

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи

з дисципліни «Прикладне матеріалознавство»

для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

освітньої програми «Локомотиви та локомотивне господарство»

рівня бакалавра заочної форми навчання

вищих навчальних закладів

Затверджено

редакційно-видавничою

радою університету,

протокол № 2 від 29.06.2021 р.

Харків
НТУ «ХПІ»

2021

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Прикладне матеріалознавство» для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» освітньої програми «Локомотиви та локомотивне господарство» рівня бакалавра заочної форми навчання вищих навчальних закладів / Уклад. О. О. Волков. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 24 с.

Укладачі: О. О. Волков.

Рецензент О. С. Терлецький

Кафедра «Матеріалознавство»

ВСТУП

Самостійна робота студента (СРС) – це навчальна діяльність студента, яка планується та виконується за завданням під методичним керівництвом і контролем викладача, але без його прямої участі. Самостійна робота студента, яка є суттєвим елементом навчального процесу поряд з аудиторним навчанням, набуває великого значення особливо в умовах навчання відповідно до вимог до навчального процесу. СРС формує навички безперервної освіти та самостійної діяльності взагалі, що є конче необхідним у будь-якій професійній діяльності, виробляє здатність самостійно приймати оптимальні рішення.

Програмою дисципліни «Прикладне матеріалознавство» передбачено виконання самостійної позааудиторної роботи студентів. Під час вивчення запропонованих питань студенти вчаться працювати з літературними та нормативними джерелами інформації, узагальнювати та стисло викладати вивчене. Запропоновані форми виконання самостійної роботи сприяють формуванню творчого відношення до навчання.

Процес виконання самостійної позааудиторної роботи студентів можна умовно поділити на два етапи:

- 1) пошук та опрацювання рекомендованої літератури;
- 2) узагальнення обробленої інформації у вигляді схем, конспектів, планів-характеристик, тез, таблиць; виконання практичних завдань.

Для виконання самостійної роботи студентам рекомендована література з

дисципліни «Прикладне матеріалознавство».

В процесі опрацювання літератури бажано робити нотатки на окремих аркушах паперу або в електронному вигляді. При цьому необхідно зазначити відомості про літературні джерела: автора, назву, видавництво, рік видання, сторінки. Зазначені дані необхідно занести до переліку використаної літератури.

1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Згідно з освітньою програмою «Локомотиви та локомотивне господарство» рівня бакалавра за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт» передбачена самостійна робота з дисципліни «Прикладне матеріалознавство».

Методичні вказівки до організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» для студентів освітньої програми «Локомотиви та локомотивне господарство» рівня бакалавра за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт» заочної форми навчання вищих навчальних закладів складені відповідно до навчального плану та робочої програми вивчення дисципліни.

Метою самостійної роботи з навчальної дисципліни «Прикладне матеріалознавство» є закріплення теоретичних знань, розвиток навичок самостійної роботи зі спеціальною літературою, оволодіння і поглиблення практичного досвіду з вирішуванням поставлених завдань, а також формування навичок самостійного творчого пошуку, інтерпретації та використання інформації для вирішування окремих практичних питань.

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента включає: вивчення лекційного матеріалу; опрацювання рекомендованої літератури; вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни; підготовку до практичних занять, тестування, проміжне та підсумкове контролювання; виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання); контрольне перевіряння кожним студентом особистих знань за допомогою питань для самоконтролювання.

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1. Кристалічна будова матеріалів.

Мета лекції

1. Ознайомитися з матеріалами в машинобудуванні, кристалічною будовою матеріалів, впливом холодного пластичного деформування на властивості металу, взаємодією складових сплавів в рідкому та твердому стані, компонентами та фазами в сплавах, впливом вуглецю та постійних домішок на структуру та властивості сталей та чавунів.

