методичні рекомендації для підготовки до практичних занять із дисциплін: «Чисельні методи», для студентів вищих навчальних закладів. Матеріал наведений в даних методичних вказівках може бути використаний для таких дисциплін, як «Моделювання систем» та «Теорія автоматичного керування». (для студентів очного відділення, напрямку: «Комп'ютерні науки») \ Сергій Сергійович Зелінський, Валерій Олександрович Колесніков. – Луганськ : Вид-во "Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля", 2012. – Електронний носій. - 76 с.
16. Конспект лекцій з дисципліни «Машинознавство». Частина 1. Для студентів, які навчаються за напрямом «Комп'ютерні науки». Конспект лекцій складено українською мовою. Уклад.: доц., К.т.н. Коротков В.Й., доц., к.т.н. Колесніков В.А. – Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2013. – Електронний носій. Реєстраційний номер. – 6181. - 44 с.
17. Конспект лекцій з дисципліни «Машинознавство». Частина 2. Для студентів, які навчаються за напрямом «Комп'ютерні науки». Конспект лекцій складено українською мовою. Уклад.: доц., к.т.н. Коротков В.Й., доц., к.т.н. Колесніков В.А. – Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2013. – Електронний носій. Реєстраційний номер. – 6177. - 64 с.
18. Конспект лекцій з дисципліни «Машинознавство». Частина 2. Для студентів, які навчаються за напрямом «Комп'ютерні науки». Конспект лекцій складено українською мовою. /Уклад.: доц., К.т.н. Коротков В.Й., доц., к.т.н. Колесніков В.А. – Краснодон: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2013. – Електронний носій. Реєстраційний номер. – 6178. - 60 с.
19. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи з дисципліни «Корозія і захист металів від корозії» для студентів заочного відділення, що навчаються на спеціальності «Обладнання переробних та харчових виробництв»). Українською мовою. Склали.: доц., к.т.н. Колесніков В.О., доц., к.т.н. Панков А.О., доц, к.х.н.

- Аптекарь М.Д. Краснодон: вид-во. СХУ ім. В. Даля, 2013. - Електронний носій. Реєстраційний номер. – 6179. -52 с.
20. Основи матеріалознавства. URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/sydorenko-labor-training-for-girls-5-class-2013/2.php>. (картинка на обкладинці)
 21. Виробництво графітізованих сталей і виробів з них URL: <http://sest.dp.ua/etapy-vyrobnyctva-stali-proces-grafityzacji/komponenty-i-fazy-v-systemi-zhelezo-uglerod>.
 22. Основи металознавства URL: <http://ua.textreferat.com/referat-1515-4.html>.
 23. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Підручник (Гриф надано Міністерством освіти і науки України, лист №1/11-9794 від 10.06.2013р.)/Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є //Ніжин, ПП Лисенко М.М, 2013.- с 752.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Матеріалознавство на автомобільному транспорті. Косенко В. А., Кадомський С. В., Богдан О. О., Малишев В. В., Поступаленко В. А. Київ. 2019. – 254 с. ISBN: 978-966-388-585-8.
2. Матеріалознавство в автомобільному транспорті. Косенко В. А., Кущевська Н.Ф., Добровольский О.Г., Малишев В. В., Київ. 2015. – 314 с. ISBN: 978-966-388-515-5.
3. Транспортне матеріалознавство в питаннях та відповідях: Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 236 с.
4. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О. В., Лопатько К.Г. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Курс лекцій. Частина II. Металознавство. Київ, НАУ, 2010.- 356 с.
5. Практикум з матеріалознавства. Навчальний посібник. (гриф МОН (лист № 1/11-4472 від 27.02.2013 р.))/ Котречко О. О. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтанділянц, Гнилокурченко В. В.// Херсон: Олді Плюс, 2013.- 500 с.
6. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник (Гриф надано Міністерством

освіти і науки, молоді та спорту України, лист №1/11-18055 від 20 листопада 2012 р.). Херсон, Видавець Грінь Д.С., 2013.- с 612.

7. Опальчук А.С., Котречко О.О., Роговський Л.Л. Лабораторний практикум з технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства. Навч. посібник/ За ред. А.С. Опальчука. – К.: Вища освіта, 2006.- 287 с.: іл.
8. Сологуб М.А. “Технологія конструкторських матеріалів”, К:Вища школа, 2002, 373с.
9. Хільчевський В.В. та ін. “Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів”, К:Либідь, 2002, 326с.
10. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга І. Львів. 2000.-с.264.
11. Методичні вказівки з дисципліни “Матеріалознавство” до виконання лабораторного практикуму з розділу “Механічні властивості матеріалів” для студентів усіх форм навчання. / Укл.: Трофименко В.В., Клименко О.П., Овчаренко В.І. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2012. – 38 с.
12. Кузин О.А. Металознавство и термична обробка [Учебник для вузов] / Кузин О.А. Львов, 2002-304 с.
13. Матеріалознавство та технологія металів: підручник для здобувачів проф. (проф.-тех.) освіти / Власенко А. М. — Київ: Літера ЛТД, 2019. – 224 с. ISBN 978-966-125-5.
14. Конструкційне матеріалознавство: підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл. / В. М. Гарнець, В. М. Коваленко. — Київ: Либідь, 2007. — 382, [1] с. — Бібліогр.: с. 380. — ISBN 978-966-06-0477-3

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Гідравліка і гідравлічні машини : навч. посіб. для студ. за напрямами підготовки «Технологічна освіта» і «Професійна освіта» всіх форм навчання О. В. Чесноков, О. В. Калайдо, В. О. Колесніков; держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. 170 с.
2. Аптекарь М. Д., Колесников В. А., Балицький А. І. Технологія металів та матеріалознавство. Частина 1. Навч.

- посіб. К.: Краснодон. ВНУ ім. В. Даля, 2012. 151 с. Номер електронного сертифіката 2845.
3. Коротков В. І, Колесніков В. А., Балицкий А. І. Методологія інженерної та винахідницької діяльності: Навч. посіб. К.: Краснодон. ВНУ ім. В. Даля, 2013. 110 с. Номер електронного сертифіката 2917.
 4. Коротков В. І., Колесніков В. А., Балицкий А. І. Машиноведення: Навчальний посібник. Луганськ: Видавництво СНУ ім. Володимира Даля, 2013. 151с. Номер електронного сертифіката 2918.
 5. Балицький О. І. Сучасні матеріали для потужних турбогенераторів. Львів. Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України. Л., 1999. 284 с.
 6. Механіка руйнування і міцність матеріалів: Довід. посіб. / Під заг. ред. В. В. Панасюка. Т. 8: Міцність матеріалів і довговічність елементів конструкцій атомних електростанцій / О. І. Балицький, О. В. Махненко, О. О. Балицький, В. А. Грабовський, Д. М. Завербний, Б. Т. Тимофєєв. Під ред. О. І. Балицького. Київ: ВД «Академперіодика», 2005. 534 с.
 7. Балицький О., Колесніков В., Кубіцкі Є. Залізобуглецеві сплави високого легування марганцем – перспективний матеріал для деталей залізничного транспорту, що працюють в умовах зношування // Промисловий та туристичний транспорт.-Випуск 2.-Львів:Каменяр.- 2003. – С. 57 – 63.
 8. Alexander Balitskiy, Valeriy Kolesnikov, Jerzy Kubitski High manganese doped iron-carbon transport working under wearing conditions // Industrial and tourist transport, Lviv. 2003. – p.54 – 59.
 9. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування аустенітних марганцевих чавунів // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2004. – № 1 – С. 65–69.
 10. Balytskyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of austenitic manganese cast-iron // Materials Science.– vol.40.- № 1.-2004. – p. 78 – 82. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.
 11. Balitskii A., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Onystchak Ya., Ostaf V. // Corrosion resistance of Cr–Mn

- austenitic alloys and its welded joints // Physicochemical mechanics of materials. – Special issue. - N 4, 2004. – P. 133-136.
12. Balitskii A., Diener M., Harzenmoser M., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikow V., Ostaf V. Crack resistance of high-nitrogen Cr-Mn austenitic steel welded joints / Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity.- Issue 3.- 2004.- p.647-652.
 13. Balitskii A. I., Kostyuk I., Kolesnikow V., Kubicki J., Medvid A.G., Ostaf V.Yu. Hydrogen induced changes of physical and mechanical properties of materials for power generation and transport equipment // Hydrogen Treatment of Materials (Proceedings of the Fourth International Conference ‘HTM-2004’, Donetsk-Svyatogorsk, May 17–21, 2004). – Council of Interparliamentary Assembly of States-Participants of Concord of Independent States. – Donetsk. – 2004. – P. 508–512.
 14. Деклараційний патент на корисну модель 2004020827 України, МКИ С22С38/38. Марганцевий чавун /В.О.Колесніков, О.І. Балицький (Україна).- № 2004020827; Заявлено 05.02.04; Опубліковано 15.12.04. Бюл. № 12.
 15. Balitskii A., Kolesnikov V., Kubicki J. // Ability to strengthening manganese doped iron- a reserve to increasing of exploitation stability of details for railway transport/Industrial and tourist transport. - 2004, Issue 3.- P.29-38.
 16. Balitskii A. I., V. A. Kolesnikov. Crack resistance of Mn cast iron. Part 1. Static crack resistance // Resource safing technology of production and pressure treatment of materials in mashine building. EUNU named after V Dal – 2004.- №2. – p.100-107.
 17. Balitskii A. I., V. A. Kolesnikov. Crack resistance of Mn cast iron. Part 2. Cyclic crack resistance/ Resorce safing technology of production and pressure treatment of materials in macine building. EUNU named after V Dal – 2004. - №2. – p.108-114.
 18. Колесніков В.О. Схоплювання марганцевих чавунів // Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. XIX відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів

- КМН – 2005 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2005. – С.102 – 106.
19. Балицький О. І., Колесніков В. О., Кубицький Е. Підвищення тріщиностійкості зношування марганцевих чавунів // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2005. – № 1. – С. 67 –71.
 20. Balytskyi O.I., Kolesnikov V.O., Kubicki J. Enhancement of the crack resistance of manganese cast irons // Materials Science. – Vol.41, № 1.-2005. – p. 67 –73.
 21. Балицький О. І., Колесніков В.О., Кав'як П. Триботехнічні властивості аустенітних марганцевих сталей та чавунів в умовах тертя ковзання // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2005. – № 5. – С. 55 – 60.
 22. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Kawiak P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast - irons under sliding friction conditions //Materials Science.– Vol.41, № 5.- 2005. – p. 624 – 630.
 23. O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, P. Kawiak. Triboengineering properties of austenitic manganese steels and cast irons under the conditions of sliding friction // Materials Science. – Volume 41, Issue 5, September 2005, pp. 624 – 630. <https://doi.org/10.1007/s11003-006-0023-7>.
 24. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. //Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels Водне окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Problems of corrosion and protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
 25. Kolesnikov V.A. The influence of a microstructure cast-iron and steels on the intensity of destruction in conditions of a sliding friction. Part 1. Construction of the generalized scheme superficial and near layers friction of a detail made from graphitized steels or cast-iron. // Visnik SNU named after Volodymyr Dal – 2007.- №7 (113). –P. 155 – 163.
 26. Kolesnikov V. A. The influence of a microstructure cast-iron and steels on the intensity of destruction in conditions of a sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and

- grey-iron behaviour during sliding friction // *Visnik SNU named after Volodymyr Dal* – 2007.- №7 (113). – P.163- 169.
27. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ściernie i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // *Problemy eksploatacji*.-4 (67)/2007.-s.7-16.
 28. Колесніков В.О., Вус О. Б., Фігурка Р.М. Високо азотні аустенітні марганцеві сталі – перспективні триботехнічні матеріали // *Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. XX відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львов.* – С. 164 – 167.
 29. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // *Problemy eksploatacji*.- 3 (70)/2008.- s.91-102.
 30. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // *Materials Science (Springer)*. – 2009, vol. 45, N 4.- P.576-581.
 31. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьвмісних середовищ на зношування вузлів тертя навантажених механізмів / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // *Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України.* – Львів. – 2009. – С.254 – 257.
 32. Балицький О.І., Колесніков В.О Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.
 33. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // *Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A, 271 - 275 p.*
 34. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель

- № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.
35. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.
 36. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32–37.
 37. Балицький О.І., Яцек Еліаш, Колесніков В.О. Наноструктуровані сплави, як резерв екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. м. Краснодар. С. 17 -20.
 38. Аптекарь М.Д, Колесніков В.О., Кузнецов В.В. Аналіз нових досягнень в області обчислювальної хімії і матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. м. Краснодар. С. 40 - 42.
 39. Колесніков В.О., Куриной Е.В., Дрьомов А.О. Аналіз нових досягнень в області обчислювального матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 27 -32.
 40. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О. Сучасні уявлення про водневе матеріалознавство та водень // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 32 - 38.
 41. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646. (Ukrainian Original Vol. 48, No. 5, September–October, 2012 С. 78 - 82.).

42. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилук Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.
43. Бердус А.Ю., Колесніков В.О. Удосконалення і модернізація систем автоматизації СТО ТА АТП // Матеріали регіональної науково-практичної конференції Професійна освіта на Луганщині: теорія та практика 15–17 квітня 2014 року. м. Луганськ. с. 140 - 146.
44. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденція розвитку автомобільного транспорту // Матеріали регіональної науково-практичної конференції професійна освіта на Луганщині: теорія та практика 15–17 квітня 2014 року. м. Луганськ. - С. 167 - 175.
45. Татарінов В.Р., Колесніков В.О. Сучасні засоби сигналізації та протиугінні системи автомобілів // Матеріали регіональної науково-практичної конференції професійна освіта на Луганщині: теорія та практика 15–17 квітня 2014 року. м. Луганськ. - С. 209 - 217.
46. Балицкий А.И., Колесников В.А., Елиаш Я. Вплив проковзування в умовах тертя кочення на трибо технічні характеристики високоазотних сталей // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р.52 -54 с.
47. Гутько Ю.І., Бер Р., Колесніков В.О. Використання аддитивних технологій та технологій прототипування у ливарному виробництві // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р.68 -71 с.
48. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 92 - 100 с.
49. Татарінов В.Р., Колесніков В.О. Сучасні засоби сигналізації та протиугінні системи автомобілів // Матеріали VII

- Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Красnodон. 2014 р. 125 -133 с.
50. Бердус А.Ю., Колесніков В.О. Удосконалення і модернізація систем автоматизації СТО // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 76 - 77 с.
 51. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 77 - 79 с.
 52. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Eliaz Y., Havrylyuk M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction // *Materials Science*. – 2015. – 50, No 4. – P. 604–611.
 53. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В. Екологічно чиста змашувально-охолоджувальна рідина для механічної обробки сталі: тези доп. 12-го Міжнар. симп. українських інженерів-механіків у Львові м. Львів, 28-29 травня 2015 р. Львів, 2015. С. 80-81.
 54. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // *Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkoła Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176.*
 55. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // *Mechanik*. – 2015. – N 8-9.–S.722 (168-176).
 56. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки

автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.

57. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 28-38.
58. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.
59. Балицький О.І., Колесніков В.О., Хмель Я., Лопаткін І.О., Черняхов П.І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 60-64.
60. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 -73.
61. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015.

62. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Є.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.
63. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliasz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
64. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18.
65. Павлова Ю.В., Рулевська Т.Ф., Колесніков В.О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 97 -102.
66. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112.
67. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 113 -120.

68. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 -124.
69. Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилук М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання (Diagnostics of defects and fracture of hard-to-process alloys by the results of investigation of wear and cutting products) // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191.
70. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилук М.Р. Колесніков В.О., Балицька В.О. Екологічно-чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія VI Міжнародної науково-технічної конференції «проблеми хімотології. теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливно-мастильних матеріалів». С. 418 – 422.
71. Колесніков В.О., Павлова Ю.В., Савінова В.В., Прохорова Т.В. Взаємозв'язок між матеріалознавством, комп'ютерним моделюванням (графікою) та діагностикою технічних систем // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 133 – 136.
72. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132.
73. Balitskii O., Kolesnikow W., Owsyannikow A., Lizunow S., Elias J. Data science approaches to diagnostics of metal stress-strain state using semiconductor sensor suitable for system design // Badania Nieniszczące i Diagnostyka (Non-destructive testing and diagnostics). – 2018. – Vol. 4. – P. 38-41.

74. Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 31 - 36.
75. Колесніков В. О. Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 79 - 89.
76. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 90 - 94.
77. Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 95 - 99.
78. Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 100 - 109.
79. Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 168 - 172.

80. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 181 - 189.
81. Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 190 - 197.
82. Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 198 - 202.
83. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 204 - 208.
84. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 - 223.
85. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. // Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., м. Херсон. - С. 312 - 316.
86. Balitskii A., Kolesnikov V. Hydrogen Effects on the Formation of Nickel Based Superalloys Cutting and Wear Products / Abstracts of the 22nd European Conference on Fracture - ECF22, 26 – 31 August, 2018, Belgrade, Serbia. – P. 182.
87. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення

точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2018". 5 - 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 - 331.

88. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гребенюк С.О., Еліаш Я.Я., К.Ф. Абрамек. Устаткування для технічної діагностики системи поршень-втулка-циліндр при зношуванні конструкційних сплавів у воденьвмісному газовому середовищі. Патент на корисну модель України 127154 від 25.07.18, МПК (2016.01) G01N 3/56 (2006.01) G01N 15/10 (2006.01). Заявка № u 2017 11856; Чинна від 4.12.2017.- 4 с. Бюл.№ 14, 25.07.2018. <http://base.uipv.org/searchInvStat/>. - дентифікатор 2484230718.
89. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування // Матеріали V конференції "Обчислювальні методи і системи перетворення інформації" 4, 5 жовтня 2018 р. м. Львів. С. 147 – 151.
90. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р. Вплив змашувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107.
91. Балицький О.І., Барна Р.А., Іваськевич Л.М., Колесніков В.О. Тріщиностійкість та довговічність нікель-кобальтових сплавів у водні // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 24 – 26.
92. Колесніков В.О. Дослідження механічної оброблюваності та пошкоджуваності Ni-Co сплавів // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 44 – 46.
93. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО. Матеріали VII-ї

- Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 84 – 90.
94. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.
95. Колесніков В.О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної галузі. Частина 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет- конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 - 83.
96. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 6-8. Balitskii A., Kolesnikov V., Eliasz J., Havrylyuk M. Influence of metallic matrix types on the tooling of steels for power engineering // Proc. of the 14-th International Symposium if Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 6-8.
97. Колесніков В. Дослідження механічної обробки аустенітної високонікелевої сталі (EP33, 10X11N23T3MP) // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 157 - 159. Kolesnikov V. Study of the tooling of austenitic high-nickel steel (EHP33, 10H11N23T3MR) // Proc. of the 14-th International Symposium if Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 157 - 159.
98. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку

машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. - С. 206 – 208.

99. Balyts'kyi O. I., Kolesnikov V. O., Havrylyuk M. R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel // *Materials Science*. - 2019. – Vol. 54. N 5. – P. 722 – 727.
100. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // *August 2019 Archives of Materials Science and Engineering* 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607
101. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // *2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine*. P. 24 – 27.
102. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив модифікування сталі 38ХНЗМФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. *Фізико - хімічна механіка матеріалів*. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130.
103. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 23–30.
104. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 31–45.
105. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-

- практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 144–157.
106. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158–165.
 107. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166–178.
 108. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179–189.
 109. Колеснікова Є.Б., Колесніков В.О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190–203.
 110. Колесніков В.О. Концепція проведення комплексних досліджень сталей та сплавів для енергетичної галузі з використанням скринінгових аналізів. I-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 128 – 130.
 111. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Колесніков В.О. Деякі матеріалознавчі аспекти та морфологія продуктів різання як інформаційні чинники щодо корегування технологічних процесів під час механічної обробки сплавів в енергетичній галузі. I-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми,

- перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 140 – 144.
112. Прохорова Т.В., Колесніков В.О. Перспективи впровадження та застосування технологій штучного інтелекту та Big Data в нових технологічних процесах. І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 43 – 46.
113. Балицький О.І., Іваськевич Л. М., Колесніков В. О., Ріпей І. В. Дослідження циклічної тріщиностійкості сталі 38ХНЗМФА після наводнювання. І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 112 – 114.
114. Іщенко Б.М., Крива Є.М., Фірсов О.І., Колесніков В.О. Приклади впровадження водневих технологій. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи: І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С. 125–127.
115. Лященко С.О., Колієв М.В., Серов І.І., Колесніков В. О. Застосування в автомобілебудуванні та енергомашинобудуванні матеріалів з підвищеною корозійною стійкістю. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи: І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С. 131–133.
116. Хмель Я., Балицький О.І., Колесніков В.О. Концепція враховування морфології продуктів зношування як інформаційних чинників щодо корегування технологічного стану вузлів та обладнання під час експлуатації. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи: І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 квітня 2020 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С. 137–139.
117. Безруков В.О. Перспективи модернізації та створення двигунів більшої потужності у тракторів МТЗ // Матеріали І всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та

- молодих вчених 16 квітня 2020 рік, м. Старобільськ, Україна. С.93 - 96.
118. Шуліка С. О., Серіков О. Р. Гібридні автомобілі // Матеріали І всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених 16 квітня 2020 рік, м. Старобільськ, Україна. С. 100 – 103.
 119. Прохорова Т.В. Можливості застосування та впровадження Big Data та штучного інтелекту в технологічних процесах // Збірник студентських наукових робіт „Науковий пошук молодих дослідників”. Серія „Технічні науки”. ДЗ „ЛНУ ім. Тараса Шевченка”, 2020 № 4. м. Старобільськ. с. 72 - 78.
 120. Шуліка С.О., Серіков О.Р. Застосування нових технологій в гібридних автомобілях Toyota Prius. „Науковий пошук молодих дослідників”. Серія „Технічні науки”. ДЗ „ЛНУ ім. Тараса Шевченка”, 2020 № 4. м. Старобільськ. с. 79 - 87.
 121. Безруков В.О. Приклади та перспективи створення, а також модернізації двигунів більшої потужності у тракторів МТЗ // Збірник студентських наукових робіт „Науковий пошук молодих дослідників”. Серія „Технічні науки”. ДЗ „ЛНУ ім. Тараса Шевченка”, 2020 № 4. м. Старобільськ. с. 53 - 58.
 122. Колесніков В.О. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на робочі та експлуатаційні властивості корозійнотривких сталей. Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2020". XV-та міжн. конф., 15 - 16 жовтня 2020.: матеріали. Львів. С. 378–382.
 123. Kolesnikov V. Research of influence of lubricants on working and operating properties of corrosion-steel steels. // XV International Conference “Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials“ (Corrosion-2020). October 15-16, 2020, Lviv, Ukraine: Book of Abstract / Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine; S. Korniy, M.-O. Danyliak, Yu. Maksishko (Eds.). – Lviv, 2020. – P. 114.
 124. O.A. Balitskii, V.O. Kolesnikov, A.I. Balitskii, J.J. Eliaz, M.R. Havrylyuk, Hydrogen effect on the high-nickel surface steel properties during machining and wear with lubricants, Archives of Materials Science and Engineering 104/2 (2020) 49-57.

125. Свідоцтво про реєстрацію авторського права та твір № 101853. Комп'ютерна програма «Обробка зображень поверхні продуктів зношування, різання високоміцних сталей та сплавів». Колесніков Валерій Олександрович, Балицький Олександр Іванович, Гаврилюк Марія Романівна, Іваськевич Любомир Михайлович. Дата реєстрації 15 січня 2021 року.
126. Колесніков Валерій, Колеснікова Єлизавета. Перспективи застосування технологій віртуальної та доповненої реальності при викладанні дисциплін пов'язаних з транспортною галуззю. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 37 – 39. ISBN 978-617-95067-7-2.
127. Балицький Олександр, Колесніков Валерій, Іваськевич Любомир. Дослідження циклічної тріщиностійкості сталі 38ХНЗМФА за умов зміни параметрів мікроструктур. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 120–122.
128. Єльбакієв Дмитро, Мілютін Євгеній, Колесніков Валерій. Система мульти-зарядки на 800 в та 400 в для електромобілів. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 131–133.
129. Деякі особливості проведення відновлення геометрії кузова автомобіля, видалення, заміні та ремонті кузовних деталей // Андрій Калашник, Дмитро Єльбакієв, Денис Григоренко // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). С. 134 – 136.
130. Колесніков Валерій. Металографічні дослідження Ni-Co сплавів NiCO15CR9W6AL5MO4 (EP-741HP). Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 137–139.

131. Колесніков Валерій, Гаврилюк Марія, Балицький Олександр. Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів різання та зношування з урахуванням матеріалознавчих засад. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 140–142.
132. Пронін Олександр, Калашнік Андрій, Колесніков Валерій. Приклад вирішення однієї з прикладних матеріалознавчих проблем в енергомашинобудуванні. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 146–148.
133. Хмель Ярослав, Балицький Олександр, Колесніков Валерій. Деякі матеріалознавчі підходи щодо оцінювання параметрів продуктів зношування після наводнення. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 152–153.
134. Абрамек Кароль, Колесніков Валерій, Балицький Олександр. Деякі підходи щодо комп'ютерного моделювання механічної обробки матеріалів з урахуванням параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 208–210.
135. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Стан розвитку та впровадження водневих технологій. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 15–19.
136. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 30–34.

