

**Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет**

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА «Експлуатація та ремонт машин»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО ПРАКТИЧНО-САМОСТІЙНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛІВ»**

**для студентів усіх форм навчання для підготовки фахівців
освітнього рівня «Бакалавр» напряму підготовки 6.050504
«Зварювання» та спеціальності 132 «Матеріалознавство»**

**Кропивницький
2020**

Укладач:
к.т.н., проф. Мажейка О.Й., д.т.н., проф. Солових Є.К.

Рецензент:
канд. техн. наук, доцент Красота М.В.

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри експлуатації та ремонту машин. Протокол № 8 від 26.12.2019 р.

M54

Методичні вказівки до практично-самостійних робіт з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів». / О.Й.Мажейка, Є.К.Солових – Кропивницький.: ЦНТУ 2020, –26 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану та робочої програми з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» та спеціальності 132 «Матеріалознавство».

© О.Й.Мажейка.,Є.К.Солових 2020

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	4
1. Мета та завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі та роль у підготовці фахівця.....	5
2. Зміст дисципліни.....	6
3. Спосик питань, що виносяться для самостійного опрацювання	11
4. Методичні вказівки до виконання індивідуальних домашніх завдань	11
4.1 Мета та задачі індивідуальних домашніх завдань.....	11
4.2 Теми індивідуальних домашніх завдань.....	12
4.3 Вимоги до оформлення індивідуальних домашніх завдань	13
5. Контроль знань студента.....	19
5.1 Питання, що виносяться на тестування.....	19
5.2 Приклад тесту.....	22
Список рекомендованої літератури.....	23
Додаток А (обов'язковий).....	24
Додаток Б (обов'язковий).....	25
Додаток В (обов'язковий).....	26

ВСТУП

Позааудиторна робота студентів відповідно до нових державних освітніх стандартів повинна становити не менше 50% часу, передбаченого для виконання основної освітньої програми, з урахування рекомендацій Міністерства освіти і науки України щодо кількості годин аудиторних занять на тиждень.

Практика світової вищої школи показала, що ступінь освіченості випускника визначається двома факторами:

- а) скільки студент вчиться сам;
- б) що вміє робити з отриманими знаннями.

Тому навчальний процес повинен включати п'ять етапів:

- 1) викладач дає основи знань з дисципліни;
- 2) студент самостійно вивчає матеріал;
- 3) викладач дає практичну задачу, завдання, вправу;
- 4) студент самостійно виконує;
- 5) Викладач атестує і дає, якщо буде потреба, індивідуальну консультацію.

Вирішення завдань реформування вищої освіти у відповідності до сучасних світових вимог та підготовка кваліфікованих фахівців, конкурентоспроможних на ринку праці, здатних до компетентної, відповідальної та ефективної діяльності за спеціальністю «Інженерне матеріалознавство» на рівні світових стандартів неможливі без підвищення ролі самостійної роботи студентів з навчальним матеріалом, стимулюванні професійного зростання студентів та виховання їх творчої активності.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА РОЛЬ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦЯ

«Фізика конденсованого стану матеріалів» – дисципліна, що вивчає основи фізичних і фізико-хімічних процесів, які відбуваються в конденсованих системах під впливом зовнішніх дій.

Встановлення взаємозв'язку між умовами існування ближнього та дальнього порядку у твердому тілі дозволить розробляти нові класи речовин, які мають задані властивості в різних напрямках кристалів.

Мета дисципліни - дати майбутнім фахівцям знання про основи фізичних процесів, які відбуваються в конденсованих системах під впливом термічних, механічних та інших дій.

Завдання вивчення дисципліни. У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- основні закони термодинаміки при використанні стосовно конденсованих систем (пар-рідина-тверде тіло);

- основні закономірності про формування твердого стану металів і фазових перетворень у конденсованих системах за наявності поліморфізму;

- фізичну сутність дифузійних процесів у твердому стані за наявності градієнта концентрації компонентів;

мати поняття про фізичні явища в металах під впливом температури і швидкості охолодження.

Дисципліна «Фізика конденсованого стану матеріалів» є складовою підготовки фахівців зі спеціальності «Прикладне матеріалознавство» і безпосередньо пов'язана з нормативними дисциплінами професійної підготовки «Термічна обробка металів», «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів», «Фізичні основи металургії чорних і кольорових металів», «Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах».

