

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи

Світлана Лутковська

«_____» _____ 2023р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО І ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ**

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Галузі знань 13 Механічна інженерія

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування

Вінниця 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів». Рівень вищої освіти перший (бакалаврський), галузь знань 13 Механічна інженерія, спеціальність 133 Галузеве машинобудування, освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування 2023. - 17 с.

Розробники:

Бабин Ігор Анатолійович кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

Викладачі:

Бабин Ігор Анатолійович кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

Луц Павло Михайлович кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

Протокол від 31 серпня 2023 року № 1

Завідувач кафедри

Наталія Веселовська

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні навчально-методичної комісії інженерно-технологічного факультету

Протокол від 31 серпня 2023 року № 1

Голова навчально-методичної комісії факультету

Людмила Швець

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні науково-методичної комісії університету

Протокол від 1 серпня 2023 року № 1

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів –6	13 Механічна інженерія	Обов'язкова	
Атестацій – 2	133 Галузеве машинобудування	Курс	
Загальна кількість годин –180		Галузеве машинобудування	2 курс
	Семестр		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3,8.	Перший (бакалаврський)	2-й	4-й
		Лекції	
		32 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
			4 год.
		Лабораторні	
		28 год.	год.
		Самостійна робота	
		120 год.	162 год.
		Вид контролю: залік	

Програма навчальної дисципліни передбачає перезарахування кредитів освітніх компонентів, отриманих студентами, які навчались за програмою академічної мобільності, неформальної та інформальної освіти за наявності відповідних підтверджуючих документів.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – формування знань з вибору й застосування технологічних методів отримання заготовок деталей машин для забезпечення високої якості продукції, економії матеріалів та високої продуктивності праці і полягає у пізнанні природи та властивостей матеріалів, а також способів зміни їх властивостей для найбільш ефективного використання у заданих умовах експлуатації.

Завданням дисципліни є вивчення технології отримання й обробки заготовок деталей машин; розкриття фізичних основ та техніко-економічних характеристик процесів цієї обробки; установлення галузей застосування різних методів отримання заготовок; вивчення основних питань технологічності конструкцій заготовок із урахуванням методів їх отримання; розкриття фізичної суті явищ, що мають місце в матеріалах під впливом різних факторів - температури, хімічної, механічної дії тощо – під час їх виробництва та експлуатації; установлення залежності властивостей від складу та будови матеріалів; вивчення теорії та практики різних видів термічної обробки; основних груп металічних матеріалів, їх властивостей та галузей застосування.

3. Компетентності та результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен володіти інтегральною, загальними та спеціальними (фаховими) компетентностями, зокрема:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування.

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим

циклом машини: від проєктування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проєктних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК10. Здатність розробляти плани і проєкти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

Програмні результати:

ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

ПРН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

ПРН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

ПРН6. Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

ПРН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

ПРН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

ПРН11. Вільно спілкуватися з інженерним співтовариством усно і письмово державною та іноземною мовам.

ПРН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

Також вивчення даної дисципліни формує у студентів вищої освіти ряд соціальних навичок (soft skills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, метод самопрезентації).

4. Передумови для вивчення дисципліни

Матеріалознавство і ТКМ належить до навчальної дисципліни обов'язкової компоненти, освітній компонент циклу загальної підготовки;

- при вивченні даної дисципліни використовуються знання, отримані з таких дисциплін (пререквізитів): «Вища математика» (теорія поля, диференціальні рівняння), «Фізика» (механіка, властивості рідин і газу), «Теоретична механіка».

- основні положення навчальної дисципліни мають застосовуватися при вивченні таких дисциплін (постреквізитів): «Експлуатація машин та обладнання», «Технічний сервіс в АПК», «Моделювання технологічних процесів в АПК», «Трактори та автомобілі», «Сільськогосподарські машини», «Машини та обладнання для тваринництва».

5. Програма навчальної дисципліни

Атестація 1.

Тема 1. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація.

Предмет вивчення дисципліни ТКМ. Властивості конструкційних матеріалів. Фізичні та хімічні властивості. Механічні властивості. Технологічні властивості конструкційних матеріалів. Експлуатаційні властивості конструкційних матеріалів.

Тема 2. Класифікація конструкційних матеріалів.

Класифікаційні ознаки конструкційних матеріалів. Конструкційні матеріали на основі заліза. Сталі. Чавуни.

Тема 3. Листове штампування.

Суть процесу. Основні операції листового штампування. Інструмент та обладнання для листового штампування.

Тема 4. Способи литва металів.

Загальна характеристика ливарного виробництва. Теоретичні основи виготовлення відливків. Виготовлення відливків у разових піщано-глинястих формах. Спеціальні методи литва.