137. Єльбакієв Д.Г., Калашник А.С., Колесніков В.О. Враховування деяких аспектів при проведенні ремонтних робіт з відновлення геометрії кузова автомобіля. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: ІХ-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 83–87.
138. Єльбакієв Д. Г., Мілютін Є. В., Колесніков В. О. Системи мульти-зарядки для електромобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: ІХ-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 88–92.
139. Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. Частина 3. Застосування комп'ютерного моделювання Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: ІХ-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 120–126.
140. Колесніков В. О. Деякі приклади застосування комп'ютерних програм для дизайну та рестайлінгу автомобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: ІХ-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 127–130.
141. Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Балицький О.І. Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів зношування та різання в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: ІХ-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 131–134.
142. Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності // Матеріали ІХ-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство

- освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 135 – 138. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).
143. Мілютін Є. В.; Пронін О. С.; Колесніков В. О. Електрична платформа для майбутніх електромобілів брендів Hyundai, Kia, Genesis та Ionic. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 185–189.
144. Риб'янець С. Р., Колесніков В. О. Розвиток та впровадження водневих технологій на автомобільному транспорті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 223–226.
145. В.О.Колесніков, О.І. Балицький, М.Р. Гаврилюк, О.О. Ревякіна, Л.М. Іваськевич. Концепція врахування впливу водню на зміну властивостей та руйнування високоміцних важкооброблюваних сталей та сплавів в умовах тертя ковзання, кочення та за механічної обробки. Міжнародний симпозиум інженерів-механіків у Львові: 15–й міжн. наук.-техн. конф., 20–21 трав. 2021 р.: тези доповідей. Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2021. С.6–7.
146. Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // Myroslav Kindrachuk, Dmytro Volchenko, Alexander Balitskii, Karol F. Abramek, Mykola Volchenko, Olexiy Balitskii, Vasyi Skrypnyk, Dmytro Zhuravlev, Alina Yurchuk and Valerii Kolesnikov // Energies 2021, 14(16), 4801.
147. Гагаркін Ярослав. Приклади застосування поліетилентерефталату для виготовлення автомобільних деталей // Гагаркін Ярослав. Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка. С. 34 – 36
148. Колієв Максим. Приклади комп'ютерних розрахунків композиційних автомобільних матеріалів // Колієв Максим. Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II

- Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 36 – 39.
149. Колієв Максим, Коробкін Роман, Жуков Владислав. Приклади застосування композитних матеріалів для автомобілів // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 40 – 42.
150. Колієв Максим, Шиховцов Олександр, Сухоребров Сергій, Якуба Віталій. Приклади виконання шумоізоляції в автомобілях // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 43 – 45.
151. Крива Євген, Гагаркін Ярослав, Клінушков Данило, Горбаньов Олександр. Шляхи підвищення та подовження зносостійкості шин // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 46 – 49.
152. Риб'янець Сергій. Деякі тенденції стосовно розвитку та впровадження водневих технологій на автомобільному транспорті // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 52 – 55.
153. Риб'янець Сергій, Кунченко Ярослав. Застосування деревини при виготовленні кузова для гоночного автомобіля Hispano-Suiza H6c Tulipwood Torpedo by Nieuport // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня

- 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 56 – 58.
154. 235.9. Фірсов Олексій, Шуліка Сергій. Деякі шляхи забезпечення нормальної експлуатації та підвищення довговічності деталей шатуно-поршневої групи в автомобілі // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 61 – 64 .
155. 236.1. Максим Колієв. Деякі приклади застосування комп'ютерних пакетів програм для розрахунків композиційних автомобільних матеріалів // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Науковий пошук молодих дослідників № 4 (2021). Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, 2021. С. 74 – 78.
156. 236.2. Максим Колієв, Роман Коробкін, Владислав Жуков. Приклади застосування композитних матеріалів в автомобілебудуванні // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Науковий пошук молодих дослідників № 4 (2021). Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, 2021. С. 79 – 87.
157. Євген Крива. Вирішення деяких питань з підвищення та подовження зносостійкості шин // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Науковий пошук молодих дослідників № 4 (2021). Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, 2021. С. 91 – 98.
158. Олексій Фірсов, Сергій Шуліка, Ярослав Кунченко, Віталій Якуба. Підвищення довговічності та шляхи забезпечення нормальної експлуатації деталей шатуно- поршневої групи в автомобілі // Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. // Науковий пошук молодих дослідників № 4 (2021). Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, 2021. С. 107 – 113.

159. Балицький О.І., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Абрамек К.Ф., Іваськевич Л.М., Гаврилюк М.Р., Колеснікова Є.Б. Водневий вектор розвитку автомобільного транспорту. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV-та міжн. науково-практичн. конф., 25-27 жовтня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 22–25.
160. Колесніков В.О. Ідентифікація продуктів зношування та корозії як індикаторів експлуатаційної стійкості деталей та вузлів автомобілів. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV-та міжн. науково-практичн. конф., 25-27 жовтня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 113–114.
161. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Elias J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.
162. Колесніков В.О., Абрамек К.Ф., Колеснікова Є.Б. Оцінка впливу структурно-фазового стану на механічну оброблюваність сплавів з застосуванням методів комп'ютерного моделювання для отримання більш якісної продукції для енергомашинобудування. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 92–95.
163. Колесніков В.О., Абрамек К.Ф., Колеснікова Є.Б., Ревякіна О.О. Застосування комплексного підходу при оцінці стану деградованого матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 96–98.
164. Колесніков В.О., Абрамек К.Ф., Хмель Я., Колеснікова Є.Б. Застосування комп'ютерно інтегрованого підходу для

оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні для підвищення безпеки життєдіяльності. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності. II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 98–100.

165. Колесніков В.О., Еліаш Я., Гаврилюк М.Р., Ревякіна О.О. Застосування методів комп'ютерного зору для оцінки стану поверхневих та підповерхневих шарів заготовок під час механічної обробки з метою отримання більш якісної та безпечної продукції для енергомашинобудування. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності. II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 100–102.
166. В.О. Колесніков, Хмель Я., Гаврилюк М.Р., Колеснікова Є.Б. Застосування методів комп'ютерного зору при оцінці стану руйнування деталей в трибоз'єднаннях для прогнозування експлуатаційної стійкості та довговічності вузлів машин та механізмів. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності. II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 102–104.
167. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. *Energies* 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.
168. Бахмут М. І.; Колесніков В. О. Приклади впровадження деяких нових технологій в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 10–13.
169. Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. Частина 4. Застосування

- комп'ютерного моделювання. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 121–126.
170. Колесніков В. О., Васецька Л. О., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 2. Застосування програмного комплексу ABAQUS. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 132–138.
171. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змашувальні матеріали. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.
172. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Колеснікова Є. Б. Діагностика та контроль продуктів зношування в транспортній галузі та енергомашинобудуванні для забезпечення надійної експлуатації механізмів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 147–149.
173. Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Розгляд дизайнерських напрямків в автомобілебудуванні. сучасні автомобілі в класичному стилі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 150–155.
174. Риб'янець С. Р.; Бахмут М. І.; Колесніков В. О. Приклади застосування адитивних технологій в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 247–253.

175. Колесніков Валерій Олександрович, Колеснікова Єлизавета Борисівна. Перспективи використання технологій ігрового рушія Unreal Engine 5 в моушн дизайне. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 17–20.
176. Гагаркін Я. О.; Колесніков В. О. Приклади застосування ігрового рушія Unreal Engine для створення зображень автомобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 64–74.
177. Колесніков Валерій Олександрович, Колеснікова Єлизавета Борисівна. Про доцільність використання комп'ютерного пакету Blender в навчальному процесі. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 65–68.
178. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Єл. Б. Розпізнавання зображень частинок зношування як інструменту для технічної діагностики в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 205–208.
179. Колесніков Валерій Олександрович. Перспективи використання зеленого водню для різних технічних галузей. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 211–215.

180. Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Васецька Л.О., Колеснікова Є.Б. Моделювання мікроструктури сплавів для прогнозування залишкової напруги та широкого спектра механічних властивостей в програмному комплексі DEFORM. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: І Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 218–222.
181. Серіков Олександр Романович. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер). Деякі підходи щодо ремонту автомобільних двигунів // Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: матеріали І Всеукраїнської міждисциплінарної науково-практичної конференції (м. Полтава, 27-28 квітня 2022 року). Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 222 – 226.
182. Григоренко Д., Пономарьов А., Кунченко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Приклад застосування додаткового пристрою для запобігання корозійних процесів в автомобілі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 68 – 76.
183. Калашник А., Сидоренко Р. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Деякі особливості проведення ремонтних робіт кривошипно-шатунних механізмів автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 76 – 85. (Розміщено в репозитарії)
184. Крива Є. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Вирішення деяких питань з підвищення та подовження зносостійкості шин. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої

- освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 85 – 92.
185. Мілютін Є., Смілянський А. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Попередження протікання корозійних процесів в автомобілі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 92 – 101.
186. Пронін О., Бобришев Д., Кравченко Д., Рисенко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Стисла класифікація змащувальних матеріалів та присадок та характеристика обладнання для проведення експертизи присадок до мастил, що використовуються у вузлах тертя автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 101 – 112.
187. Пронін О., Бобришев Д., Кравченко Д., Рисенко Д. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Вибірка з експериментальних даних використання змащувальних матеріалів та присадок до них у вузлах тертя автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 113 – 122.
188. Бахмут М. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Впровадження деяких нових технологій в автомобільній галузі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 87 – 92.
189. Безруков В. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Розгляд причин зношування поршневих кілець та технологія їх заміни. // Науковий пошук молодих

- дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 93 – 100.
190. Костиря В. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Приклад застосування CAE системи ABAQUS для моделювання пошкодження автомобіля під час ДТП. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 115 – 124.
191. О. І. Балицький, В. О. Колесніков, Л. М. Іваськевич, М. Р. Гаврилюк // Вплив особливостей навантаження та наводнювання та триботехнічні властивості сталей. Фізико-хімічна механіка матеріалів. № 4(58), 2022. - С.73 - 80. Balitskii O.I., Kolesnikov V.O., Ivaskevych L.M., and Havryliuk M.R. The influence of specific features of load and hydrogenation on steels tribotchnical properties. Physicochemical mechanics of materials, Volume 58, № 4, 2022. P. 73 – 80.
192. Гільмдінов Д.Р. (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Застосування сучасних засобів та мобільних додатків для діагностики електроніки та деяких технічних параметрів автомобіля // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 5 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 69 – 79.
193. Серіков Олександр (Колесніков Валерій Олександрович – Наук. кер.). Огляд деяких систем керування двигунів та діагностування пошкоджень в автомобілях // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 5 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 96 – 105.
194. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Fijі та ImageJ для визначення параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх

- оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 67–70.
195. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Fiji та ImageJ для визначення параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 67–70.
196. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Topo View та Gwyddion для аналізу мікрорельєфу поверхонь. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 70–73.
197. Колесніков В.О. Комплексні металографічні та фрактографічні дослідження жароміцних Ni-Co сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 73–76.
198. Колесніков В.О., Бурдун В.В. Комп'ютерне моделювання механічної обробки Ni-Co сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 76–78.
199. Бурдун В.В., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Васецька Л.О., Колеснікова Є.Б. Використання сучасних комп'ютерних пакетів програм для моделювання механічної обробки модифікованих сталей та сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та

- довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 78–80.
200. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Іваськевич Л.М. Застосування системи комп'ютерного зору для аналізу продуктів різання Ni-Co сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 80–82.
201. Колесніков В.О. Дослідження структурної мікронеоднорідності в сталі 38ХНЗМФА та її вплив на властивості Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 82–84.
202. Балицький О.І., Колесніков В.О., Бикадорова Н. О., Рожкова А.Ю. Комп'ютерне моделювання ортогонального точіння жароміцного нікелевого сплаву. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 84–86.
203. Іваськевич Л.М., Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив високотемпературних витримок на властивості жароміцного нікелевого сплаву у газоподібному водні. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 102–104.
204. Старцев С. (Колесніков Валерій Олександрович – наук. кер.). Необхідність своєчасної діагностики диска зчеплення

в автомобілі // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 118 – 125.

205. Балицький О. І., Колесніков В. О., Гаврилук М. Р. Деякі підходи щодо дослідження продуктів зношування, різання, корозії та дефектів на поверхнях деталей. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 27–30. ISBN 978-966-641-929-6.
206. Бикадорова Н. О., Бурдун В. В., Сидоренко Р. С. Комп'ютерне моделювання як метод підвищення безпеки на транспорті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 38–42. ISBN 978-966-641-929-6.
207. Бурдун В. В., Бикадорова Н. О.; Хорошевський О. О. Приклад заміни ременя ГРМ на автомобілі Ford Escort. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 58–62. ISBN 978-966-641-929-6.
208. Калембет М. В.; Слободенюк С. М.; Бикадорова Н. О. Розгляд деяких причин виходу з ладу двигунів у автомобілів Volkswagen Passat B5. Стислий приклад ремонтних робіт. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 139–144. ISBN 978-966-641-929-6.
209. Бурдун В. В., Колесніков В. О. Сучасний науковий стан та деякі підходи для розробки навчальної дисципліни «Трибологія». Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 63–66. ISBN 978-966-641-929-6.

210. Balitskii, O.I., Kolesnikov, V.O., Ivaskevych, L.M. et al. The Influence of Specific Features of Load and Hydrogen Charging on Steel Tribotechnical Properties. *Mater Sci* 58, 505–512 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11003-023-00691-5>.
211. Вплив особливостей навантаження та наводнювання та триботехнічні властивості сталей. / Балицький О.І., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Гаврилюк М.Р. Фізико-хімічна механіка матеріалів. № 4, т. 58. 2022. С.73–80.
212. О. І. Балицький, В. О. Колесніков, Л. М. Іваськевич, М. Р. Гаврилюк // Вплив особливостей навантаження та наводнювання та триботехнічні властивості сталей. Фізико-хімічна механіка матеріалів. № 4(58), 2022. - С.73 - 80. Balitskii O.I., Kolesnikov V.O., Ivaskevych L.M., and Havryliuk M.R. The influence of specific features of load and hydrogenation on steels tribotechnical properties. *Physicochemical mechanics of materials*, Volume 58, № 4, 2022. P. 73 – 80.
213. Верещун А. В., Ануфрієв В. А., Колесніков В. О. Висвітлення деяких недоліків та переваг гібридних та водневих автомобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 71–74. ISBN 978-966-641-929-6.
214. Колесніков В. О. Індустрія 5.0. як вона вплине на транспортну галузь та енергомашинобудування? Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 172–174. ISBN 978-966-641-929-6.
215. Колесніков В. О. Сталі з наноструктурними складовими для транспортної галузі та енергомашинобудування. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 175–178. ISBN 978-966-641-929-6.
216. Колесніков В. О., Балицький О. І., Гаврилюк М. Р., Іваськевич Л. М. Застосування комп'ютерного програмного комплексу для візуалізації шорсткості поверхні деталей в

транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: XI-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2023 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 179–184. ISBN 978-966-641-929-6.