2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ. Задачі і значення дисципліни при вивченні особливостей фазових перетворень.

Методичні вказівки. Особливої уваги при вивченні теми потребує встановлення значення та ролі дисципліни як базової для вивчення спеціальних дисциплін, таких, як «Металознавство», «Термічна обробка матеріалів», «Леговані сталі та сплави». Необхідно визначитись із такими поняттями, як конденсація, дальній і ближній порядок розташування атомів або молекул у твердих тілах і рідинах, конденсований стан речовини, що вивчає фізика конденсованого стану матеріалів.

Література [1, с. 5-23]

Тема 1. Термодинаміка в металургії. Зв'язок властивостей рідких та твердих матеріалів, ентропія та другий закон термодинаміки. Правило фаз (Гіббса). Зміна об'єму металу при плавленні та питомого електроопору. В'язкість рідких металів.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми необхідно з'ясувати близькість структур і властивостей твердих та рідких металів, визначити основні характеристики рідкого матеріалу, визначитись із поняттями ентропії та в'язкості, їх ролі при вивченні рідин і кристалічних тіл, зрозуміти, як і чому відбуваються зміни об'єму та питомого електроопору металу при плавленні. Студент повинен засвоїти правило фаз (Гіббса), що є загальним законом для вивчення перетворень і трактування процесів, які відбуваються в сплавах, і надає керівні вказівки щодо правильності побудови діаграми станів систем сплавів.

Література [1, с. 24-53; 2, с. 5-74, 140-177].

Тема 2. Класифікація твердих тіл. Іонні, ковалентні і металеві кристали. Сили Ван-дер-Ваальса. Потенціал Леннарде-Джонса. Енергія зв'язку. Атомні радіуси. Стала Маделунга.

Методичні вказівки. Під час аналізу даної теми необхідно зрозуміти, що кожний матеріал має певну внутрішню будову, яка характеризується взаємним розташуванням атомів і утворенням окремих фаз. Основними факторами, що впливають на фізичні властивості матеріалу з точки зору матеріалознавства, є структура матеріалу, його фазовий склад та електронно-зонні характеристики. Потрібно вивчити, які існують типи зв'язків у матеріалах. Залежно від типу зв'язку і будови кристала сили взаємодії між його атомами можуть бути різними. Міцність зв'язків характеризується їх енергією, яку потрібно затратити для роз'єднання кристала на складові атоми, і називається енергією зв'язку.

Література [4, с. 32-50; 3, с. 24-62].

Тема 3. Дифузія газів і елементів у металах. Закони дифузії Фіка. Рух атомів і коефіцієнт дифузії. Дифузія елементів у твердих і рідких металах. Дифузія газів у твердих металах. Дифузія у твердих розчинах заміщення, по межах зерен і дислокаціях.

Методичні вказівки. У даній темі необхідно звернути увагу на важливість вивчення законів дифузії у металах і сплавах як для розуміння змін, що відбуваються у твердих тілах при високих температурах, оскільки процеси дифузії багато в чому визначають кінетику процесів виділення фаз, окиснення, повзучості і т. д., так і для отримання відомостей про поведінку точкових дефектів у кристалах.

Література [2, с. 75-179; 4, с. 147-166].

Тема 4. Кристалізація рідин. Утворення зародків гомогенне і гетерогенне. Нормальна кристалізація і зонне плавлення. Морфологія поверхні розділу кристал-розплав. Дефекти при кристалізації металів. Ліквіація і розмір зерна при затвердінні зливків.

Методичні вказівки. Вивчаючи цю тему, студент повинен зрозуміти фізичні, кінетичні та енергетичні основи процесу

кристалізації, механічні аспекти, що супроводжують процес затвердіння, знати, що при перетвореннях у твердому стані розрізняють два типи зародкоутворення: гомогенне і гетерогенне зародження. Існують два основні способи проведення контрольованого процесу кристалізації розчинів - нормальна кристалізація і зонне плавлення. Студент-матеріалознавець повинен знати, які дефекти виникають у виливках під час кристалізації, і заходи боротьби з ними та як, змінюючи умови кристалізації, звести до мінімуму таке дуже небажане явище, що несприятливо впливає на механічні і фізичні властивості металів, як ліквіація.