План лекції (навчальні питання):

1. Вступ.
2. Матеріали в машинобудуванні.
3. Кристалічна будова матеріалів.
4. Вплив холодного пластичного деформування на властивості металу.
5. Взаємодія складових сплавів в рідкому та твердому стані. Компоненти та фази в сплавах.
6. Вплив вуглецю та постійних домішок на структуру та властивості сталей та чавунів.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою:

Вивчити такі питання:

1. Властивості матеріалів. Дефекти кристалічної будови. Полікристалічна будова металів як наслідок процесу кристалізування. Фактори, від яких залежить розмір зерна литого матеріалу.
2. Вимоги до матеріалів. Зв'язок між властивостями та будовою. Будова зливка. Аморфний стан матеріалів. Фізична природа пластичного деформування і руйнування.
3. Зміна структури і властивостей матеріалів при нагріванні: повертання, рекристалізування. Поняття холодного та гарячого деформування.
4. Структура і властивості сплавів. Правило фаз. Правило відрізків.
5. Діаграма стану сплавів залізо–вуглець. Фази в залізобуглецевих сплавах. Структурні складові.
6. Типові діаграми фазових рівноваг подвійних сплавів.
7. Рівноважні структури сталей. Формування структури білих та сірих чавунів. Звичайні сірі, високоміцні та ковкі чавуни. Маркування чавунів. Області використання.
8. Класифікація і маркування сталей. Стан постачання і області використання.

Рекомендована література: [1–27].

Питання і завдання

1. Які основні властивості притаманні металевим матеріалам?
2. Які дефекти кристалічної будови матеріалів вам відомі?
3. Яка будова металів формується внаслідок процесу кристалізування?
4. Від яких факторів залежить розмір зерна литого матеріалу?
5. Які вимоги пред'являються до матеріалів в машинобудуванні?
6. Який існує зв'язок між властивостями та будовою металів?
7. Яку будову має зливка?

8. Як отримати аморфний стан в металевих матеріалах?
9. Яка фізична природа пластичного деформування і руйнування?
10. Як змінюються структури та властивості матеріалів при нагріванні?
11. Що називається холодним та гарячим деформуванням?
12. Як пов'язані структура і властивості сплавів?
13. Що таке правило фаз?
14. Що таке правило відрізків?
15. Зобразити діаграму стану сплавів залізо–вуглець. Які фази існують в залізобуглецевих сплавах?
16. Які структурні складові існують в залізобуглецевих сплавах?
17. Які вам відомі типові діаграми фазових рівноваг подвійних сплавів?
18. Які вам відомі рівноважні структури сталей?
19. Поясніть формування структури білих та сірих чавунів.
20. Які існують види чавунів?
21. Области використання сталей та чавунів?
22. Як класифікуються і маркуються сталі та чавуни?

Тема 2. Основи термічного оброблення сплавів.

Мета лекції

1. Ознайомитися з теоретичними основами термічного оброблення, основними видами термічного оброблення та перетворюваннями в сталях при нагріванні та охолодженні, з різними швидкостями охолодження (в тому числі з критичною), загартовністю та прогартовністю.
2. Ознайомитися з властивостями алюмінію та його сплавів, процесами відпалювання, гартування та старіння алюмінієвих сплавів.

План лекції (навчальні питання):

1. Теоретичні основи термічного оброблення. Задачі термічного оброблення. Основні види термічного оброблення.
2. Основні перетворювання в сталях при нагріванні та охолодженні.
3. Критична швидкість охолодження. Загартовність та прогартовність.
4. Алюміній та його сплави. Відпалювання, гартування та старіння алюмінієвих сплавів.

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати лекційний матеріал за темою:

Вивчити такі питання:

1. Вплив нагрівання на розмір зерна. Перетворювання аустеніту в ізотермічних умовах та при безперервному охолодженні: перлітне, бейнітне, та мартенситне перетворювання. Вплив швидкості охолодження на структуру і властивості сталей.
2. Гартування сталі. Вибір технологічних параметрів гартування.
3. Головні перетворювання, які відбуваються при нагріванні загартованої сталі.
4. Види та призначення відпускання.
5. Відпалювання. Види та призначення відпалювання. Нормалізування.
6. Методи поверхневого зміцнювання металів та сплавів. Загальна характеристика процесів хіміко-термічного оброблення сталей.
7. Цементування. Термічне оброблення цементованих виробів.
8. Дифузійне металування.
9. Поверхневе гартування.
10. Лазерне термічне оброблення.
11. Леговані сталі. Легувальні елементи в сталях.
12. Класифікація та маркування легованих сталей.