217. Колесніков В. Деякі підходи щодо врахування впливу неметалевих включень та карбідів на робочі та експлуатаційні властивості енергетичного обладнання. 16–й Міжнародний симпозіум інженерів-механіків у Львові, 18–19 трав. 2023 р.: тези доповідей. Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2023. С. 63–64.
218. Колесніков Валерій. Деякі підходи для розробки навчальної дисципліни «Триботехніка». Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 69-72. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
219. Колесніков Валерій. Передумови для розробки курсу з дисципліни «Креативні індустрії». Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 72-75. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
220. Балицький Олександр, Абрамек Кароль Франчішек, Колесніков Валерій, Іваськевич Любомир. Комп'ютерне моделювання репрезентативних об'ємів (2RVE) Ni-Co СУПЕРСПЛАВІВ. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 368-370. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
221. Балицький Олександр, Балицька Валентина, Колесніков Валерій, Еліаш Яцек. Застосування комплексного підходу для оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні та транспортних галузях для підвищення безпеки життєдіяльності. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-

- практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 371-373. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
222. Балицький Олександр, Колесніков Валерій, Хмель Ярослав, Гаврилюк Марія, Балицький Олексій. Аналіз та ідентифікація продуктів різання та зношування за допомогою застосування комп'ютерних програмних комплексів. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 374-376. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
223. Бикадорова Наталія, Калембет Максим, Слободенюк Станіслав. Деякі причини виходу з ладу двигуна Volkswagen Passat. Стислий приклад ремонтних робіт. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 377-380. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
224. Верещун Андрій, Ануфрієв Владислав, Колесніков Валерій. Деякі переваги та недоліки гібридних автомобілів. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 388-390. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
225. Колесніков Валерій. Значення зеленого водню для енергетичної та транспортних галузей. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 407-408. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
226. Колесніков Валерій, Балицький Олександр, Гаврилюк Марія, Іваськевич Любомир. Застосування комп'ютерного програмного комплексу Gwyddion для аналізу мікрорельєфу

- поверхонь. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 409-411. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
227. Колесніков Валерій, Балицький Олександр, Іваськевич Любомир, Гаврилюк Марія, Ріпей Ігор. Металографічні дослідження роторних сталей, що зазнавали тривалої експлуатації. Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: III Міжн. науково-практичн. конф., 20-21 березня 2023 року: матеріали. Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 412-414. ISBN 978-617-8016-78-4. <https://doi.org/10.12958/978-617-8016-78-4-2023>.
228. Валерій Олександрович Колесніков. Узагальнення даних стосовно відносної оброблюваності сталей та деяких сплавів з урахуванням впливу їх металевої матриці. Збірник тез доповідей III-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023». 01.06.2023 – 03.06.2023: Збірник тез [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ. – 2023. – С.238-239. ISBN 978-966-641-935-7. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/schedConf/presentations>
229. Віктор Васильович Бурдун, Валерій Олександрович Колесніков, Наталія Олексіївна Бикадорова. Перспективи та необхідність застосування сучасних комп'ютерних програмних комплексів в навчальному процесі для підготовки фахівців в транспортній галузі. Збірник тез доповідей III-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023». 01.06.2023 – 03.06.2023: Збірник тез [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ. – 2023. – С.442-443. ISBN 978-966-641-935-7. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/schedConf/presentations>.
230. Ануфрієв Владислав, Верещун Андрій (Колесніков Валерій Олександрович – наук. кер.). Стислий опис деяких технологічних впроваджень для гібридних та водневих

- автомобілів. Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2023). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2023. С. 48 – 55.
231. Тішаков Сергій, Ануфрієв Владислав. (Колесніков Валерій Олександрович – наук. кер.). Деякі відомості щодо зношування та заміни поршневих кілець і вкладишів на двигуні автомобіля DAEWOO LANOS Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2023). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2023. С. 98 – 106.
232. Чмихало Євген, Сидоренко Ростислав (Колесніков Валерій Олександрович – наук. кер.). Деякі відомості щодо профілактичних робіт для редуктора із заміною втулки, підшипника та сальника хвостовика в автомобілі ВАЗ 2104. Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2023). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2023. С. 113 – 120.
233. Гібридні та електричні транспортні засоби. Підрозділ: «Водневий транспорт та водневі технології»: конспект лекцій з дисципліни «Гібридні та електричні транспортні засоби», для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 015.38 «Професійна освіта» освітньої-професійної програми «Транспорт»/ В. О. Колесніков ; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Полтава: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. 118 с.
234. Колесніков Валерій, Балицький Олександр, Гаврилюк Марія, Іваськевич Любомир. Корозійні властивості роторної сталі у різних змащувально-охолоджувальних рідинах. Міжнар. конф. з хімії, хімічної технології та екології, присвяченій 125-річчю КПП ім. Ігоря Сікорського. Збірка тез доповідей 26-29 вересня 2023 р. Київ. 2023. С. 283-285.
235. О.І. Балицький, В.О. Колесніков, М.Р. Гаврилюк, Л.М. Іваськевич, В.О. Балицька. Фрактографічні дослідження

- частинок зношування високоазотних хромомарганцевих сталей як індикаторів руйнування в транспортній та енергомашинобудівних галузях. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 53-54. ISBN 978-966-641-950-0.
236. Н.О. Бикадорова, В.О. Колесніков, В.В. Бурдун, В.О. Балицька. Застосування комп'ютерного моделювання як метод підвищення безпеки на транспорті. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 60-62. ISBN 978-966-641-950-0.
237. В.В. Бурдун, Л.О. Васецька, О.О. Ревякіна, А.Ю. Рожкова. Комплексний підхід щодо викладання дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 91-93. ISBN 978-966-641-950-0.
238. В.В. Бурдун, В.О. Колесніков, Н.О. Бикадорова. Сучасні виклики при викладанні дисциплін в транспортній галузі. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 94-95. ISBN 978-966-641-950-0.
239. В.О. Колесніков. Впровадження водневих технологій на транспорті та суміжних галузях. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 179-181. ISBN 978-966-641-950-0.
240. Д.С. Криушичев, В.О. Колесніков. Деякі проблеми при викладанні спецкурсу «Триботехніка» для здобувачів професійно-технічної освіти. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 192-193. ISBN 978-966-641-950-0.

241. А.В. Павліченко, В.О. Колесніков. Деякі особливості та проблеми при викладанні спецкурсу «Основи матеріалознавства» під час підготовки слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 258-259. ISBN 978-966-641-950-0.
242. А.Ю. Рожкова, В.В. Бурдун, О.О. Ревякіна, Н.О. Бикадорова, Л.О. Васецька. Застосування комп'ютерного забезпечення та моделювання для автономних транспортних засобів. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 306-307. ISBN 978-966-641-950-0.
243. Р.С. Сидоренко, В.А. Ануфрієв, В.О. Колесніков. Нові технології в галузі автомобільного водневого транспорту. XVI Міжнар. наук-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 317-319. ISBN 978-966-641-950-0.
244. В.С. Славгородський, В.О. Колесніков Розробка методичного забезпечення дисципліни «Електротехніка з основами промислової електроніки» при підготовці слюсаря з ремонту колісних транспортних засобів. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Матеріали 23-25 жовтня 2023 року, Вінниця. 2023. С. 323-324. ISBN 978-966-641-950-0.
245. Конспект лекцій з дисципліни «Триботехніка. Частина 1», для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 015.38 «Професійна освіта» освітньої-професійної програми «Транспорт» / В. О. Колесніков ; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Полтава : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. 132 с.
246. Balitskii, A.I.; Syrotyuk, A.M.; Havrilyuk, M.R.; Balitska, V.O.; Kolesnikov, V.O.; Ivaskevych, L.M. Hydrogen Cooling of Turbo Aggregates and the Problem of Rotor Shafts Materials

- Degradation Evaluation. *Energies* 2023, 16, 7851. <https://doi.org/10.3390/en16237851>.
247. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.
248. М.Ф.Дмитриченко, Р.Г.Мнацаканов, О.О.Мікосянчик Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник. – К.: Інформавтодр, 2006. – 216 с.
249. Максименко О.П. Основи трибології: Навч. посібник / О.П. Максименко, О.Є. Лейко. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2005. – 192 с.
250. Чернець М.В. Дослідження механізмів та триботехнічних систем / М.В. Чернець, Ю.Ю. Скварок, М. Опеляк, Б.І. Кіндрацький. – Під заг. ред. М.В. Чернеця. – Дрогобич: Коло, 2003. – 440 с.
251. Кондрачук, М.В. Трибологія: навч. посіб. / М.В. Кондрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во «НАУ-друк», 2009. – 232 с.
252. Ремонт автомобілів: навчальний посібник / Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградськ арайонна друкарня, 2007. - 720 с.
253. Вплив тертя на концентрацію напружень та міцність деталей машин : [монографія] / Римар О. М. - Л. : СПОЛОМ, 2013. - 378 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 356-378. - 300 прим. - ISBN 978-966-665-835-0.
254. Дискретне зміцнення та зносостійкість циліндричних трибосистем ковзання : [монографія] / Диха О. В. [та ін.]. - Хмельницький : ХНУ, 2016. - 197 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 173-194. - 300 прим. - ISBN 978-966-330-260-7.
255. Косенко В.А., Кушевська Н.Ф., Добровольський О.Г., Малишев В.В. Сучасні аспекти трибології у транспортних засобах. – К.: Університет «Україна», 2016. – 356 с. – ISBN 978-966-388-546-9.
256. Основи трибології / А.М. Антипенко, О.М. Белас, В.А. Войтов, О.С. Вотченко – Харків : ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
257. Основи трибології та хімотології : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Є.С. Венцель, Є.М. Лисіков, А.В.

- Євтушенко; [Укр. держ. акад. залізн. трансп.]. - Х. : УкрДАЗТ, 2007. - 241 с. - ISBN 978-966-7593-76-6.
258. Поверхнєве руйнування та зміцнення матеріалів / М. Пашечко [та ін.] ; Національний ун-т "Львівська політехніка", Дрогобицький держ. педагогічний ун-т ім. І. Франка, Люблінський політехнічний ін-т. - Л. : Євросвіт, 2005. - 384 с.: рис. - Бібліогр.: в кінці розділів. - ISBN 966-7343-91-X.
259. Neale, Michael J. (1995). The Tribology Handbook (2nd ed.). Elsevier. ISBN 9780750611985.
260. Трибологія знакозмінного тертя / В. Д. Евдокимов ; Одес. нац. мор. ун-т. — Одеса : Інтерпринт, 2011. — 431 с. : ил., табл., портр. ; 21 см. — Библиогр.: с. 420—429 (132 назв.). — 200 экз. — ISBN 978-966-2139-24-2.
261. Теоретична експериментальна трибологія. О 12 т. Т III. Розвиток методів контактної трибомеханіки: монографія / О. Г. Кузьменко. - Хмельницький : ХНУ, 2010. - 270 с. - ISBN 978-966-330-087-0.
262. Прикладна теорія методів випробувань на знос / О. Г. Кузьменко. - Хмельницький: ХНУ, 2007. - 580 с. - (Теоретична та експериментальна трибологія; Т. 6). - 300 екз. - Бібліогр.: с. 537-552. - ISBN 966-330-041-8.
263. Поверхнєва міцність матеріалів під час тертя. Довідник-ник / За ред. Б. І. Костецького. - Київ: Техніка, 1976. - 291 с.
264. Фізика та механіка трибодизайну матеріалів : навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв; Сум. держ. ун-т.— Суми : СумДУ, 2008.— 203 с.
265. Трібофізика : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / В. І. Дворук, В. А. Войтов. - Харків : [б.в.], 2014. - 373 с. : схеми, табл.
266. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / Попов С.М., Антонюк Д.А., Нетребко В.В. - Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ "Мотор Січ", 2010. - 368 с. - ISBN 966-2906-18-5.
267. Трибологія: підруч. для студ. вищ. техн. навч. закл. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. - К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту "НАУ-друк", 2009. - 391 с. :