Література [1, с. 155-222].

Тема 5. Фазові перетворення у матеріалах. Стійкість початкового стану. Теорія процесу зародження нової фази і її збільшення, гомогенний і гетерогенний механізм. Перетворення при постійному складі. Поліморфні перетворення і впорядковане мартенситне перетворення. Виділення з пересиченого твердого розчину.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми необхідно з'ясувати поняття флуктуації та її типи, як відбуваються процеси зародження і збільшення, вивчити прості фазові перетворення (поліморфні, масивні і мартенситні реакції), які відбуваються без зміни фазового складу.

Література [1, с. 329-350; 4, с. 227-308].

Тема 6. Вплив зовнішніх дій на процеси формування відливачь. Кавітаційні потоки. Фактори, що визначають розподіл швидкостей у поперечному перерізі потоку металу. Морфологія кристалічної структури. Вплив вібрацій на морфологію дендритів. Перерозподіл домішок при затвердінні.

Методичні вказівки. Особливу увагу при вивченні цієї теми необхідно приділити процесам, які відбуваються при формоутворенні виливків. При розробленні схем підведення металу до виливка необхідно враховувати турбулентність потоку рідкого металу, утворення вихорів і прикордонного шару

на поверхнях форми та кавітаційні явища. Накладення віброімпульсних дій сприяє значній активації неметалічних частинок як центрів кристалізації, очищенню поверхні твердого тіла від можливих забруднень і створює сприятливі умови для дроблення частинок твердої фази у ході обробки. На формування розмірів дендритів і розвитку дендритної неоднорідності впливають зовнішні магнітні поля, які забезпечують поліпшення якості безперервнолитої заготовки у зоні стовпчастих (дендритних) кристалів за рахунок їх подрібнення і ущільнення та підвищують чистоти металу в цій зоні.

Література [1, с. 227-273].

Тема 7. Модифікування металів. Теоретичні основи модифікування. Вибір раціональних модифікаторів I роду і визначення оптимальної кількості. Модифікатори II роду для металевих сплавів.

Методичні вказівки. У ході вивчення теми необхідно навчитися з'ясувати, як за механізмом дії розрізняють модифікатори, способи їх дії, вплив модифікаторів на властивості виливків і зливків сталей та сплавів.

Література [2, с. 195-233].

Тема 8. Фізика простих рідин. Структура простих рідин. Дифракція рентгенівських променів, нейтронів та електронів. Плавлення та моделі рідкого стану.

Методичні вказівки. У даній темі необхідно звернути увагу на методи прямого дослідження структури рідин, що здійснюється за допомогою дифракції рентгенівського проміння, нейтронів і електронів. Аналіз кривих розсіяння рентгенівського проміння рідинами привів до уявлення про те, що в рідині зберігається лише ближній порядок у розташуванні частинок. Електроніографія має перевагу перед рентгенівським структурним аналізом завдяки незрівнянно сильнішій взаємодії електронів із речовиною, а також можливості створення

світлосильного пучка в колоні електронного мікроскопа. Метод нейтронографії дозволяє вирішувати питання, що пов'язані із структурою речовини, наприклад, дослідження будови біополімерів, аморфних тіл, мікроструктури спеціальних сплавів, дозволяє вивчати фазові переходи. Студент повинен мати уявлення про моделі рідкого стану і структуру рідини, оскільки зміни коливальної енергії атомів і ентропії речовин роблять визначальний вплив на різні фізичні явища, пов'язані із плавленням.

Література [2, с. 39-59].

Тема 9. Властивості металів високої чистоти. Методи очищення металів від домішок. Дослідження ступеня чистоти металів. Вплив домішок на фазові перетворення, механічні властивості.

Методичні вказівки. При вивченні даної теми необхідно з'ясувати, що отримання металів високої чистоти має дуже велике значення, оскільки це дозволяє проводити дослідження дефектів ґраток у результаті усунення взаємодії з домішками. Вплив домішок на властивості може вивчатися на сплавах, склад яких відомий абсолютно точно завдяки використанню металів високої чистоти. Високий ступінь чистоти металів призводить до появи у них властивостей, яких не мають метали звичайної чистоти. Студент повинен вміти проводити класифікацію домішок, які входять до складу сталі та сплавів, знати основні металургійні способи і методи теперішньої обробки сталі щодо зниження вмісту газів і неметалічних включень.