13. Жароміцні та жаростійкі сталі. Особливості їх складу, термічного оброблення. Температурні інтервали використання.

14. Мідь та її сплави. Латуні, бронзи. Области їх використання.

15. Титан та його сплави.

16. Сплави, які деформуються.

17. Ливарні, які зміцнюються термічним обробленням.

18. Антифрикційні сплави.

Рекомендована література: [1–27].

Питання і завдання

1. Як впливає нагрівання на розмір зерна?
2. Перетворювання, які відбуваються в ізотермічних умовах та при безперервному охолодженні з аустенітного стану?
3. Як впливає швидкість охолодження на структуру і властивості сталей?
4. Яка мета гартування сталі?
5. Як вибираються технологічні параметри гартування?
6. Які головні перетворювання відбуваються при нагріванні загартованої сталі?
7. Які існують види та призначення відпускання?
8. Мета відпалювання. Види та призначення відпалювання.
9. Які існують методи поверхневого зміцнювання металів та сплавів?
10. Дайте загальну характеристику процесів хіміко-термічного оброблення сталей.
11. Мета цементування. Термічне оброблення цементованих виробів.
12. Які сталі відносяться до легованих?
13. Які легувальні елементи застосовуються в сталях?

14. Як класифікуються та маркуються леговані сталі?
15. Що таке дифузійне металування?
16. Методика поверхневого гартування?
17. Як проводиться лазерне термічне оброблення?
18. Особливості складу, термічного оброблення жароміцних та жаростійких сталі. Температурні інтервали використання.
19. Охарактеризуйте мідь та її сплави.
20. Области використання латуней та бронз.
21. Области використання титана та його сплавів.
22. Охарактеризуйте сплави, які деформуються.
23. Охарактеризуйте ливарні сплави.
24. Охарактеризуйте сплави, які зміцнюються термічним обробленням.
25. Охарактеризуйте антифрикційні сплави.

Тестові завдання:

1. Обведіть номер правильної відповіді:

Анізотропія властивостей це неоднаковість властивостей матеріалу в різних напрямках:

А. так; В. ні.

2. Обведіть номер правильної відповіді:

Введення додаткових штучних центрів кристалізування в рідкий метал з ціллю отримання дрібнозернистої структури це:

А. поліморфізм; В. модифікування; С. ізотропія; D. ліквіація.

3. Обведіть номер правильної відповіді:

Чи вірне ствердження що при нагріванні холоднодеформованого металу до температур вищих за температуру рекристалізування здійснюється зниження його твердості.

А. вірне; В. невірне.

4. Обведіть номер правильної відповіді:

Чи вірне ствердження що властивості хімічних сполук як правило суттєво відрізняються від властивостей компонентів сплаву, з яких воно утворене:

А. вірне; В. невірне.

5. Обведіть номер правильної відповіді:

Евтектичне перетворювання як правило відбувається у сплавах компоненти яких у твердому стані:

А. повністю розчиняються; В. не розчиняються одне в одному.

6. Обведіть номер правильної відповіді:

Твердження, що кількість центрів кристалізування зворотно пропорційно величині зерна в кристалічних матеріалах:

А. вірне; В. невірне.

7. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Метод вимірювання твердості:

1. Бринелль; А. HRB, HRC; 2. Роквелл; В. HB; 3. Віккерс. С. HV.

1 - ; 2 - ; 3 -

8. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Сплав Максимальний вміст вуглецю

1. Сталь; А. 6,67;

2. Чавун. В. 2,14.

1 - ; 2 -

9. Обведіть номер правильної відповіді:

Який чавун має кращі антифрикційні властивості:

А. білий; В. сірий.

10. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Різновид чавуну

Форма графітних включень

1. Сірий чавун; А. пластівці;

2. Ковкий чавун; В. сфероліти;

3. Високоміцний чавун С. пластини.