- рис., табл. - (Сучасний університетський підручник). -
Бібліогр.: с. 385. - 500 прим. - ISBN 978-966-598-609-6.
268. Термінологічний словник-довідник з трибології (український, російський, англійський): навчальний посібник / Богуслаєв В. О., Іщенко Л. Й., Кубіч В. І., Фролов М. В. ; за заг. ред. Л. Й. Іщенко – Запоріжжя : ПАТ «Мотор Січ», 2018. – 218 с.
269. Термінологічний словник-довідник з трибології, надійності та нанотехнологій / М-во освіти та науки України, Запоріж. нац. техн. ун-т ; Л. Й. Іщенко, В. Ю Черкун, В. І. Кубіч, В. В. Черкун ; за заг. ред. Л. Й. Іщенко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 116 с.
270. Bowden, Frank Philip; Tabor, David (2001). *The Friction and Lubrication of Solids*. Oxford Classic Texts in the Physical Sciences. ISBN 9780198507772.
271. Dowson, Duncan (1997). *History of Tribology* (Second ed.). Professional Engineering Publishing. ISBN 1-86058-070-X.
272. Corrosion resistance and protective properties of chromium coatings electrodeposited from an electrolyte based on deep eutectic solvent / V.S. Protsenko, L.S. Bobrova, S.A. Korniy, A.A. Kityk, F.I. Danilov // *Functional Materials*. — 2018. — Т. 25, № 3. — С. 539-545.
273. S.A. Halaichak, V.A. Vynar, M.S. Khoma, R.S. Mardarevych, V.R. Ivashkiv, S.A. Korniy, Increasing corrosion resistance of Ni-Mo composite electrodeposited coatings: Doping with boron, *Materials Letters*, Volume 353, 2023, 135268, ISSN 0167-577X, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2023.135268>.
274. Korniy, S., Zin, I., Halaichak, S. et al. Physico-chemical properties of anti-corrosion pigment based on nanoporous zeolite and zinc monophosphate. *Appl Nanosci* 13, 4685–4692 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13204-022-02592-6>.
275. V.S. Protsenko, L.S. Bobrova, T.E. Butyrina, A.S. Baskevich, S.A. Korniy, F.I. Danilov, Electrodeposited Ni–Mo coatings as electrocatalytic materials for green hydrogen production, *Heliyon*, Volume 9, Issue 4, 2023, e15230, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15230>.
276. V. S. Protsenko, D. A. Bogdanov, S. A. Korniy, A. A. Kityk, A. S. Baskevich, F. I. Danilov Application of a deep eutectic

- solvent to prepare nanocrystalline Ni and Ni/TiO₂ coatings as electrocatalysts for the hydrogen evolution reaction // *Int. J. Hydrogen Energy*. – 2019. – Vol. 44. – P. 24604–24616.
277. S. Korniy, I. Zin, S. Halaichak, B. Datsko, O. Khlopyk, M.-O. Danyliak, M. Holovchuk. Physico-chemical properties of anti-corrosion pigment based on nanoporous zeolite and zinc monophosphate // *Applied Nanoscience*. – 2022.
278. S. Korniy, I. Zin, O. Khlopyk, M. Holovchuk, M. –O. Danyliak, B. Datsko, P. Lyutyi. Aluminium alloy corrosion inhibition by a two-stage modified nanoporous zeolite // *Corrosion Engineering, Science and Technology*. – 2022.
- I. Zin, S. Korniy, M.-O. Danyliak, O. Khlopyk, M. Holovchuk. Anti-corrosion protection of aluminium alloy by zeolite doped with zinc, calcium and manganese cations // *Int. J. Corros. Scale Inhib.* – 2021. – Vol. 10, №4. – P. 1715 – 1728.
279. Korniy S.A., Zin I.M., Tymus M.B., Khlopyk O.P. Corrosion protection of carbon steel with a composition based on natural polysaccharide. *Physico-Chemical Mechanics of Materials*. – 2020. – Vol. 56, No. 5. - P. 23–28.
280. S. Halaichak, M.-O. Danyliak, I. Zin, O. Khlopyk, M. Holovchuk, B. Datsko, Ya. Zin, S. Korniy Influence of modification of zeolite by cations of divalent metals on sorption and corrosion properties // *Proc. Shevchenko Sci. Soc.* – 2021. – Vol. LXVI. – P. 80–89.
281. Modification of Synthetic Zeolite with Metal Cations to Increase its Anticorrosion Efficiency. S. Korniy, I. Zin, O. Khlopyk et al. // *Material Science*. – 2021. – Vol. 57.1. – P. 110–118.
282. Zin M., Korniy S. A., Kytsya A. R., Kwiatkowski L., Lyutyi P. Y., Zin Y. I. Aluminium alloy corrosion inhibition by pigments based on ion exchanged zeolite // *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. – 2021. – Vol. 10. 2. – 541–550.
283. M.-O.M. Danyliak, I.M. Zin, S.A. Korniy. Corrosion inhibition of low-alloy carbon steel by gum Arabic and zinc acetate in neutral chloride-containing environment // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry (IF 6.1)* Pub Date: 2023-08-24, DOI:10.1016/j.jiec.2023.08.039.

284. Protsenko VS, Bogdanov DA, Korniy SA, Kityk AA, Baskevich AS, Danilov FI. Application of a deep eutectic solvent to prepare nanocrystalline Ni and Ni/TiO₂ coatings as electrocatalysts for the hydrogen evolution reaction. *Int J Hydrogen Energy*. 2019; 44: 24604-24616. doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.07.188.
285. Danilov FI, Bogdanov DA, Smyrnova OV, Korniy SA, Protsenko VS. Electrodeposition of Ni–Fe alloy from a choline chloride containing ionic liquid. *J Solid State Electrochem*. 2022; 26: 939-957. doi: 10.1007/s10008-022-05137-7.
286. Danilov FI, Bobrova LS, Pavlenko LM, Korniy SA, Protsenko VS. Electrocatalytic activity of nickel-based coatings deposited in DES-assisted plating baths containing cerium (III) ions. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2022; (6): 29-38. doi: 10.32434/0321-4095-2022-145-6-29-38.
287. Pokhmurskii V. I., Balitskii A. I. Hydrogen Influence Upon Cracking Resistance and Fracture Character of Austenitic Non-Magnetic Steel. // «Fourth International conference on Hydrogen Effects on Material Behaviour» (Abstracts), Jackson Lake Lodge Moran, Wyoming September 12th-16th, 1989, p.73-74.
288. Pokhmurskii V. I. and Balitskii A. I. Hydrogen Influence upon Cracking Resistance and Fracture Character of Austenitic Non-Magnetic Steel // «Hydrogen Effects on Material Behavior» - Warrendale, Pa (USA): The Mineral, Metals, Materials Soc., 1990.- P.985-990.
289. Balitskii A.I., Ivaskevich L.M., Balitska V.O., Pudło T. Hydrogen infrastructure fire and explosion safety management due to current european union directives. *Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. 12-13 жовт. 2022 р. Львів: ЛІДУ БЖД, 2022. С. 455–459.*
<https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/11068>.
290. Balitski A., Krohmalny O., Ripey I. Hydrogen cooling of turbogenerators and the problem of rotor retaining ring materials degradation// *International journal of hydrogen energy*. 2000. v.25. №2. P.167-171.

291. Balyts'kyi O. I. Effect of hydrogen on structural strength of high - nitro-gen chromium-manganese steels // Materials Science. 2000. № 4. P.541-545. www.wkap.nl/journalhome.htm/1068-820x . (дата звернення: 12.09.2023).
292. Balitskii A. I., Vitvitskii V. I. Determination of stainless steels mechani-cal properties in high-pressure hydrogen // Abstracts of 7th International Conference on «Hydrogen Effect of Material Behaviour», Jackson Lake Lodge, WY, Sept. 7-10, 2008, p.18-19.
293. Balitskii A. I., Panasyuk V. V. Workability Assessment of Structural Steels of Power Plant Units in Hydrogen Environments: Strength of Materials (Springer+Business Media Inc.). 2009, vol. 41, № 1. P. 52-57.
294. Balyts'kyi O. I., Kostyuk I. F. Strength of welded joints of Cr-Mn steels with elevated content of nitrogen in hydrogen-containing media // Materials Science (Springer). 2009, № 1, p. 97-107.
295. Balyts'kyi O. I., Ivaskevich L. M., Mochylskii V. M., Golijan O. M. Influence of hydrogen on the crack resistance of 10 Kh15N27T3B2MP steel // Materials Science (Springer). 2009, № 2. P.258-267.
296. Balitskii A. I., Vitvitskii V. I. Determination of stainless steels mechani-cal properties in high-pressure hydrogen // Effects of Hydrogen on Ma-terials. Edited by Brian Somerday, Petros Sofronis, Russell Jones. Pub-lished by ASM International.-Materials Park, Ohio. Printed in the USA. 2009. p.421-428. www.asminternational.org.
297. Balitskii O. I. Effercts of hydrogen on materials // Materials Science (Springer). 2009, № 5, p. 131-132.
298. Balyts'kyi O. I., Vytvyts'kyi V. I., Ivaskevich L. M., Mochylskii V. M., Hrebenyuk S.O. High-temperature hydrogen resistance of stainless steels // Materials Science (Springer). 2010, № 2. P.221-233.
299. Балицький О. І. Витвицький В. І., Іваськевич Л. М., Бережницька М. П., Гребенюк С. О., Мочульський В. М. Спосіб визначення водневої деградації сталей у газовому середовищі водню. Патент на корисну модель № 50656

України, МПК G01N 3/08. Заявка № у 2009 10305; Заявлено 12.10.2009. Опубліковано 25.06.2010. Бюл.№ 12.

300. Balitskii A., Vytvytskyi V., Ivaskevich L., Elias J. The high- and low-cycle fatigue behaviour of Ni-contain steels and Ni-alloys in high pres-sure hydrogen / International Journal of Fatigue. 2012 vol. 39. P. 32–37. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142112311001411>.
301. Ivas'kevych L. M., Balyts'kyi O. I., Mochul's'kyi V. M. Influence of hydrogen on the static crack resistance of refractory steels. Materials Science, Vol. 48, № 3, p. 345-353.
302. Балицький О. І., Іваськевич Л. М., Мочульський В. М. Довготривала статична тріщиностійкість сталей та сплавів у газоподібному водні // Тез. доп. Міжнародної науково-технічної конференції «Конструкційна міцність матеріалів та ресурс обладнання АЕС». К.: Ін-т проблем міцності ім. Г.С.Писаренка, с. 29-30. Balitskii O. I., Ivaskevich L. M., Mochul's'kyi V. M. The long time crack static growth resistanse of steels and alloy in gaseous hydrogen // Structural Integty and lifetime of of NPP equipment. Kyiv, 2012. P. 29-30.
303. Балицький О. Вплив водню за високих температур та тисків на властивості нікелевих сталей і сплавів // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій. Львів: Фізико-механічний інститут ім.Г. В.Карпенка НАН України, 2014. С. 593–598. Balitskii A. Hing Temperature and High Pressure Hydrogen Influence on the Properties of Nickel Steels and Alloys // Fracture mechanics of materials and structural integrity. Editor V.V. Panasyuk. Lviv-2014. P. 593-598.
304. Balitskii A. I. Hydrogen influence on high nitrogen steels mechanical properties for nuclear power plants 4-pole generators // Proceedings of the 12th International Conference on High Nitrogen Steels, HNS-2014, 16 - 19 September 2014, Hamburg, Germany. Edited by. Hamburg, Germany. 2014. p.102-105.
305. Balitskii A., Semerak M., Balitska V., Subota A., Wus O. Hydrogen Degradation of The Pressure Gas Tanks Materials After Long-Term Service // Solid State Phenomena. 2015. Vol. 225. P. 39-44.

306. Мицик Б. Г., Іваницький Я. Л., Балицький О. І., Кость Я. П. Вплив водню на пружний гістерезис та залишкову деформацію сталі 20 за дії малих механічних напружень // XVI Міжнародна науково-техн. конф. «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта», 22-25 червня 2015 р. Одеса, 2015. С. 48-49. Proc. of the XVI International Scientific and Technical Conference «The Progressive Technics, Tech-nology and Engineering Education». Odesa, Ukraine. June 22 –25th 2015. P. 48-49.
307. Balyts'kyi O. I., Mochylski V. M., Ivaskievich L. M. Evaluation of the influence of hydrogen on mechanical characteristics of complexly al-loyed nickel alloys // Materials Science. 2016. V. 51, № 4. P. 538–547. DOI 10.1007/s11003-016-9873-9.
308. Balyts'kyi O. I., Abramek K. F., Shtoeck T., Osipowicz T. Evaluation of hydrogen containing gasses losses during wear of piston engine // Materials Science. 2017. Vol.53, № 2. P. 156 - 159.
309. Balitskii A. Fatigue crack resistance of modern materials for turbogenerators & gas turbine in high pressure and high temperature hydrogen // Proceedings of the 14th International Conference on Fracture (ICF-14), June 18–23, 2017: Rhodes (Greece). Paper N 15.
310. Kawiak M., Balitskii A. Hydrogen embrittlement of welded joints of tram rails in aggressive environments // Proceedings of the 14th International Conference on Fracture (ICF-14), June 18–23, 2017: Rhodes (Greece). Paper № 38.
311. Balitskii A. Materials resistant to extreme temperature and pressure for future hydrogen and steam turbines, modern 2- and 4-pole npp turbo-generators // European Commission funded International Workshop «Materials resistant to extreme conditions for future energy systems» June 12-14, 2017, Kyiv, Ukraine, p.21. <http://dx.doi.org/10.2760/568471>.
312. Balitskii A., Eliasz J., Balitska V. Low and high cycle fatigue of heat resistant steels and nickel based alloys in hydrogen for gas, steam tur-bines and generators applications// Programm and Abstracts of the 12th International Fatigue Congress 27 May- 1 June 2018, Poitiers Futuro-scope, France. Editor A.F. Blom. EMAS. 2018. P.6.