Тема 5. Інструментальні матеріали.

Інструментальні вуглецеві сталі. Леговані інструментальні сталі. Швидкорізальні інструментальні сталі. Тверді металокерамічні сплави. Мінералокерамічні тверді сплави. Надтверді інструментальні матеріали.

Тема 6. Технологічні процеси виготовлення гумових виробів, вироби із деревини.

Поняття про гуму. Класифікація гуми. Одержання каучуку. Поняття про технологічний процес виготовлення гумових виробів. Старіння гуми. Зберігання та відновлення гумових виробів. Скло і керамічні вироби. Дерев'яні матеріали. Шкіра та її замітники.

Тема 7. Основи ливарного виробництва

Матеріали для виробництва металів. Способи отримання металів з руди. Виробництво чавуну. Виробництво сталі. Виробництво сталі в електропечах.

Тема 8. Суть та способи обробки тиском

Прокатка. Сутність процесу прокатки. Пресування. Сутність процесу пресування. Волочіння. Сутність процесу волочіння.

Атестація 2.

Тема 9. Теоретичні основи обробки тиском

Загальна характеристика ОТ та вплив пластичної деформації на структуру та властивості металів. Загальна характеристика ОТ та вплив пластичної деформації на структуру та властивості металів.

Тема 10. Процеси кування.

Кування. Гаряче об'ємне штампування. Холодне об'ємне штампування. Листове штампування.

Тема 11. Зварювання металів та сплавів.

Фізичні основи отримання зварних з'єднань. Сутність та способи дугового зварювання. Ручне дугове зварювання. Автоматичне дугове зварювання.

Тема 12. Неметалеві конструкційні матеріали.

Полімерні матеріали. Матеріали неорганічного походження.

Тема 13. Фізичні основи різання металів.

Теоретичні основи різання металів. Геометрія різального інструменту. Спрацювання та стійкість різального інструменту.

Тема 14. Технологія обробки заготовок на верстатах токарної і свердлильно – розточувальної груп.

Технологія обробки заготовок на верстатах токарної групи. Технологія обробки заготовок на верстатах свердлильно- розточувальної групи.

Тема 15. Обробка на верстатах шліфувальної групи. Чистові методи обробки.

Обробка заготовок на шліфувальних верстатах. Технологічні методи чистової та фінішної обробки поверхонь.

Тема 16. варювання під флюсом. Зварювання в захисних газах. Плазмове зварювання.

Зварювання під флюсом. Зварювання в захисних газах. Плазмове зварювання. Зварювання під флюсом. Суть процесу.

6. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	с.р.		л	п	лаб	ін	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Атестація 1.												
Тема 1. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація.	12	2	2			8	12					12
Тема 2. Класифікація конструкційних матеріалів.	12	2				10	10					10
Тема 3. Листове штампування..	10	2	2			6	14	1				13
Тема 4. Способи литва металів.	12	2	2			8	12					12
Тема 5. Інструментальні матеріали	10	2	2			6	12		1			11
Тема 6. Технологічні процеси виготовлення гумових виробів. Вироби із деревини.	12	2	2			8	10		1			9
Тема 7. Основи ливарного виробництва.	10	2	2			6	10					10
Тема 8. Суть та способи обробки тиском.	12	2	2			8	10	1				9
Разом	90	16	14			60	90	2	2			86
Атестація 2.												
Тема 9. Теоретичні основи обробки тиском.	10	2	2			6	10		2			8
Тема 10. Процеси кування.	12	2	2			8	12	1				11
Тема 11.Зварювання металів та сплавів	10	2	2			6	10					10
Тема 12. Неметалеві конструкційні матеріали.	12	2	2			8	12					12
Тема 13. Фізичні основи різання металів.	12	2	2			8	12					12
Тема 14. Технологія обробки заготовок на верстатах токарної і свердлильно -	12	2	2			8	12	1				11

розточувальної групи.												
Тема 15. Обробка на верстатах шліфувальної групи. Чистові методи обробки.	12	2	2			8	12					12
Тема 16. Зварювання під флюсом. Зварювання в захисних газах. Плазмове зварювання.	10	2				8	10					10
Разом	90	16	14			60	90	2	2			86
Усього годин	180	30	28			122	180	4	4			172