1 - ; 2 - ; 3 -

11. Обведіть номер правильної відповіді:

Глибина прогартовності зразка із сталі визначається глибиною появи структури:

А. 40 % мартенситу + 60 % перліту;

В. 50 % мартенситу + 50 % перліту;

С. 60 % мартенситу + 40 % перліту.

12. Обведіть номер правильної відповіді:

Підвищення вмісту вуглецю в сталі вище якої границі знижує температуру завершення мартенситних перетворювань (M_k) до рівня, нижчого за 20 °С:

А. 0,3 %; В. 0,6 %; С. 0,9 %; D. 1,2 %.

13. Обведіть номер правильної відповіді:

Яка структура відноситься до перлітоподібних:

А. бейніт; В. аустеніт; С. сорбіт; D. мартенсит.

14. Обведіть номер правильної відповіді:

За допомогою правила Бочвара ($T_r = a T_{пл}$) розраховують температуру для:

А. температуру для дифузійного відпалювання; В. ізотермічного відпалювання; С. нормалізування; D. рекристалізувального відпалювання.

15. Обведіть номер правильної відповіді:

Після якого виду гартування в структурі заевтектоїдної сталі окрім структури мартенситу присутня структура фериту:

А. після повного гартування; В. після неповного загартування.

16. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Термічне обробляння

Структури

1. Гартування;

А. перліт;

2. Відпалювання;

В. мартенсит відпускання;

3. Відпускання високотемпературне;

С. троостит відпускання;

4. Відпускання середньо-температурне;

D. мартенсит;

5. Відпускання низькотемпературне.

Е. сорбіт відпускання.

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 -

17. Обведіть номер правильної відповіді:

В якому різновиді поверхневого термічного оброблення використаний ефект поверхневого розігрівання деталі за рахунок явища індукції в деталі, яка поміщена в змінне магнітне поле:

А. азотування; В. термофрикційне оброблення; С. оброблення СВЧ;
D. лазерне оброблення.

18. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Вид ТМО сталі Температура проведення ТМО

1. ВТМО; А. нижче за A_{c1} ;

2. НТМО. В. вище за A_{c3} .

1 - ; 2 -

19. Обведіть номер правильної відповіді:

Чи вірне ствердження, що леговані сталі мають вищий комплекс механічних властивостей ніж вуглецеві сталі:

А. так; В. ні.

20. Обведіть номер правильної відповіді:

Чи вірно, що хром (Cr) при вмісті його в сталі більше ніж 12 % сприяє утворенню поверхневої оксидної плівки, що робить сталь нержавкою:

А. вірно; В. невірно.

21. Обведіть номер правильної відповіді:

У якому середовищі як правило охолоджують леговані сталі в процесі їх гартування:

А. вода; В. масло; С. повітря.

22. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Легувальний елемент Позначення

1. В; А. хром;

2. М; В. нікель;

фект дислокація:

А. точкові; В. лінійні; С. поверхневі; D. об'ємні.

30. Обведіть номер правильної відповіді:

Евтектика це механічна суміш двох твердих фаз отриманих із рідкого стану при кристалізування сплаву:

А. так; В. ні.

31. Обведіть номер правильної відповіді:

Яке правило дозволяє визначити фази, які знаходяться у рівновазі в сплаві при певних концентрації та температурах:

А. правило відрізків; В. правило Гіббса; С. правило буравчика.

32. Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв:

Сплав	Стан вуглецю
1. Білий чавун;	А. вільний (графіт);
2. Сірий чавун.	В. зв'язаний (цементит).

1 - ; 2 -

33. Обведіть номер правильної відповіді:

Чи є структури «ферит» та «аустеніт» твердими розчинами:

А. так; В. ні.

34. Обведіть номер правильної відповіді:

Сполука з формулою Fe_3C являє собою:

А. механічну суміш; В. хімічну сполуку; С. твердий розчин.

35. Обведіть номер правильної відповіді:

Оброблення холодом використовується для завершення якого перетворювання:

А. перлітного; В. бейнітного; С. мартенситного.