Література [1, Вип. 2, с. 432-467].

3. СПИСОК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

1. Властивості рідких та твердих матеріалів.
2. Основні закони термодинаміки.
3. Утворення зародків за гомогенним і гетерогенним механізмами.
4. Процес зонного плавлення і його особливості.
5. Вплив ліквідації на розмір зерна при формоутворенні зливків.
6. Фізичні процеси при мартенситному перетворенні.
7. Основні положення законів дифузії Фіка.
8. Дифузійні процеси у твердих розчинах.
9. Вплив вібрації на морфологію дендритів.
10. Вплив магнітного поля на кристалізацію матеріалу.
11. Призначення та види модифікаторів I роду.
12. Визначення оптимальної кількості модифікаторів II роду.
13. Вивчення структури рідин за допомогою дифракції рентгенівських променів, нейтронів та електронів.
14. Види дефектів при кристалізації металів.

4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ДОМАШНІХ ЗАВДАНЬ

- 4.1. Мета та задачі індивідуальних домашніх завдань
- Індивідуальні (обов'язкові) домашні завдання та виконання їх студентами на високому рівні ставлять за мету такі задачі:
- систематизацію, поглиблення, закріплення та розширення теоретичних і практичних знань з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів»;
 - застосування цих знань при розв'язуванні конкретних науково-дослідницьких та інженерно-фізичних задач;

- розвиток навичок самостійної роботи з використанням літератури та інформаційно-технічних засобів.

Результатом виконання індивідуального (обов'язкового) домашнього завдання є звіт у вигляді реферату з обраної студентом тематики згідно з питаннями, які вивчаються дисципліною.

4.2 Теми індивідуальних домашніх завдань

Індивідуальні (обов'язкові) домашні завдання з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» виконуються за такою тематикою:

1. Зв'язок властивостей рідких та твердих матеріалів.
2. Ентропія та другий закон термодинаміки.
3. Гетерогенне утворення зародків.
4. Особливості зонного плавлення.
5. Ліквіація й розмір зерна при формоутворенні зливків.
6. Упорядковане мартенситне перетворення.
7. Закони дифузії Фіка.
8. Дифузія у твердих розчинах заміщення.
9. Дендрити. Їх утворення та вплив зовнішніх факторів на морфологію дендритів.
10. Визначення оптимальної кількості модифікаторів I роду.
11. Дифракція рентгенівських променів та електронів.
12. Вплив домішок на фазові перетворення і властивості матеріалів.
13. Дефекти при кристалізації металів та шляхи їх усунення.
14. Поняття про в'язкість. В'язкість рідких металів.
15. Вплив легуючих елементів та шкідливих домішок на в'язкість заліза та сплавів.
16. Металевий зв'язок та кристали з таким типом зв'язку.
17. Кристали з ковалентним зв'язком.
18. Іонний зв'язок та іонні кристали.
19. Дифузія газів у металах і сплавах.

20. Вплив модифікаторів II роду на властивості сталей і сплавів.

21. Рафінування як один із методів очищення металів.

22. Методи оцінки ступеня чистоти речовин.

23. Суть рекристалізації. Її види та призначення.

24. Прямая і обернена ліквідація.

25. Використання полігонізації для усунення дефектів кристалічної будови матеріалів.

26. *Студент сам обирає тему ІДЗ.*

4.3. Вимоги до оформлення індивідуальних домашніх завдань

Реферат повинен мати логічну структуру та складатися з таких частин:

- титульний аркуш із темою даної роботи;
- реферат;
- зміст;
- вступ;
- оригінальна частина;
- висновки;
- список використаних джерел (або література);
- додатки (якщо є необхідність).

Тема реферату повинна бути розкрита всебічно, повно, обґрунтовано.

Реферат повинен містити:

- об'єкт дослідження;
- мету роботи;
- відомості про обсяг (кількість сторінок), кількість рисунків, таблиць, використаних літературних джерел та додатків;
- перелік ключових слів, які несуть смислове навантаження за темою індивідуального домашнього завдання.