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Атестація 1			
1	Технологічні випробування матеріалів. Визначення оброблюваності сталей	2	
2	Виробництво виливків в піщано-глинистих формах	2	
3	Лиття в металеві форми	2	2
4	Відцентрове лиття	2	
5	Листове штампування	2	2
6	Ручне дугове зварювання	2	
7	Газове зварювання та різання металів	2	
8	Обробка поверхонь на токарному верстаті	2	
Атестація 2			
9	Обробка отворів на свердлильних верстатах	2	
10	Обробка поверхонь на фрезерних верстатах	2	
11	Настройка ділильних головок	2	
12	Обробка заготовок на шліфувальних верстатах	2	
13	Макроаналіз металів і сплавів	2	
14	Мікроаналіз металів і сплавів	2	
Разом		28	4

8. Самостійна робота

8.1. Види самостійної роботи

№	Вид самостійної роботи	Години	Терміни виконання	Форма та метод контролю
1	Підготовка до лекційних та практичних занять	48/60	щотижнево	Усне та письмове опитування
2	Підготовка самостійних питань з тематики дисципліни	32/42	щотижнево	Усне та письмове опитування
3	Індивідуальні творчі завдання (виконання гугл-презентації, презентації за заданою проблемною тематикою, дослідницькі проєкти)	20/40	4 рази на семестр	Спостереження за виконанням, обговорення, виступ з презентацією, усний захист
4	Підготовка до контрольних робіт та тестування	20/30	2 рази на семестр	Тестування у системі СОКРАТ
Разом		120/172		

8.2. Перелік питань для самостійного опрацювання (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конструкційні матеріали на основі кольорових металів	10
2	Виробництво кольорових металів	12
3	Основи заготівельного виробництва	10
4	Плавлення металу в ливарних цехах	12
5	Обробка заготовок на протяжних, стругальних і довбальних верстатах	10
6	Нарізання зубчастих коліс	12
7	Макроаналіз металів і сплавів	10
8	Мікроаналіз металів і сплавів	12
9	Аналіз діаграм стану подвійних систем	10
10	Аналіз діаграми стану сплавів системи «Залізо – вуглець»	12
11	Вивчення мікроструктур вуглецевих сталей у рівноважному стані	10
Разом		120

8.3. Перелік питань для самостійного опрацювання (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конструкційні матеріали на основі кольорових металів	8
2	Основи металургійного виробництва	8
3	Виробництво сталі	8
4	Виробництво кольорових металів	10
5	Основи заготівельного виробництва	8
6	Основи ливарного виробництва	8
7	Спеціальні способи лиття	10
8	Плавлення металу в ливарних цехах	8
9	Обробка металів тиском. Прокатування	8
10	Пресування. Волочіння. Кування	10
11	Об'ємне штампування	8
12	Основи механічної обробки металів різанням	8
13	Зварювання під флюсом. Зварювання в захисних газах. Плазмове зварювання	10
14	Обробка заготовок на протяжних, стругальних і довбальних верстатах	8
15	Нарізання зубчастих коліс	8
16	Макроаналіз металів і сплавів	10
17	Мікроаналіз металів і сплавів	8
18	Аналіз діаграм стану подвійних систем	8
19	Аналіз діаграми стану сплавів системи «Залізо – вуглець»	10
20	Вивчення мікроструктур вуглецевих сталей у рівноважному стані	8
	Разом	172

8.4. Орієнтовний перелік тем індивідуальних творчих завдань

Тема 1. Сутність металевого, іонного і ковалентного типів зв'язку.

Тема 2. Форми кристалів і вплив реального середовища на процес кристалізації. Утворення дендритної структури.

Тема 3. Побудова кривих охолодження та нагрівання для складних діаграм подвійних сплавів та аналіз перетворень.

Тема 4. Напруження й деформації.

Тема 5. Зміна при рекристалізаційних процесах механічних, фізико-хімічних властивостей і розміру зерна.

Завдання для групового проєктування

- Тема 1. Описати технологічний процес виготовлення сталеві поковки.
 Тема 2. Розробити технологічну схему і описати суть процесу зварювання конкретної сталеві деталі.
 Тема 3. Описати матеріали для виготовлення металорізальних інструментів(основні марки, хімічний склад, галузь застосування)
 Тема 4. Накреслити кінематичну схему токарного верстата.
 Тема 5. Спроекувати технологічний процес механічної обробки.

9. Методи викладання та демонстрування результатів навчання

- Використання мультимедійних лекцій
- Бесіда
- Дискусія
- Мобільне, при потребі дистанційне навчання
- Інтерактивний метод навчання

10. Форми поточного та підсумкового контролю

1. Презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
2. Екзамен.

