



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

6033 Методичні вказівки
до самостійної роботи
з дисципліни «**Основи процесів конденсації
та кристалізації матеріалів**»
для здобувачів спеціальності
132 «Матеріалознавство»
усіх форм здобуття вищої освіти

Суми
Сумський державний університет
2024

Методичні вказівки до самостійної роботи» із дисципліни «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів» / укладачі: Т. П. Говорун, Х. В. Берладір. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 30 с.

Кафедра прикладного матеріалознавства
і технології конструкційних матеріалів факультету ТеСЕТ

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	4
1. Мета та завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі та роль у підготовці фахівця.....	5
2. Зміст дисципліни.....	7
3. Список питань, винесених для поглибленого самостійного опрацювання.....	10
4. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи.....	10
4.1. Мета й задачі контрольної роботи.....	10
4.2. Завдання до контрольної роботи.....	11
4.3. Вимоги до оформлення контрольної роботи.....	13
5. Контроль знань студента.....	20
5.1. Питання, винесені на тестування.....	20
5.2. Приклад тесту.....	24
Список рекомендованої літератури.....	25
Додаток А (обов'язковий).....	27
Додаток Б (обов'язковий).....	28
Додаток В (обов'язковий).....	29

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 визначають двома факторами:

- а) скільки студент навчається сам;
- б) що вміє робити з одержаними знаннями.

Тому навчальний процес повинен складатися із п'яти етапів:

- 1) викладач дає основи знань із 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 відповідно 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 із навчальним матеріалом, стимулювання професійного зростання студентів та виховання їх творчої активності.

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

«Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів» – дисципліна, що вивчає особливості будови кристалічних ґраток різноманітних елементів та сполук, закони кристалографії, основи фізичних і фізико-хімічних процесів, що відбуваються в конденсованих системах під впливом зовнішніх дій.

Установлення 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.

Метою навчальної дисципліни є оволодіння студентами навичками, які дозволяють продовжувати вчитися й користуватися сучасними знаннями особливостей будови кристалічних ґраток різноманітних елементів та сполук, основних законів кристалографії, фізико-хімічних процесів, що відбуваються в конденсованих системах; методами забезпечення та контролю якості матеріалів; уміннями поєднувати теорію та практику для розв'язування завдань матеріалознавства.

Процес вивчення дисципліни надасть майбутнім фахівцям знання про основи фізичних процесів, які відбуваються в конденсованих системах під впливом термічних, механічних та інших дій.

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

–*розуміти* основні закони термодинаміки, основні закономірності щодо формування твердого стану металів і фазових перетворень у конденсованих системах, фізичну сутність дифузійних процесів у твердому стані та орієнтуватися в складних питаннях взаємодії та перетворень де-

фактів атомної будови, фізичної термодинаміки, фізики поверхневих явищ, теорії дифузії, фізики кристалізаційних процесів, кінетики росту зерен тощо; знаходити логічні зв'язки між суто фізичними явищами й розв'язувати задачі теоретичного та прикладного напрямків;

– **уміти** визначати елементи симетрії кристалів; індиціювати вузли, напрями кристалів; використовувати прилади під час визначення мікротвердості та кутів між гранями кристалів, дефекти реальної будови кристалічних структур; вирішувати типові кристалографічні задачі за допомогою сітки Вульфа;

– **застосовувати** розуміння теоретичних основ фізики твердого тіла, його будови, ролі дефектів та їх використання для вирішення завдань прикладного матеріалознавства; у разі вивчення поведінки під час здійснення структурного аналізу, дослідження фізичних, механічних властивостей матеріалів та оброблення й інтерпретації результатів цих випробувань, оцінювати можливий вплив спостережуваних термодинамічних процесів та явищ на зміни структури та відповідно властивостей металів та сплавів.

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

- основні поняття про будову кристалічних ґраток та визначення параметрів; ідентифікування та класифікацію кристалічних речовин; основні закони кристалографії; взаємозв'язок кристалічної будови з фізико-хімічними властивостями; загальні поняття про симетрію кристалів та типи зв'язків у кристалах; дефекти кристалічних структур, механічні та фізичні властивості мінералів;

- основні закони термодинаміки під час використання 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 та швидкості охолодження;

уміти визначати елементи симетрії кристалів; індуювати вузли, напрями кристалів; використовувати прилади під час визначення гідростатичної ваги, мікротвердості та кутів між гранями кристалів; визначати дефекти реальної будови кристалічних структур; розв'язувати типові кристалографічні задачі за допомогою сітки Вульфа.