36. Обведіть номер правильної відповіді:

Яким термічним обробленням після гартування сталі можна структуру аустеніту залишкового перевести в мартенсит:

А. відпалювання; В. відпускання; С. оброблення холодом; D. старіння.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : лаб. практикум : до 130-річчя Національного технічного ун-ту «Харківський політехнічний інститут» / Бармін О. С., Білозеров В. В., Волков О. О. та ін. ; ред.: О. В. Соболев, О. О. Павлюченко ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 544 с. – Електрон. версія друк вид. – Режим доступу : http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/50981/1/Book_2015_Barmin_Materialoznavstvo.pdf

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Афтандіянц Є. Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : підручник / Є. Г. Афтандіянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. – К. : Вища освіта, 2012. – 548 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://mto.kpi.ua/images/books/Materials%20Aftodilyanec.pdf>

2. Гарнець В. М. Матеріалознавство [Текст] : підручник / В. М. Гарнець. – Київ : Кондор, 2010. – 386 с.

3. Гуляев А. П. Металловедение [Електронний ресурс] : учебник / А. П. Гуляев. – М. : Металлургия, 1986. – 544 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.chipmaker.ru/files/file/13144/>

4. Інженерне матеріалознавство [Електронний ресурс] : підручник / Дубовий О. М., Казимиренко Ю. О., Лебедева Н. Ю. та ін. – Миколаїв : НУК,

2009. – 444 с. – Электрон. копия текст. данных. – Режим доступа : http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/575/Dubovoj_Injenerne.pdf?sequence=1

5. Матеріалознавство [Текст] : підручник / Дяченко С. С., Дощечкіна І. В., Мовлян А. О. та ін. ; ред. С. С. Дяченко ; Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2007. – 440 с.

6. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Арзамасов Б. Н., Макарова В. И., Мухин Г. Г. и др. ; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с. – Электрон. текст. дані. – Режим доступа : <http://nmm-club.name/forum/viewtopic.php?t=792042>

7. Металловедение [Электронный ресурс] : Учебник. В 2-х т. Т. I. Коллектив авторов / Новиков И. И., Золоторевский В. С., Портной В. К. и др.; под общ. ред. В. С. Золоторевского. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2009. – 496 с. – Электрон. копия текст. данных. – Режим доступа : <https://www.twirpx.com/file/1597992/>

8. Металознавство [Электронный ресурс] : підручник / Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М. та ін. – К. : Політехніка, 2002. – 384 с. – Электрон. копия текст. данных. – Режим доступа : <https://b-ok.org/dl/3226994/3baca0>

9. Солнцев Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. – С-Пб. : ХИМИЗДАТ, 2017. – 783 с. – Электрон. копия текст. данных. – Режим доступа : <https://www.twirpx.com/file/2391815/>

10. Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю. П Солнцев, Е. И. Пряхин; В. Ю. Пирайнен. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. – 639 с. – Электрон. копия текст. данных. – Режим доступа : <https://www.twirpx.com/file/2391773/>

11. Технологія конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : підр. для студ. мех. спец. вищ. навч. закл. / Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. та ін. – К. : Вища шк., 2002. – 374 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/872385/>

12. Геллер Ю. А. Материаловедение [Електронний ресурс] : учеб. пособ. / Ю. А. Геллер, А. Г. Рахштадт ; ред. А. Г. Рахштадт. – М. : Металлургия, 1989. – 455 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <https://www.twirpx.com/file/2851339/>

13. Клименко В. М. Технологія конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. вузів / В. М. Клименко, О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. Ч. 1 : Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво. – 96 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://tpz.vntu.edu.ua/files/>

14. Лахтин Ю. М. Материаловедение [Електронний ресурс]: учеб. пособ. / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М. : Машиностроение, 1990. – 528 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/557816/>

15. Лукасик В. А. Материаловедение и технология конструкционных полимерных материалов [Електронний ресурс] : учеб. пособ. / В. А. Лукасик ; под ред. чл.-корр. РАН И. А. Новакова. Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград : 2003. – 156 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/1446255/>

16. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : Навч. посіб. для учнів проф.-тех. навч. закл. / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О. та ін. – К. : Либідь, 2002. – 328 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/1334319/>

17. Металознавство і термічна обробка із застосуванням комп'ютерних технологій навчання [Текст] : навч. посіб. для студ. спец. 11.01 «Металознавство, обладнання і технологія термічного обробляння металів». Ч. I / Таран Ю. М., Шаповалов В. І., Нижніковська П. Ф. та ін. ; Ін-т системних досліджень

освіти, Дніпропетровський металургійний ін-т. – Київ : ІСДО, 1993. – 208 с.