Реферат має обсяг до 2/3 сторінки, ключові слова повинні бути надруковані через вільний рядок з нового рядка. Ключові

слова (5 – 8 слів або словосполучень) наводяться в називному відмінку, друкуються великими літерами в рядок через кому.

Зміст включає найменування і нумерацію початкових сторінок вступу, всіх розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів, висновків, літератури, додатків.

Вступ розкриває сутність теми реферату або поставленого завдання.

Оригінальна частина складається із розділів. Кожний розділ починається з нової сторінки, заголовки пишуться великими літерами. Розділи можуть поділятися на підрозділи, які, в свою чергу, – на пункти. Заголовки підрозділів та пунктів пишуться маленькими літерами.

У висновках викладають основні ідеї та думки, які наведено в роботі.

Основна мова роботи – українська, російська.

Загальні вимоги до тексту

Текст роботи друкується за допомогою комп'ютера і принтера з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210 x 297 мм) без рамки. Набір тексту здійснюється з використання текстового редактора Word. При цьому рекомендується використовувати шрифти типу Times New Roman розміром 14 пунктів. Текст необхідно розміщати, залишаючи поля паперового аркуша таких розмірів:

- ліве – 25 мм;
- праве – 15 мм;
- верхнє та нижнє – 20 мм.

Якщо студент виконує роботу без допомоги персонального комп'ютера, то вимоги до формату залишаються, текст повинен бути написаний чітким, розбірливим почерком, грамотно, висота букв не менше ніж 2,5 мм. Для написання роботи використовуються чорнила (паста) синього або чорного кольору.

Абзац у тексті починають з відступу. Абзацний відступ першого рядка (новий рядок) повинен бути не більше 1 см.

Обсяг реферату повинен бути не менше 10-15 сторінок, включаючи ілюстрації і таблиці.

Текст основної частини роботи ділять на розділи, підрозділи, пункти та підпункти (за необхідності).

Заголовки структурних частин («ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «ЛІТЕРАТУРА», «ДОДАТКИ») друкуються великими літерами по середині рядка. Усі інші заголовки (підрозділів та пунктів) друкуються з першої великої літери. У кінці заголовків крапку не ставлять. Якщо заголовок містить два речення, їх відокремлюють крапкою. Заголовок і текст відділяють один від одного порожнім рядком. Якщо між двома заголовками тексту немає, то відокремлювати їх порожнім рядком не потрібно. Після закінчення тексту пункту (підрозділу) перед заголовком нового пункту пропускаються два порожніх рядки. Кожна структурна частина роботи починається з нового аркуша.

Правила нумерації такі:

- структурні частини, як «Зміст», «Вступ», «Висновки», «Література» та «Додатки», не нумеруються;
- номери мають розділи, підрозділи, пункти та підпункти;
- нумерація розділів, підрозділів, пунктів, рисунків, таблиць, формул, рівнянь здійснюється арабськими цифрами без знака «№»;
- номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ» (наприклад, РОЗДІЛ 1);
- підрозділи нумеруються в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою, наприклад: - 1.1 (перший підрозділ першого розділу).
- пункти нумеруються в межах кожного розділу. Номер пункту складається з номера розділу та порядкових номерів підрозділу та пункту, відокремлених крапками, наприклад: - 1.1.1 (перший пункт першого підрозділу першого розділу);
- заголовок підрозділу друкують з нового рядка, який йде

за номером розділу. Заголовки підрозділів та пунктів наводяться після їх номерів через пробіл;

- у кінці нумерації розділів, підрозділів та пунктів крапка не ставиться;
- нумерація сторінок подається арабськими цифрами. Першою сторінкою роботи є титульний аркуш, який входить до загальної нумерації сторінок роботи. Номер сторінок на титульному аркуші, рефераті та змісті не зазначаються. На наступних аркушах номер проставляють у правому нижньому куті без крапи у кінці;
- усі сторінки тексту нумеруються послідовно, включаючи список використаних джерел та додатки.

Правила оформлення таблиць та ілюстрацій

Цифровий матеріал оформляють у вигляді таблиць, які нумеруються згідно з нумерацією розділу послідовно.