Дисципліна «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів» є складовою підготовки фахівців-матеріалознавців і безпосередньо пов'язана з нормативними дисциплінами професійної підготовки «Матеріалознавство», «Термічна обробка», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів», «Методи дослідження фізичних властивостей матеріалів», «Методи структурного аналізу матеріалів», «Неметалеві матеріали» тощо.

2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія

Тема 1. Кристалографія. Вступ

Основні поняття, визначення й закони. Аморфні та кристалічні тіла. Поняття анізотропії та симетрії кристалів. Властивості кристалів. Структура кристала. Поняття просторової ґратки. Закон постійності (сталості) кутів кристалів. Закон Гаюї, або закон цілих чисел. Симетрія кристалічних багатогранників. Принцип Кюрі. Одиничні напрями. Сингонії кристалів. Комірки Браве. Антисиметрія.

Тема 2. Кристалохімія

Основні поняття. Типи хімічних зв'язків. Координаційне число. Типи кристалічних структур. Ізоморфізм та поліморфізм.

Тема 3. Мінералогія

Історія розвитку. Морфологія мінералів. Класифікація мінералів. Природні мінерали. Штучні мінерали. Властивості мінералів. Фізичні та оптичні властивості мінералів. Механічні властивості мінералів. Методи діагностики й дослідження мінералів.

Модуль 2. Фізика конденсованого стану матеріалів

Тема 4. Основні поняття дисципліни. Термодинаміка в металургії

Зв'язок властивостей рідких і твердих матеріалів. Плавлення та моделі рідкого стану. Характеристики рідкого металу. Ентропія та другий закон термодинаміки. Правило фаз (Гіббса). Основні поняття для визначення діаграм стану. Зміна властивостей і характеристик матеріалів під час плавлення. Зміна об'єму металів під час плавлення. Зміна питомого електроопору металів під час плавлення. В'язкість рідких металів. Зміна об'єму металу під час плавлення та питомого електроопору. В'язкість рідких металів.

Тема 5. Класифікація твердих тіл

Атомна будова матеріалів. Міжатомна взаємодія. Іонні, ковалентні й металеві кристали.

Тема 6. Дифузія газів та елементів у металах

Закони дифузії Ефект Кіркендала. Фіка. Дифузія елементів у твердих і рідких металах. Методи визначення

коефіцієнтів дифузії в рідких металах. Дифузія у твердих розчинах.

Тема 7. Кристалізація рідин

Енергетичні умови процесу кристалізації. Схема процесу кристалізації. Основи фазових перетворень. Кінетика кристалізації. Теорія процесів затвердіння. Способи проведення контрольованого процесу кристалізації. Дефекти під час кристалізації металів. Дефекти при кристалізації металів. Ліквіація і розмір зерна під час затвердіння зливків.

Тема 8. Фазові перетворення в матеріалах

Стійкість вихідного стану. Процеси зародження. Процеси росту. Перетворення при сталому складі.

Тема 9. Вплив зовнішніх дій на процеси формування відливань

Основні процеси при формоутворенні виливків. Вплив зовнішніх дій на гідродинамічні процеси лиття. Кавітаційні процеси. Вплив зовнішніх дій під час кристалізації металів.

Тема 10. Модифікування металів

Загальні уявлення про модифікацію. Типи домішок-модифікаторів і їх ефективність.

Тема 11. Фізика простих рідин

Структура простих рідин. Дифракція рентгенівських променів. Дифракція електронів (електронографія). Дифракція нейтронів (нейтронографія).

Тема 12. Властивості металів високої чистоти

Класифікація домішок, що входять до складу сталі. Способи оцінки ступеня чистоти речовин. Методи очищення металів від домішок. Рафінування. Промислове

очищення металів. Методи кристалізацій рафінування. Застосування зонного плавлення для очищення металів.

3. СПИСОК ПИТАНЬ, ВИНЕСЕНИХ ДЛЯ ПОГЛИБЛЕНОГО САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

1. Властивості рідких та твердих матеріалів.
2. Три закони термодинаміки.
3. Утворення зародків за гомогенним і гетерогенним механізмами.
4. Процес зонного плавлення та його особливості.
5. Вплив ліквідації на розмір зерна під час формоутворення зливоків.
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 під час кристалізації металів.