18. Металознавство і термічна обробка із застосуванням комп'ютерних технологій навчання [Текст] : навч. посіб. для студ. спец. 11.01 «Металознавство, обладнання і технологія термічного оброблення металів». Ч. 2 / Таран Ю. М., Калинушкін С. П., Куцова В. З. та ін. – Дніпропетровськ : Дніпрокнига, 2002. – 260 с.

19. Мозберг Р. К. Материаловедение [Електронний ресурс] : учеб. пособ. / Р. К. Мозберг. – М. : Высш. шк., 1991. – 448 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.chipmaker.ru/files/file/6016/>

20. Лабораторний практикум з технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства [Електронний ресурс] : навч. посіб. для підгот. бакалаврів в агр. вищ. навч. закл. III-IV рівнів акредитації з напрямів «Механізація та електрифікація сільського господарства» і «Інженерна механіка» (спец. «Машини та обладнання сільського господарства») / А. С. Опальчук, О. О. Котречко, Л. Л. Роговський ; ред. А. С. Опальчук. – К. : Вища освіта, 2006. – 288 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : http://ratnomnvnk.ucoz.ru/_ld/0/45____.pdf

21. Нанотехнологии и специальные материалы [Електронний ресурс] : учеб. пособ. для вузов. / Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А. и др. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. – 336 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <https://www.twirpx.com/file/2471238/>

22. Пахаренко В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів (металургія, ливарне виробництво) [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. Л. Пахаренко, М. М. Марчук. – Рівне : НУВГП, 2009. – 179 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу : <http://ep3.nuwm.edu.ua/1845/1/064%20zah.pdf>

23. Пахолук А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали [Текст] : посіб. / А. П. Пахолук, О. А. Пахолук. – Львів : Світ, 2005. – 172 с.

24. Усов В. В. Матеріалознавство та технології [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самостійного вивчення дисципліни / В. В. Усов. – Одеса : Уні-

верситет Ушинського, 2019. – 227 с. – Електрон. копія текст. даних. – Режим доступу :

<http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/5252/1/Usov%2C%20Valentyn%20Valentynovych.pdf>

25. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях [Электронный ресурс] : Учебно-справочное руководство / Струк В. А., Пинчук Л. С., Мышкин Н. К. и др. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 536 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/1250546/>

26. Зборщик А. М. Конспект лекцій по дисципліні «Новые материалы в металлургии» [Электронный ресурс] / А. М. Зборщик. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2008. – 253 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <http://uas.su/books/newmaterial/newmaterial.php>

27. Леонов В. В. Материаловедение и технология композиционных материалов [Электронный ресурс]. Курс лекций. / В. В. Леонов, О. А. Артемьева, Е. Д. Кравцова. – Красноярск : СФУ, 2007. – 241 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/312/u_lectures.pdf, http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/312/u_presentation.pdf

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/>
2. <http://www.twirpx.com/>
3. <https://studfiles.net/>

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ.....	6
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	17
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	17
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ.....	21

Для приміток

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання самостійної роботи

з дисципліни «Прикладне матеріалознавство»

для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

освітньої програми «Локомотиви та локомотивне господарство»

рівня бакалавра заочної форми навчання

вищих навчальних закладів

Укладач : **ВОЛКОВ Олег Олексійович**

Відповідальний за випуск *доц. Валерія Субботіна*

Роботу до видання рекомендувала *проф. Ольга Пономаренко*.

Комп'ютерна верстка *Г. А. Федоренко*

В авторській редакції