Наприклад,

Таблиця 1.7 – Енергія зв'язку і деякі властивості кристалів

Таблицю з великою кількістю рядків допускається переносити на наступний аркуш; при перенесенні частини таблиці на інший аркуш її заголовок зазначають тільки один раз над першою частиною, над іншими частинами ліворуч пишуть «Продовження таблиці 1.7».

Ілюстрації позначають відповідно словами «рисунок» і нумерують послідовно в межах кожного розділу.

На всі таблиці й ілюстрації повинні бути посилання в тексті. Слова «рисунок» і «таблиця» у підписах до рисунка або таблиці не скорочують, але у посиланнях на них у тексті вони скорочуються. Номер таблиці (ілюстрації) повинен складатися з номера розділу й порядкового номера таблиці (ілюстрації), розділених крапкою. Наприклад, рис. 1.2 або табл. 1.7.

Ілюстрації повинні бути виконані за допомогою комп'ютерної техніки або чорнилом чи пастою чорного кольору і мати підрисунковий підпис. Слово «Рисунок», номер і

найменування ілюстрації поміщають під ілюстрацією, відокремлюючи знаком тире номер від найменування. Крпка наприкінці нумерації й найменувань ілюстрацій не ставиться. Не допускається перенесення слів у найменуванні рисунка. Якщо на рисунку є цифри, що позначають окремі елементи (на схемах, графіках та ін.), то це пояснювальні дані.

Наприклад:

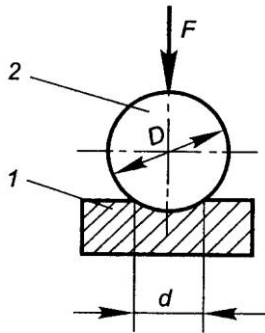


Рисунок 4.20 - Схема випробовування при визначенні твердості за Брінеллем:

1 — зразок; 2 — кулька; F — сила, що діє на кульку; D — діаметр кульки; d — діаметр відбитка

Правила оформлення формул та рівнянь

Формули й рівняння в тексті роботи (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу подвійною нумерацією. Номер формули (рівняння) складається з номера розділу й порядкового номера формули (рівняння) у цьому розділі, розділених крапкою. Номери формул (рівнянь) пишуться в круглих дужках біля правого поля аркуша на рівні формули (рівняння).

Наприклад: (5.2) – друга формула п’ятого розділу.

Формули (рівняння) потрібно виділяти з тексту в окремий рядок і розмішувати посередині рядка. Вище й нижче кожної формули й рівняння залишається по одному вільному рядку;

посилання на формули у тексті роботи подаються у круглих дужках; пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу або рівняння, потрібно проводити безпосередньо після формули у тій самій послідовності, у якій вони подані у формулі, але за винятком тих, про які вже згадувалось у тексті вище. Значення кожного символу записують через крапку з комою, перший рядок пояснення починають зі слів «де» без абзацу й без двокрапки.

Наприклад:

$$\Delta E = Q - W, \quad (1.1)$$

де ΔE – зміна енергії системи в даному процесі; Q – кількість тепла, одержаного системою; W – робота, вироблена системою.

Після розшифрування символів з абзацу іде текст (вільний рядок не залишається).

Рисунки, таблиці, формули та рівняння повинні бути пронумеровані відповідно до порядку посилання на них у тексті реферату.

Правила оформлення літератури

Література наводиться на мові оригіналу (українською, російською, англійською та ін.). Назви деяких міст пишуть скорочено однією літерою або двома літерами з крапкою (Москва – М.; Київ (Київ) – К.; Ленінград – Л.; Мінск – Мн.; Санкт-Петербург – СПб.; London – L.; New-York – N.-Y.). Усі інші міста пишуть повністю: Харків (Харьков), Івано-Франківськ (Івано-Франковск), Львів (Львов) та ін. Цитовані джерела нумеруються за порядком цитування у тексті. Посилання на літературні джерела в тексті наводяться у вигляді номера відповідно до бібліографічного списку. Номер джерела наводиться у квадратних дужках. (наприклад: [1], [2 - 4], [3, 4]). Цитована література у розділі «Список використаних джерел (або література)» розміщується послідовно в порядку появи посилань у тексті роботи.