313. Balitskii A., Elias J., Balitska V. Low and high cycle fatigue of heat resistant steels and nickel based alloys in hydrogen for gas, steam turbines and generators applications // MATEC Web of Conferences 165, 05002 (2018) https://www.matec-confer-ences.org/articles/mateconf/pdf/2018/24/mateconf_fatigue2018_05002.pdf.
314. Balitskii A. I., Kvasnitska Y. H., Ivaskevich L. M., Mialnitsa H. P.. Hydrogen and corrosion resistance of Ni-Co superalloys for gas turbine engines blades // Archives of Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 91, Issue 1, P. 5-14. DOI: 10.5604/01.3001.0012.1380.
315. Балицький О. І., Іваськевич Л. М. Оцінювання водневого окрихчення високолегованих хромонікелевих сталей та сплавів у водні за високих тисків і температур. Проблеми міцності, 2018, №6 (456), С.151-157.
316. Lewis R., Dwyer-Joyce R.S. Wear of diesel engine inlet valves and seat inserts. Proc IMechE, Part D: J Automobile Engineering 2002; 216: 205–216.
317. Mascarenhas L.B., Gomes J.D., Beal V.E., et al. Design and operation of a high temperature wear test apparatus for automotive valve materials. Wear 2015; 342–343: 129–137.
318. Simon C Tung, Michael L McMillan, Automotive tribology overview of current advances and challenges for the future, Tribology International, Volume 37, Issue 7, 2004, Pages 517-536, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2004.01.013>.
319. Maitham Mohammed Al-Asadi, Hamza A. Al-Tameemi, A review of tribological properties and deposition methods for selected hard protective coatings, Tribology International, Volume 176, 2022, 107919, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107919>.
320. Forsberg P., Debord D., Jacobson S. Quantification of combustion valve sealing interface sliding – a novel experimental technique and simulations. Tri Int 2014; 69: 150–155.
321. Chun K.J., Kim J.H., Hong J.S. A study of exhaust valve and seat insert wear depending on cycle numbers. Wear 2007; 263: 1147–1157.

322. Zhang, L.; Bai, Y.; Wang, Z.; Hao, X.; Guo, W.; Mao, Y.; Chen, W.; Yin, H. Study on the Tribological Properties of Micro-Al₂O₃ Modified Carbon Fiber Hybrid-Reinforced Polymer. *Coatings* 2023, 13, 1227. <https://doi.org/10.3390/coatings13071227>.
323. Lu, F.; Lu, L.; Liu, J.; Pang, X.; Song, C. Tribological Properties and Wear Mechanism of C/C Composite Applied in Finger Seal. *Machines* 2023, 11, 176. <https://doi.org/10.3390/machines11020176>.
324. F.G. Echeverrigaray, S.R.S. de Mello, L.M. Leidens, C.D. Boeira, A.F. Michels, I. Braceras, C.A. Figueroa, Electrical contact resistance and tribological behaviors of self-lubricated dielectric coating under different conditions, *Tribology International*, Volume 143, 2020, 106086, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.106086>.
325. Muhammet Emre Turan, Fatih Aydin, Yavuz Sun, Huseyin Zengin, Yuksel Akinay, Wear resistance and tribological properties of GNPs and MWCNT reinforced AISi18CuNiMg alloys produced by stir casting, *Tribology International*, Volume 164, 2021, 107201, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107201>.
326. Xiang-dong Chang, Hai-bo Huang, Run-nan Jiao, Jin-peng Liu, Experimental investigation on the characteristics of tire wear particles under different non-vehicle operating parameters, *Tribology International*, Volume 150, 2020, 106354, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106354>.
327. Yucheng Liu, Lining Wang, Daxin Liu, Yunhai Ma, Yong Tian, Jin Tong, Palanichamy Senthamaraiannan, Sankaranarayanan Saravanakumar, Evaluation of wear resistance of corn stalk fiber reinforced brake friction materials prepared by wet granulation, *Wear*, Volumes 432–433, 2019, 102918, ISSN 0043-1648, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2019.05.033>.
328. M Priest, C.M Taylor, Automobile engine tribology — approaching the surface, *Wear*, Volume 241, Issue 2, 2000, Pages 193-203, ISSN 0043-1648, [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(00\)00375-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(00)00375-6).
329. C.M Taylor, Automobile engine tribology—design considerations for efficiency and durability, *Wear*, Volume 221,

- Issue 1, 1998, Pages 1-8, ISSN 0043-1648, [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(98\)00253-1](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(98)00253-1).
330. M. Woydt, Material efficiency through wear protection – The contribution of tribology for reducing CO₂ emissions, *Wear*, Volumes 488–489, 2022, 204134, ISSN 0043-1648, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.204134>.
331. Leonardo Israel Farfan-Cabrera, Tribology of electric vehicles: A review of critical components, current state and future improvement trends, *Tribology International*, Volume 138, 2019, Pages 473-486, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.06.029>.
332. Shuo Yuan, Naiming Lin, Weihua Wang, Hongxia Zhang, Zhiqi Liu, Yuan Yu, Qunfeng Zeng, Yucheng Wu, Correlation between surface textural parameter and tribological behaviour of four metal materials with laser surface texturing (LST), *Applied Surface Science*, Volume 583, 2022, 152410, ISSN 0169-4332, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.152410>.
333. Libin Zang, Yong Chen, Yimin Wu, Hongbo Liu, Lixin Ran, Yang Zheng, Maozhong Gao, Ferit Küçükay, Yiqi Liu, Tribological performance of Mn₃(PO₄)₂ coating and PC/MoS₂ coating in Rolling–Sliding and pure sliding contacts with gear oil, *Tribology International*, Volume 153, 2021, 106642, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106642>.
334. Marchenko D.D., Artyukh V.A., Matvyeyeva K.S. Analysis of the influence of surface plastic deformation on increasing the wear resistance of machine parts. *Problems of Tribology*. Khmel'nitsky, 2020. Vol 25. No 2/96 (2020). S. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2020-96-2-6-11>.
335. Lai F.Q., Qu S.G., Yin L.M., et al. Design and operation of a new multifunctional wear apparatus for engine valve train components. *Proc IMechE, Part J: J Engineering Tribology* 2018; 232: 259–276.
336. M. Priest, Optimisation of piston assembly tribology for automotive applications, Editor(s): D. Dowson, M. Priest, G. Dalmaz, A.A Lubrecht, *Tribology Series*, Elsevier, Volume 41, 2003, Pages 739-748, ISSN 0167-8922, ISBN 9780444512437, [https://doi.org/10.1016/S0167-8922\(03\)80187-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8922(03)80187-6).

337. Mukesh Kumar Dubey, Rameshwar Chaudhary, Ramu Emmandi, Sarita Seth, Rajendra Mahapatra, A.K. Harinarain, S.S.V. Ramakumar, Tribological evaluation of passenger car engine oil: Effect of friction modifiers, Results in Engineering, Volume 16, 2022, 100727, ISSN 2590-1230, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100727>.
338. Fatma Elwasli, Slah Mzali, Farhat Zenzemi, Ali Mkaddem, Salah Mezlini, Effects of initial surface topography and contact regimes on tribological behavior of AISI-52100/AA5083 materials' pair when reciprocating sliding, International Journal of Mechanical Sciences, Volume 137, 2018, Pages 271-283, ISSN 0020-7403, <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2018.01.028>.
339. H Dong, T Bell, Enhanced wear resistance of titanium surfaces by a new thermal oxidation treatment, Wear, Volume 238, Issue 2, 2000, Pages 131-137, ISSN 0043-1648, [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(99\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00359-2).
340. A.R. Savkoor, Paper VIII (iii) Tribology of Tyre Traction on Dry and Wet Roads, Editor(s): D. Dowson, C.M. Taylor, M. Godet, Tribology Series, Elsevier, Volume 18, 1991, Pages 213-228, ISSN 0167-8922, ISBN 9780444887962, [https://doi.org/10.1016/S0167-8922\(08\)70137-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8922(08)70137-8).
341. Jurandir Marcos Sá de Sousa, Francisco Ratusznei, Milton Pereira, Richard de Medeiros Castro, Elvys Isaías Mercado Curi, Abrasion resistance of Ni-Cr-B-Si coating deposited by laser cladding process, Tribology International, Volume 143, 2020, 106002, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.106002>.
342. R. Jojith, Manu Sam, N. Radhika, Recent advances in tribological behavior of functionally graded composites: A review, Engineering Science and Technology, an International Journal, Volume 25, 2022, 100999, ISSN 2215-0986, <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.05.003>.
343. Qipeng Huang, Chaohua Wu, Xiaoliang Shi, Yawen Xue, Kaipeng Zhang, Synergistic lubrication mechanisms of AISI 4140 steel in dual lubrication systems of multi-solid coating and oil lubrication,

344. Tribology International, Volume 169, 2022, 107484, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107484>.
345. José M. Liñeira del Río, Fátima Mariño, Enriqueta R. López, David E.P. Gonçalves, Jorge H.O. Seabra, Josefa Fernández, Tribological enhancement of potential electric vehicle lubricants using coated TiO₂ nanoparticles as additives, Journal of Molecular Liquids, Volume 371, 2023, 121097, ISSN 0167-7322, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.121097>.
346. Ashish Soni, Pankaj Kumar Das, Mohammad Yusuf, Syahrir Ridha, Tribological behavior of particulates reinforced sustainable composites: Effect of composition, load, and sliding speed, Sustainable Chemistry and Pharmacy, Volume 29, 2022, 100748, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100748>.
347. Mohamad Arman, Shubham Singhal, Pankaj Chopra, Mayukh Sarkar, A review on material and wear analysis of automotive Break Pad, Materials Today: Proceedings, Volume 5, Issue 14, Part 2, 2018, Pages 28305-28312, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.114>.
348. Sivaprakasam P, Tesfalem Hailu, Elias G, Experimental investigation on wear behavior of titanium alloy (Grade 23) by pin on disc tribometer, Results in Materials, Volume 19, 2023, 100422, ISSN 2590-048X, <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100422>.
349. R.K. Upadhyay, A. Kumar, A novel approach to minimize dry sliding friction and wear behavior of epoxy by infusing fullerene C70 and multiwalled carbon nanotubes, Tribology International, Volume 120, 2018, Pages 455-464, ISSN 0301-679X, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.01.028>.
350. Orgeldinger, C.; Seynstahl, A.; Rosnitschek, T.; Tremmel, S. Surface Properties and Tribological Behavior of Additively Manufactured Components: A Systematic Review. Lubricants 2023, 11, 257. <https://doi.org/10.3390/lubricants11060257>.
351. Dykha A.V., Marchenko D.D. Prediction the wear of sliding bearings. International Journal of Engineering and Technology (UAE). India: “Sciencepubco–logo” Science Publishing Corporation. Publisher of International Academic Journals.

2018. Vol. 7, No 2.23 (2018). pp. 4–8. DOI:<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11872>.
352. Marchenko D.D., Matvyeyeva K.S. Investigation of tool wear resistance when smoothing parts. Problems of Tribology. Khmel'nitsky, 2020. Vol 25. No 4/98 (2020). S. 40–44. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2020-98-4-40-44>.
353. Dykha A.V. Marchenko D.D., Artyukh V.A., Zubiekhina-Khaiiat O.V., Kurepin V.N. Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling. Eastern-European Journal of Enterprise
354. Technologies. Ukraine: PC «TECHNOLOGY CENTER». 2018. №2/1 (92) 2018. pp. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.
355. Афтанділянц Є. Г. Матеріалознавство: підручник / Є. Г. Афтанділянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. — Херсон: ОЛДІ-плюс; К.: Ліра-К, 2013. — 612 с. — ISBN 978-966-2393-67-5.
356. Від традиційних до нових матеріалів. Новітні матеріали і речовини XXI століття: навч. посіб. Ч. 5 / О. Т. Богорощ, С. О. Воронов, В. М. Крамар, О. Г. Шайко-Шайковський. — Чернівці: ЧНУ, 2018. — 216 с. — ISBN 966-423-442-6.
357. Електроматеріалознавство: Підручник для учнів професійно-технічних навчальних закладів / Л. В. Журавльова, В. М. Бондар. — К. : Грамота, 2006. — 319 с. — ISBN 966-8066-39-1.
358. Електроматеріалознавство: Підручник для учнів професійно-технічних навчальних закладів / Л. В. Журавльова, В. М. Бондар. — К. : Грамота, 2006. — 319 с. — ISBN 966-8066-39-1
359. Інженерне матеріалознавство: підручник для студентів ВНЗів / Олександр Миколайович Дубовий, Юлія Олексіївна Казимиренко, Наталія Юріївна Лебедева, Сергій Михайлович Самохін; В.о. Нац. ун-т кораблебудув. ім. адмірала Макарова.– Миколаїв: НУК, 2009.– 444 с.– 200 пр.– Бібліогр.: с. 442—443 . — ISBN 966-321-122-0
360. Конструкційне матеріалознавство: підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл. / В. М. Гарнець, В. М. Коваленко. — Київ:

Либідь, 2007. — 382, [1] с. — Бібліогр.: с. 380. — ISBN 978-966-06-0477-3



361. Львівська наукова школа з проблем механіки матеріалів і матеріалознавства: [монографія] / В. В. Панасюк ; НАН України, Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка, Укр. т-во з механіки руйнування матеріалів. — Львів: СПОЛОМ, 2015. — 522 с. : іл., табл. — Бібліогр. в кінці розділів. — ISBN 978-966-919-136-6
362. Матеріалознавство (для архітекторів та дизайнерів): підручник / К. К. Пушкарьова, М. О. Кочевих, О. А. Гончар, О. П. Бондаренко ; за ред. К. К. Пушкарьової ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України. — К. : Вид-во «Ліра -К», 2012. — 592 с. : іл. — Бібліогр.: с. 511—514 (58 назв). — ISBN 978-966-2609-06-6
363. Матеріалознавство для столярів: Підручник для учнів проф.-техн. навч. закл. / В. В. Бруква, Т. В. Пятничук. — К. : Техніка, 2006. — 295 с. : 8 арк. кольор. вкладка. — Бібліогр.: с. 291. — ISBN 966-575-183-2
364. Матеріалознавство і механіка матеріалів / НАН України. Наук. т-во ім. Т. Шевченка.— Львів: Наукове тов-во ім. Шевченка, 2001.— Т. VI .
365. Матеріалознавство: підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков; за ред. проф. С. С. Дяченко. — Харків: ХНАДУ, 2007. — 440 с. — ISBN 978-966-303-133-0
366. Матеріалознавство: підруч. для студентів ВНЗ / Т. М. Мещерякова, Р. А. Яцюк, О. А. Кузін, М. О. Кузін ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дрогобич: Коло, 2015. — 400 с. : іл. — Бібліогр.: с. 395—397 (40 назв). — ISBN 978-617-642-102-3
367. Матеріалознавство: російсько-українсько-англійський словник / Я. А. Криль, Г. В. Криль, О. Р. Флюнт, Т. М. Шинкар, В. А. Тимошенко. — Л.: Світ, 2010. — 302 с.
368. Матеріалознавство та електротехнічні матеріали: Навчальний посібник / Анатолій Дмитрович Городжа, Олександр Георгійович Добровольський, Василь Олександрович Лемешко, В'ячеслав Сергійович Ловейкін;

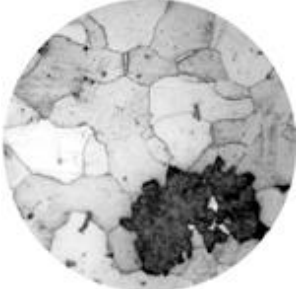
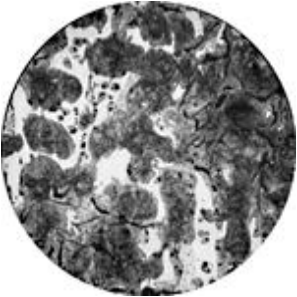
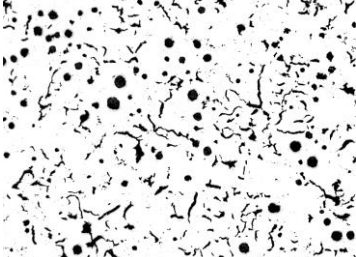
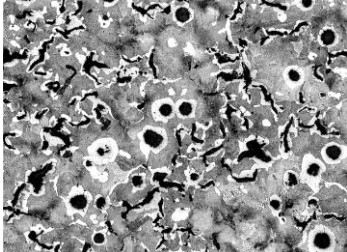
- В.о. Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. — К. : КНУБА, 2006. — 304 с. — 100 пр.— Бібліогр.: с. 266—267 . — ISBN 966-627-122-2
369. Основи фізичного матеріалознавства: навч. посіб. для студ. фіз. спец. вищ. навч. закл. / З. З. Зиман, А. Ф. Сіренко ; Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. — Харків: [б. и.], 2005. — 287, [1] с. — Бібліогр.: с. 287. — ISBN 9666232006
370. Пахолюк А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник / А. П. Пахолюк, О. А. Пахолюк. — Львів: Світ, 2005. — 172 с. — ISBN 966-603-387-9
371. Прикладне матеріалознавство: підручник / Володимир Іванович Большаков, Олена Юріївна Береза, Віктор Іванович Харченко; Під ред. Володимир Іванович Большаков. — 2-е вид.— Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2000.— 290 с. — 650 пр.— Бібліогр.: с. 280—282 . — ISBN 966-7616-01-0
372. Спеціальне матеріалознавство: Підручник для студентів ВНЗ / Тамара Антонівна Манько, Леонід Данилович Кучма, Світлана Іванівна Губенко, Євген Олексійович Джур, Володимир Гаврилович Сігало.— Дніпропетровськ: АРТ-Прес, 2004.— 216 с. — 1000 пр. — ISBN 966-7985-97-0
373. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: словник-довідник / Василь Попович, Віталій Попович. — Львів: Світ, 2010. — 302, [1] с. — Бібліогр.: с. 303. — ISBN 978-966-603-649-3
374. Швейне матеріалознавство: Підручник / Клавдія Романівна Лазур.— Львів: Світ, 2003. — 240 с. : іл.— (Професійно-технічна освіта України). — 5000 пр. — ISBN 966-603-231-7.
375. Сігова В.І. Методи локальної поверхневої обробки деталей машин: Навчальний посібник. Сігова В.І., Руденко П.В. — Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 218 с.
376. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навчальний посібник з вибіркової компоненти / Уклад. С.П. Гожій. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 104 с.

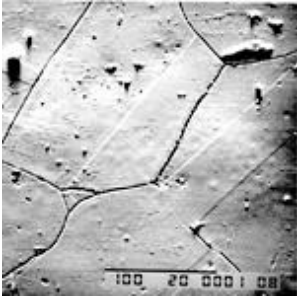
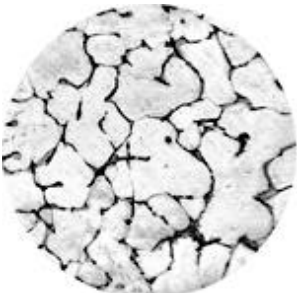
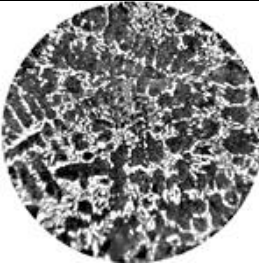

ДОДАТКИ



ДОДАТОК А

ФОТОГРАФІЇ МІКРОСТРУКТУР РІЗНИХ СПЛАВІВ

	<p>Сірий чавун на перлітовій металевій основі з фосфідною евтектикою. Темно-сірі включення (пластинчастого) графіту в перлітовій матриці (кольори тонких плівок на шліфі, що окислює, забарвлюють перліт). У верхній частині видно ділянки потрійної фосфідної евтектики, що закристалізувалися в останню чергу і розташовані на стиках зерен колишнього аустеніту.</p>
	<p>Високоміцний сірий чавун на феритно-перлітній металевій основі. Модифікація магнієм. Глобулярні включення графіту (чорний) оточені шаром фериту (світлий) в темній перлітовій матриці.</p>

	<p>Ковкий чавун на феритовій металевій основі. Включення графіту (темно-сірі) у феритній матриці.</p>
	<p>Половинчастий чавун. Темно-сірі включення крабовидного графіту в світло-сірій перлітовій матриці і строкатий ледебурит (затверділий в останню чергу) на стиках перлітових зерен. У деяких стиках перлітових зерен спостерігаються також світлі ділянки вторинного цементиту.</p>
	<p>Вермикулярний графіт, частково поєднаний з кулястим графітом із 50-кратним збільшенням</p>
	<p>Вермикулярний графіт з кулястим графітом в ферито-перлітній матриці (100:1)</p>

	<p>Растрова електронна мікроскопія. Контраст у відображених електронах. Аустеніт і незначна кількість карбідів Ti в нержавіючій сталі. Добре видно двійники - характерна ознака аустеніту. Апертура тут умовна величина.</p>
	<p>Дюралюміній (класичний). Зерна альфа-твердого розчину на основі алюмінію і виділення Al_2Cu (тета-фаза) по кордонах зерен (матриця). Видно також розташовані по кордонах зерен голчані включення S-фази ($CuMgAl_2$).</p>
	<p>Алюмінієва бронза, легована залізом і марганцем. Надлишкові кристали альфа-твердого розчину на основі міді та евтектоїд альфа+гамма в ролі матриці. (Гамма – проміжна фаза). Ливарний сплав.</p>
	<p>Алюмінієва бронза, легована залізом і марганцем. Надлишкові кристали альфа-твердого розчину на основі міді та евтектоїд альфа + гамма в ролі матриці. (Гамма - проміжна фаза). Ливарний сплав.</p>

	<p>Алюмінієва бронза, легована залізом і марганцем. Надлишкові кристали альфа-твердого розчину на основі міді і евтектоїд альфа + гамма в ролі матриці. (Гамма – проміжна фаза). Ливарний сплав.</p>
	<p>Берилієва бронза (для пружин вимірювальних приладів). Великі зерна твердого розчину на основі міді з великою кількістю двійників; Видно виділення бета-фази (проміжного типу), що випробували евтектоїдний розпад на альфа і гамма-фазу (остання – інтерметалід складу приблизно $CuBe$). Оптимальний стан (з межею дислокацій до 1200 МПа) досягається після гарту з 850 °С із здобуттям пересиченого альфа - розчину і подальшого старіння при 325 °С, при якому альфа – розчин випробовує спінодальний розпад з утворенням модульованої структури.</p>

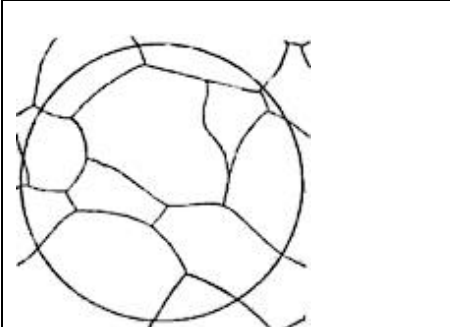
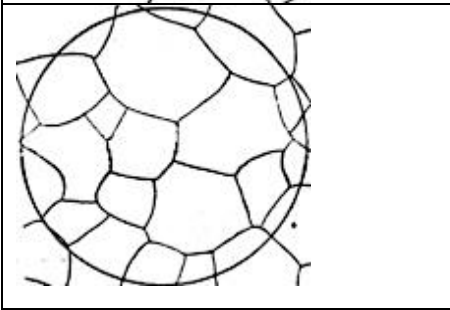
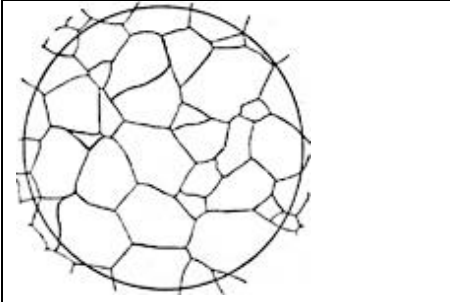


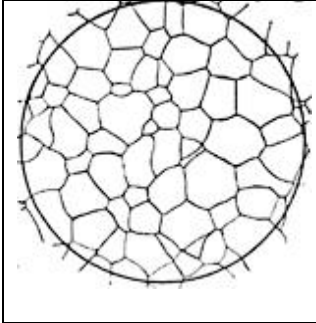
Ямки труїння, в монокристалі вольфраму. Ямки виникають в місцях виходу дислокацій на поверхню шліфа. Ланцюжки ямок «означають» кордони блоків (субзерен) з малим кутом разорієнтування.

ДОДАТОК Б

Приклад рівновісного зерна №1–4 згідно з шкалою розмірів
зерна (основна)

(згідно ГОСТ 5639-82)


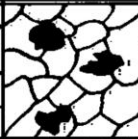
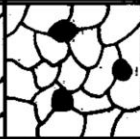









	Рівновісні зерна №1 при стандартному збільшенні (x100). Майдан круга (по ГОСТ 5639-82) рівний 0.5 кв. мм. Числові характеристики: Площа зерна - 0.0625 кв. мм. Число зерен - 16 на 1 кв. мм (8 в крузі) Діаметр - 0.25 мм
	Рівновісні зерна №2 при стандартному збільшенні (x100). Майдан круга (по ГОСТ 5639-82) рівний 0.5 кв. мм. Числові характеристики: Площа зерна - 0.0312 кв. мм. Число зерен - 32 на 1 кв. мм (16 в крузі) Діаметр - 0.177 мм.
	Рівновісні зерна №3 при стандартному збільшенні (x100). Майдан круга (по ГОСТ 5639-82) рівний 0.5 кв. мм. Числові характеристики: Площа зерна - 0.0156 кв.мм. Число зерен - 64 на 1 кв. мм (32 в крузі) Діаметр - 0.125 мм



Рівновісні зерна №4 при стандартному збільшенні (x100). Майдан круга (по ГОСТ 5639-82) рівний 0.5 кв. мм. Числові характеристики: Площа зерна - 0.00781 кв.мм. Число зерен - 128 на 1 кв. мм (64 в крузі) Діаметр - 0.088 мм.