4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

4.1. Мета й завдання контрольної роботи

Контрольна робота та виконання її студентами на високому рівні ставлять за мету такі завдання:

– систематизацію, поглиблення, закріплення та розширення теоретичних і практичних знань із дисципліни «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів»;

– застосування цих знань під час розв’язування конкретних науково-дослідницьких та інженерно-фізичних задач;

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

Результатом виконання контрольної роботи є звіт, який включає виконані завдання із 2 частин дисципліни.

4.2. Завдання до контрольної роботи

Завдання до контрольної роботи із частини дисципліни «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»

Завдання 1 до контрольної роботи із частини дисципліни «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія» – це розв’язання кристалографічних задач за допомогою стереографічної сітки Г. В. Вульфа.

Приклад завдання наведено в таблиці 4.1.

Методика розв’язання типових кристалографічних задач за допомогою стереографічної сітки Г. В. Вульфа наведена в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів»: у 2 ч. Ч. 1. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія (Лабораторна робота 2. Визначення параметрів кристалів за допомогою стереографічної сітки Вульфа) [3].

Завдання до контрольної роботи з частини дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів»

Завдання 2 до контрольної роботи з частини дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» виконують за тематикою, наведеною нижче.

1. Зв'язок властивостей рідких та твердих матеріалів.

2. Ентропія та другий закон термодинаміки.

3. Гетерогенне утворення зародків.

Таблиця 4.1 – Приклад завдання 1 до контрольної роботи. Варіант 0

№ пор.	Умови задачі	Грані, осі	Вихідні дані	
			φ	ρ
1	Побудуйте стереографічну проєкцію полюса грані a b	a	310	40
		b	160	70
2	Побудуйте стереографічну проєкцію осі симетрії L_3 і L_4	L_3	80	38
		L_4	260	30
3	Визначте кут α між заданими полюсами двох граней a і b	a	70	62
		b	140	80
4	Через точки проєкції граней a і b проведіть велике коло, знайдіть його полюс і визначте координати цього полюса	a	110	52
		b	280	17
5	Знайдіть велике коло за заданим полюсом P	P_1	115	31
		P_2	72	82
6	Знайдіть кут β між двома заданими дугами, на яких розміщено по дві грані a, b, c, d	a	215	71
		b	138	52
		c	89	13
		d	178	81
7	Знайдіть загальну грань a' для двох полюсів із розміщеними на кожному по дві грані a, b, c, d	a	348	56
		b	248	84
		c	82	23
		d	311	84

4. Особливості зонного плавлення.

5. Ліквіація й розмір зерна під час формоутворення 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 та властивості матеріалів.
13. Дефекти під час кристалізації металів та способи 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 оцінювання ступеня чистоти речовин.
23. Суть рекристалізації. Її види та призначення.
24. Пряма та обернена ліквідація.
25. Використання полігонізації для усунення дефектів кристалічної будови матеріалів.
- 26–30. *Студент сам обирає тему.*

4.3. Вимоги до оформлення контрольної роботи

Частина контрольної роботи із модуля 1 «Кристалоло-

графія, кристалохімія та мінералогія» передбачає розв'язання кристалографічних задач за допомогою стереографічної сітки Г. В. Вульфа за таблицями із завданням згідно з варіантом та методикою розв'язання типових кристалографічних задач за допомогою стереографічної сітки Г. В. Вульфа, наведеної в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт [3].

Частина контрольної роботи з модуля 2 «Фізика конденсованого стану матеріалів» повинна дати розширену відповідь за однією із тем, яку пропонує викладач, або студент сам може обрати тему відповідно до питань, які вивчають у дисципліні.

Контрольна робота повинна мати логічну структуру та складатися з таких частин:

- титульного аркуша з варіантом чи темою даної роботи;
- завдання до контрольної роботи;
- реферату;
- змісту;
- вступу;
- оригінальної частини, яка складається з двох виконаних завдань;
- висновків;
- списку використаних джерел (або літератури);
- додатків (якщо є необхідність).

Тема згідно із завданням 2 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 наван-

таження за темою контрольної роботи.

Реферат має обсяг до 2/3 сторінки, ключові слова повинні бути надруковані через вільний рядок із нового рядка. Ключові слова (5–8 слів або словосполучень) наводять у називному відмінку, друкують великими літерами в рядок через кому.