11. Критерії оцінювання результатів навчання

11.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

	Вид навчальної діяльності	Бали
Атестація 1		
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях. Оформлення конспекту лекцій	5
2	Участь у роботі на практичних заняттях. Захист практичних робіт.	6
4	Виконання контрольних робіт, тестування	5
5	Індивідуальні та групові творчі завдання (виконання гугл-презентації, презентації за заданою проблемною тематикою, дослідницькі проєкти)	9
	Всього за атестацію 1	25
Атестація 2		
6	Участь у дискусіях на лекційних заняттях. Оформлення конспекту лекцій	5
7	Участь у роботі на практичних заняттях. Захист практичних робіт.	8
8	Виконання контрольних робіт, тестування	5
9	Індивідуальні та групові творчі завдання (виконання гугл-презентації, презентації за заданою проблемною тематикою, дослідницькі проєкти)	7
	Всього за атестацію 2	25
	Показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності	20
	Підсумкове тестування	30
	Разом	100

11.2. Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
66-74	D	
60-65	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів набрав (отримав) менше половини максимальної оцінки з навчальної дисципліни (менше 35 балів), то він не допускається до заліку чи екзамену. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

11.3 Критерії поточного оцінювання знань здобувачів вищої освіти

Усний виступ, письмові відповіді, виконання і захист творчої роботи, тестування	Критерії оцінювання
5	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно,

	поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.
1	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного тестового завдання.

12. Методичне забезпечення

1. Веселовська Н.Р., Турич В.В., Руткевич В.С. Матеріалознавство і ТКМ. Методичні вказівки по вивченню та виконанню практичних робіт (частина 1), для студентів першого бакалаврського рівня вищої освіти, галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» та галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія». Вінниця ВНАУ, 2020. – 114 с., код. 24429.

2. Веселовська Н.Р., Турич В.В., Руткевич В.С. Матеріалознавство і ТКМ. Методичні вказівки по вивченню та виконанню практичних робіт (частина 2), для студентів першого бакалаврського рівня вищої освіти, галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» та галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія». Вінниця ВНАУ, 2020. – 67 с. 24195.

3. Турич В.В., Руткевич В.С. Практикум з матеріалознавства.–Вінниця: ВНАУ, 2016. – 95 с., код. 10780.

4. Турич В.В., Руткевич В.С. Практикум з ТКМ.–Вінниця: ВНАУ, 2016. – 85 с., код. 10779.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І., Горпенюк М.А., Прейс Г.О., Технологія конструкційних матеріалів; 2-ге вид., перероб. і допов. Київ: Вища шк., 2002. 374 с.

2. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник. Львів: Світ, 2016. 624 с.

3. Шайко-Шайковський О.Г., Крамар В.М. Технології та устаткування виробництва конструкційних матеріалів у машино- і приладобудуванні: Навчальний посібник. Чернівці. 2014. 164с.

4. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів: навч.посібник. Київ: Кондор, 2016. 528с.

5. В. Попович, В. Голубець. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство:навчальний посібник для вищих навчальних закладів: У 2-х кн. Книга II. Суми:Університетська книга, 2016. 260с.

6. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник І М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І.Некоз та ін.; За ред. М. А. Сологуба. - 2-ге вид., перероб. і допов. Київ: Вища шк., 2002. 374с.

7. Сушко О.В. Кюрчев С.В.Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Мелітополь.:ТОВ «Видавничий будинок ММД». 2020.232 с.

Додаткові

1. TurychV., Rutkevych V., GoncharukN.,Ogorodnichuk G.Investigation of the process smoothing with ultrasonic. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2018. Vol. 3/1(93). P.22–33.

2. Кузін О. А., Яцюк Р. А. Металознавство та термічна обробка металів. Львів: Афіша, 2020. 304 с.

3. Руткевич В.С.Результати досліджень процесів видавлювання різи з накладанням ультразвукових коливань на інструмент. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №3(98). С. 32–43.

4.Бялік О.М., В. С. Черненко Металознавство Київ: ІВЦ Видавництво “Політехніка”, 2016. 384 с.

5. Руткевич В.С., Кушнір В.П. Розрахунок на міцність деформуючих елементів та розробка конструкцій прошивок для обробки з накладанням ультразвуку. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. №2(101). С. 135–144.

6. Руткевич В.С. Моделювання процесу контактної взаємодії інструмента з деталлю із накладанням осьових ультразвукових коливань. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2(97). С. 61–71.

7. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : словник-довідник. Ва. Попович, Віт. Попович. Л.: Світ, 2020. 304с.

8. Василенко І.І., Широков В.В., Василенко Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: навч. Посібник. Львів: Магнолія. 2018. 242с.

Інформаційні ресурси

Електронні джерела

1. Google (пошук на усіх мовах)
2. Мета (українськомовна пошукова система)
3. Вікіпедія
4. Наукова періодика України:
<http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Ebtp/index.html>
5. Українські реферати: <http://ua-referat.com>