ДОДАТОК В

Схеми мікроструктур чавуну залежно від металевої основи та форми графітових включень

Металева основа	Форма графітних включень			
	Пластинчаста	Хлопевидна	Куляста	Вермикулярна
Ферит				
Ферит+перліт				
Перліт				

ДОДАТОК Г

ДЕЯКІ ВІДОМОСТІ ЩОДО ПРИКЛАДНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ПРОФІЛАКТИЧНИХ РОБІТ ДЛЯ РЕДУКТОРА ІЗ ЗАМІНОЮ ВТУЛКИ, ПІДШИПНИКА ТА САЛЬНИКА ХВОСТОВИКА В АВТОМОБІЛІ ВАЗ 2104

Своєчасний ремонт автомобіля та регулярне технічне обслуговування є ключовими чинниками збереження його безпеки та ефективності. Ремонт та обслуговування допомагають виявляти та усувати потенційні проблеми до того, як вони переростуть у серйозні несправності, що можуть призвести до аварій або збільшення витрат на ремонт.

Своєчасний ремонт автомобіля дозволяє уникнути більш серйозних проблем в майбутньому. Наприклад, якщо у вашому автомобілі починають відчуватися деякі проблеми з гальмівною системою, їх можна усунути швидко та дешево, якщо вчасно звернутися до сервісного центру. Якщо ж необхідний ремонт буде відкладатися, то можливість серйозної аварії значно збільшиться.

Технічне обслуговування автомобіля також дуже важливе. Це регулярне обслуговування, яке проводять відповідно до рекомендацій виробника автомобіля. Це може включати заміну масла та фільтрів, перевірку системи охолодження, гальмівної системи, рульового управління, паливної системи та інших складових.

Зношення підшипників у легкових автомобілях може бути спричинене різними факторами. Ось деякі з найбільш поширених причин:

Недостатня мастильна рідина. Якщо мастильна рідина не змінюється вчасно або її рівень є недостатнім, це може призвести до зношення підшипників. Мастильна рідина забезпечує змащення підшипників, а недостатня кількість або якість мастильної рідини може спричинити зношення поверхонь підшипників та зниження їх ефективності.

Неправильний монтаж підшипників, який включає неправильне налаштування та затягування, може призвести до

зношення підшипників, особливо якщо налаштування не зроблено відповідно до вимог виробника.

Надмірне навантаження на автомобіль, або перевищення допустимого вантажу, може призвести до зношення підшипників. Надмірне навантаження впливає на всю систему підвіски, включаючи підшипники, та може призвести до раннього зношення та пошкодження.

Неякісні матеріали виготовлення підшипників, такі як поганий сплав або низькоякісна мастильна рідина, можуть призвести до швидкого зношення підшипників.

Вібрації, які виникають під час руху автомобіля, можуть викликати зношення підшипників. Вібрації можуть бути спричинені нерівностями дороги, неправильним балансуванням коліс або пошкодженням підвіскою.

Наведемо приклад профілактичних робіт для редуктора із заміною втулки, підшипника та сальника хвостовика в автомобілі ВАЗ 2104.

Рух із розбитими хрестовинами кардана на швидкостях не проходить без наслідків. Ведуча шестерня головної пари (вона хвостовик) обертається на двох підшипниках: передньому і задньому. Відстань між якими пружно фіксується «переднатягом», що створюється розпірною втулкою при затягуванні гайки хвостовика. Вібрація кардана передана на редуктор заднього моста поступово відкручує гайку хвостовика. У хвостовику з'являється радіальний люфт – особливо передньому підшипнику, т.к. при русі вперед хвостовик викручується зі зчленування головної пари та звільняється для люфта передній підшипник. Радіальний люфт б'є не зафіксовану втулку розпору і «масловідбивну» шайбу вигризаючи уламки металів (продукти зношування), які потрапляють в конічний підшипник. Після нарізування «узорів» осколками на роликах і обоймі підшипника починається шум, який триває навіть після затягування хвостовика гайки або заміни розпірної втулки.

Тому в цьому випадку, краще треба робити ремонт редуктора заднього моста, з повним розбиранням, дефектуванням та складанням.

На початковому етапі треба було розрахувати відстань між хвостовиком та обоймою переднього підшипника, яка склала

рівно 13 мм. У цю відстань необхідно було підібрати знімач, лапку-фіксатор яка зможе протиснутися для виконання необхідної технологічної операції. Знімач був зовнішнім, але лапки вдалося перевернути на внутрішнє знімання. З цим інструментом і розпочали роботу.

Спочатку розчепили фланці, потім скрутили гайку, вийняли підшипник, втулку та шайбу (рис. 1а). Далі – треба було витягти зовнішню обойму переднього підшипника хвостовика (рис. 1б).



а



б

Рис. 1. Автомобільні деталі, що підлягали ремонтним роботам: втулка, підшипник, шайба (а); хвостовик (б).

Протягом тривалого часу відбувалось знімання зовнішньої обойми підшипника (рис. 2а). Далі за допомогою механіки «зйомника» витягалась зовнішня обойма.



Рис. 2. Знімання зовнішньої обойми підшипника (а); Редуктор без підшипника (б).

Для заміни було обрано підшипник ЕРК – 6-7705АЕШЗ (рис. 3а). За допомогою обойми з м'якого металу та молотка було запресована нова зовнішня обойма підшипника. Далі треба було замінити зношений підшипник (рис. 3б).

Зношення автомобільного підшипника в редукторі заднього моста може мати кілька причин. Однією з них є неправильна експлуатація автомобіля, така як перевищення допустимої ваги, різка зміна швидкості або неправильне використання автомобіля під час важкої роботи або на нерівних дорогах.

Іншою можливою причиною є недостатня мастильна рідина або її забруднення. Якщо рівень мастильної рідини в редукторі заднього моста недостатній, то це може призвести до зношення підшипника. Також забруднена мастильна рідина може призвести до швидкого зношення підшипника.



Рис. 3. Підшипник 6-7705АЕШЗ. (а); Знятий підшипник (б)

На роликах підшипників та обоймах зафіксовані подряпини (рис. 4, 5).

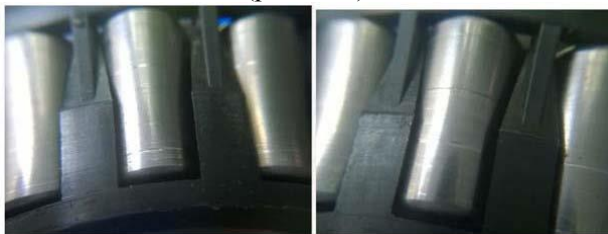
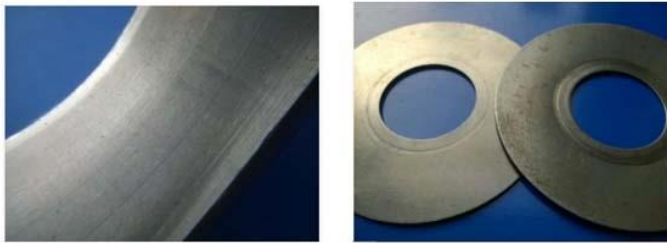


Рис. 4. Подряпини на роликах (а); Знятий підшипник (б)



а

б

Рис. 5. Обойма (а); Зліва після нормального зносу, праворуч після вібрації (б).

На рис. 6 наведено розпірні втулки. Довжина розпірної втулки в процесі вібрації зменшилася на 0,6 мм. При нормальному зносі довжина – 47,6 мм. Після вібрацій зносилась до 47 мм.



а

б

Рис. 6. Зліва – після вібрації, праворуч – нормальний знос (а); Розпірна втулка під час вимірювання (б)

Далі відбувалась заміна розпірної втулки (рис. 7). Сальник хвостовика був закріплений за допомогою герметика. Після заміни обойми підшипника у зворотній послідовності було встановлено нові втулки.



а



б

Рис. 7. Втулка, підшипник (а), шайба та встановлений сальник на герметику (на фото його закриває шайба) (б)

Передостанньою технологічною операцією є запресовування розпірної втулки, яку вставляли зі значним зусиллям (рис.8а). І нарешті сама остання технологічна операція це затягування гайки хвостовика (рис. 8б).



а



б

Рис. 8. Майже відремontований вузол автомобіля (втулка, підшипник, шайба та сальник на герметик) (а). Затягування гайки хвостовика (б)

Зношення підшипника може проявлятися в звичайному шумі від заднього моста. Цей шум може стати гучнішим з часом і

може супроводжуватися тріскотінням або скрежетом. Крім того, зношений підшипник може призвести до появи відчуття вібрації в автомобілі або до появи шуму під час руху.

Якщо ви помітили ознаки зношення підшипника в редукторі заднього моста на вашому автомобілі, рекомендується звернутися до спеціаліста для проведення діагностики та ремонту. В залежності від ступеню зношення, підшипник може потребувати заміни. Рекомендується також перевірити рівень та якість мастильної рідини та замінити її, якщо вона забруднена або недостатня.

Ось декілька порад щодо заміни підшипників в автомобілі:

Перш за все, перевірте рекомендації виробника щодо заміни підшипників. Вони можуть включати рекомендації щодо мастильних рідин, якість підшипників, порядок встановлення та затягування.

Використовуйте тільки якісні запчастини, особливо підшипники. Якісний підшипник буде довговічним та ефективним, тоді як поганий підшипник може швидко зноситися та призводити до проблем.

Перевірте мастильну рідину та використовуйте рекомендовану виробником мастильну рідину для вашого автомобіля. Підберіть мастильну рідину, яка відповідає вимогам для вашої підвіски та кліматичних умов, в яких ви експлуатуєте автомобіль.

Правильно встановіть підшипники та налаштуйте їх відповідно до рекомендацій виробника. Неправильний монтаж може призвести до раннього зношення та пошкодження.

Виконуйте заміну підшипників вчасно, якщо вони зношені або пошкоджені. Якщо ви помічаєте будь-які ознаки проблем з підшипниками, такі як шум, вібрації або нестабільність, зверніться до професіонала для діагностики та заміни.

Перед заміною підшипників перевірте інші складові системи, наприклад, підвіски, які можливо теж треба замінити або зробити профілактичні роботи.

Рисунки з наступної літератури

1. Зношування вкладишів підшипників. URL: <https://etlib.com/report/167-zamena-radiatora-pechki-na-audi-80-b3/>.

В. О. Колесніков, «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство». – Методичні рекомендації до виконання контрольних та модульних робіт для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» за спеціальністю – «Професійна освіта». (профіль підготовки «Транспорт»). Заочна форма навчання.

Матеріалознавство – наука, що вивчає властивості речовин та їх спрямовану зміну з метою отримання речовин з наперед заданими робочими характеристиками. Вона вивчає фізичні та механічні властивості конструкційних і експлуатаційних матеріалів, процеси, що протікають в матеріалах під впливом різних чинників, різні типи обробки матеріалів з метою покращення робочих характеристик.

Матеріалознавство є дуже динамічною наукою, оскільки майже щодня з'являються нові матеріали, на зміну класичним металевим конструкційним матеріалам приходять полімери і композиційні матеріали. В університетській інженерній освіті матеріалознавство виконує роль фундаменту, на якому базується вивчення подальших загальнотехнічних дисциплін: теоретичної механіки, опору матеріалів, теорії машин і механізмів, деталей машин, а також ряду спеціальних дисциплін.

Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство» мають з практичного боку сприяти закріпленню матеріалу, отриманого на лекційних заняттях та під час самостійної роботи з літературою.

Рекомендовано для студентів 1 – 2 курсів рівня «бакалавр» за спеціальністю – «Професійна освіта». (профіль підготовки «Транспорт»), заочна форма навчання, може бути використаний студентами інших технічних спеціальностей.

Ключові слова: будова речовини, мікроструктура, матеріал, сплав, сталь, чавун, кольоровий метал, матеріалознавство. термічна обробка, технологія виробництва.

V. O. Kolesnikov, "Technology of Structural Materials and Materials Science." - Methodical recommendations for the implementation of control and module works for students studying for the educational qualification level "Bachelor" in the specialty "Vocational Education" (training profile "Transport"). Part-time form of study.

Materials science is a science that studies the properties of substances and their directed change in order to obtain substances with predetermined performance characteristics. It studies the physical and mechanical properties of structural and operational materials, the processes that occur in materials under the influence of various factors, and various types of material processing to improve performance.

Materials science is a very dynamic science, as new materials appear almost every day, and polymers and composite materials are replacing classic metal structural materials. In university engineering education, materials science serves as the foundation on which the study of further general engineering disciplines is based: theoretical mechanics, resistance of materials, theory of machines and mechanisms, machine parts, and a number of special disciplines.

Methodical recommendations for the implementation of control works in the discipline "Technology of Structural Materials and Materials Science" should help to consolidate the material obtained in lectures and during independent work with the literature.

Recommended for 1st - 2nd year students of the bachelor's degree in "Professional Education" (specialty "Transport"), part-time study, can be used by students of other technical specialties.

Key words: structure of matter, microstructure, material, alloy, steel, iron, non-ferrous metal, materials science, heat treatment, production technology.

Навчально-методичне видання

Колесніков Валерій Олександрович

**ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

*Методичні рекомендації з конспектом лекцій до виконання
контрольних та модульних робіт
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
денної та заочної форм навчання
спеціальності 015 «Професійна освіта»
освітньої-професійної програми «Транспорт»*

За редакцією автора
Комп'ютерний макет – В. О. Колесніков

Здано до склад. 15.11.2023 р. Підп. до друку 14.12.2023 р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 5,34. Наклад 300 прим. Зам № 137.

Видавець:
Видавництво Державного закладу
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»
вул. Коваля, 3, м. Полтава, Полтавська область, 36003
тел: +38 095-105-6005; e-mail: mail@luguniv.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009.