Наприклад,

1. Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий.- М.: Металлургия, 1980.- 320 с.

Правила оформлення додатків

Додатки оформляються наприкінці тексту і розміщуються в порядку появи на них посилань у тексті реферату.

Кожен додаток починається з нового аркуша із наведенням посередині слова «ДОДАТОК», надрукованого великими літерами. Додаток повинен мати заголовок, що розміщується з нового рядка по центру аркуша із великої літери. Додатки позначають великими літерами українського алфавіту, починаючи з букви А.

Наприклад: ДОДАТОК А, ДОДАТОК Б.

У додатках можна розміщати за необхідності таблиці, графіки, типові розрахунки.

Зразки титульного аркуша (перша сторінка), реферату та змісту роботи наведено в додатках А-В. Закінчену роботу студенти подають на кафедру відповідно до термінів, визначених навчальним графіком.

5. КОНТРОЛЬ ЗНАТЬ СТУДЕНТА

5.1. Питання, що виносяться на тестування

1. Який стан речовини називається конденсованим?
2. Атомна будова для кристалічних речовин характеризується...
3. Що таке анізотропія?
4. Координаційне число – це...
5. Ентропія визначається за формулою ... (розшифрувати символи).
6. Дати статистичне визначення ентропії.
7. Про близькість будови рідких і твердих металів свідчить....
8. Формулювання другого закону термодинаміки.
9. Система – це...

10. Система може бути...
11. Що таке компоненти?
12. Що характеризує правило фаз Гіббса.
13. Що таке фаза?
14. Сформулюйте правило фаз.
15. Що таке чинники рівноваги системи?
16. Дати визначення ступеня вільності або варіантності системи.
17. Формулювання правила фаз для однокомпонентної системи.
18. Розшифруйте позначення, які входять до правила фаз:
 $C = K + n - f$.
19. Дати визначення сплаву.
20. Дати визначення твердого розчину.
21. Дати визначення хімічної сполуки.
22. Як відбувається утворення механічної суміші?
23. В яких координатах будується діаграма стану сплавів?
24. Що таке критична точка?
25. Концентрація сплаву визначається згідно з формулою
26. Яка з діаграм відповідає системі з повним розчиненням компонентів?
27. Що таке солідус і ліквідус?
28. Що таке кластери?
29. Які чинники впливають на зміну об'єму металів при плавленні?
30. Зміна питомого електроопору металів при плавленні в основному визначається такими чинниками...
31. Що таке в'язкість?
32. Дати позначення і визначення динамічної в'язкості.
33. Дати визначення і позначення кінематичної в'язкості.
34. Методи вивчення в'язкості бувають...
35. Якими приладами вимірюється в'язкість?
36. Як впливають легуючі елементи на в'язкість рідкого заліза?
37. Чим можна пояснити явище гістерезису в'язкості у сталях і сплавах?

38. Що таке критична температура виплавки?
39. Що таке кристалічна ґратка?
40. Які електрони називаються валентними?
41. У чому полягають структурні особливості матеріалу?
42. Які ви знаєте фазові особливості матеріалу?
43. Перелічіть електронно-зонні характеристики, що розглядаються в матеріалознавстві.
44. Як виникають сили тяжіння і сили відштовхування у кристалах?
45. Які бувають типи хімічних зв'язків?
46. На якому з рисунків наведений іонний кристал?
47. Які кристали мають металевий тип зв'язку?
48. Назвати типи кристалічних ґраток для металів.
49. Якою формулою описується потенціал Леннарда-Джонса і що означають наведені в ній позначення?
50. Дати визначення енергії зв'язку кристалів і розшифрувати наведені позначення.
51. Що таке атомний радіус вільного атома?
52. Назвіть розмірність атомного радіуса.
53. Що таке поліморфізм?
54. Які з модифікацій є низькотемпературними?
55. Які основні квантові числа визначають стан електрона?
56. Що відображає принцип Паулі?
57. Дайте характеристику структури рідини.
58. У чому сутність теорії будови рідини за Ван-дер-Ваальсом?
59. У чому сутність теорії Френкеля будови рідини?
60. Дайте характеристику явища кристалізації.
61. Що є необхідною умовою для реалізації процесу кристалізації?
62. Що таке флуктуація енергії?
63. Що таке критичний розмір зародка $R_{кр}$?
64. У чому сутність гетерогенного утворення зародків з рідини?
65. Які фізичні ефекти сприяють зародкоутворенню?
66. Нормальна кристалізація - це...

67. Що таке зонне плавлення?
68. Які основні параметри зонного плавлення відповідають за процес утворення зливка?
69. Які фізичні дефекти утворюються в сплавах під час його росту?
70. Які механізми обумовлюють утворення дислокацій під час росту кристала?
71. Роль термічних напруг при вирощуванні кристалів (зливка).
72. У чому причина утворення випадкових кристалів при вирощуванні монокристалів?
73. Чим визначається розмір зерна в зоні стовпчастих кристалів?
74. Чим відрізняється нормальна ліквіація від зворотної?
75. У чому причина утворення включень у виливках?
76. Що загального в механізмі фазових перетворень у рідкому й твердому станах?
77. Які міжфазні межі можуть утворюватися між ґратками з фаз, що доторкаються?
78. Що таке модифікатори?
79. У чому відмінність модифікаторів I й II родів?
80. Які фазові перетворення відбуваються без змін складу?
81. У чому особливість мартенситного перетворення?
82. Що загального між дифузією за вакансіями і міжвузловинами?
83. Як впливає на рідкотечійність розплаву заліза вміст газів і неметалічних включень?

5.2. Приклад тесту

Що таке фаза?

а) Фазою називається частина системи, обмежена незамкнутою поверхнею, і така, що не володіє певним набором фізичних і хімічних властивостей.

б) Фазою називається частина системи, що складається з одного або декількох компонентів, з певними фізичними і

механічними властивостями.

в) Фазою називається частина системи, обмежена замкнутою поверхнею, що має певний набір фізичних і хімічних властивостей і відмінна хоча б за одним із цих параметрів від властивостей системи поза замкнутою поверхнею (*правильна відповідь*).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Физическое металловедение / под. ред. Р.Кана. – М.: Мир, 1967-1968 (1987), Вип. 1 (Том 1). – 334 (640) с., Вип. 2 (Том 2). – 490 (624) с., Вип. 3 (Том 3). – 484 (663) с.

2. Ершов Г.С. Строение и свойства жидких и твердых металлов / Г.С. Ершов, В.А. Черняков. – М.: Металлургия, 1978. – 248 с. (<ftp://lib.localnet/ebooks/nashiskanirovannie/1083.pdf>).

3. Уманский Я.С. Физика металлов / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков. – М.: Атомиздат, 1978. – 352с. (<ftp://lib.localnet/ebooks/nashiskanirovannie/1082.pdf>).

4. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение / Л. Ван Флек. (Пер. с англ.). – М.: Атомиздат, 1975. – 472 с.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА «Експлуатація та ремонт машин»

ОБОВ'ЯЗКОВЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ
з дисципліни «ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛІВ»

Варіант ____

Виконав _____ студент групи
(особистий підпис студента) (прізвище, ініціали)

Перевірив _____ викладач
(особистий підпис викладача) (прізвище, ініціали)

Кропивницький 20__

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)
Зразок оформлення реферату

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження є... .

Мета роботи полягає у

Робота викладена на 15 сторінках, у тому числі включає 8 рисунків, 2 таблиці, список цитованої літератури із 11 джерел та 2 додатків на 2 сторінках.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ..., ..., ... (5 - 8 слів або словосполучень великими літерами у називному відмінку).

ДОДАТОК В
(обов'язковий)
Зразок оформлення змісту

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 НАЗВА ПЕРШОГО РОЗДІЛУ	
(великими літерами)	5
1.1 Назва підрозділу	6
1.1.1 Назва пункту	6
1.1.2 Назва пункту	8
1.1.3 Назва пункту	10
РОЗДІЛ 2 НАЗВА ДРУГОГО РОЗДІЛУ	
(великими літерами)	12
2.1 Назва підрозділу.....	12
2.2 Назва підрозділу.....	15
РОЗДІЛ 3 НАЗВА ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ	
(великими літерами)	17
3.1 Назва підрозділу	18
3.2 Назва підрозділу	19
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
(або ЛІТЕРАТУРА).....	22
ДОДАТКИ	23