Зміст містить найменування та нумерацію початкових сторінок вступу, усіх розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів, висновків, літератури, додатків.

Вступ розкриває сутність теми реферату або поставленого завдання.

Оригінальна частина складається з розділів. Кожний розділ починається з нової сторінки, заголовки пишуть великими літерами. Розділи можуть поділяти на підрозділи, які зі свого боку поділяють на пункти. Заголовки підрозділів та пунктів пишуть маленькими літерами.

У висновках викладають основні ідеї та думки, наведені в роботі.

Основна мова роботи – українська.

Загальні вимоги до тексту

Текст роботи друкують за допомогою комп'ютера та принтера з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210 мм x 297 мм) без рамки. Набір тексту здійснюється з використанням текстового редактора Word. При цьому рекомендовано 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 почер-

ком, грамотно, висота букв не менше ніж 2,5 мм. Для написання роботи використовують чорнила (пасту) синього або чорного кольору.

Абзац у тексті починають із відступу. Абзацний відступ першого рядка (новий рядок) повинен бути не більше 1 см. Обсяг роботи повинен бути не менше 10–15 сторінок, ураховуючи 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») друкують великими літерами по середині рядка. Усі інші заголовки (підрозділів та пунктів) друкують із 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 пропускають два порожніх рядки. Кожна структурна частина роботи починається з нового аркуша.

Правила нумерації такі:

- структурні частини, як «Зміст», «Вступ», «Висновки», «Література» та «Додатки», не нумерують;
- номери мають розділи, підрозділи, пункти та підпункти;
- нумерацію розділів, підрозділів, пунктів, рисунків, таблиць, формул, рівнянь здійснюють арабськими цифрами без знака «№»;
- номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ» (наприклад, РОЗДІЛ 1);
- підрозділи нумерують у межах кожного розділу.

Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою, наприклад: 1.1 (перший підрозділ першого розділу).

- пункти нумерують у 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);
- заголовки підрозділу друкують з нового рядка, який іде за номером розділу. Заголовки підрозділів та пунктів наводять після їх номерів через пробіл;
- у кінці нумерації розділів, підрозділів та пунктів крапку не ставлять;
- нумерацію сторінок подають арабськими цифрами. Першою сторінкою роботи є титульний аркуш, який входить до загальної нумерації сторінок роботи. Номер сторінок на титульному аркуші, рефераті та змісті не зазначають. На наступних аркушах номер проставляють у правому нижньому куті без крапки в кінці;
- усі сторінки тексту нумерують послідовно, включно зі списком використаних джерел та додатками.

Правила оформлення таблиць та ілюстрацій

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

Таблиця 1.7 – Енергія зв'язку та деякі властивості кристалів

Таблицю з великою кількістю рядків допустимо переносити на наступний аркуш; під час перенесення частини таблиці на інший аркуш її заголовок зазначають лише 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 та ілюстрації повинні бути посилання в тексті. Слова «рисунок» і «таблиця» у підписах до рисунка або таблиці не скорочують, але в посиланнях на них у тексті вони скорочуються. Номер таблиці (ілюстрації) повинен складатися з номера розділу й порядкового номера таблиці (ілюстрації), розділених крапкою. Наприклад, рисунок 1.2 або таблиця 1.7.

Ілюстрації повинні бути виконані за допомогою комп'ютерної техніки або чорнилом чи пастою чорного кольору й мати підрисунковий підпис. Слово «Рисунок», номер і найменування ілюстрації поміщають під ілюстрацією, відокремлюючи знаком тире номер від найменування. Крапку наприкінці нумерації та найменувань ілюстрацій не ставлять. 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:

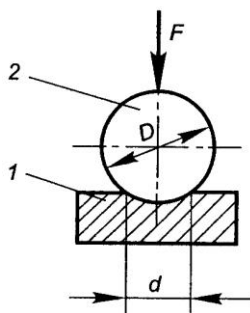


Рисунок 4.20 – Схема випробування під час визначення твердості за Брінеллем:

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 розміщувати посередині рядка. Вище й нижче кожної формули й рівняння залишається по одному вільному рядку; посилання на формули в тексті роботи подають у круглих дужках; пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули або рівняння, потрібно проводити безпосередньо після формули в тій самій послідовності, у якій вони подані у формулі, але за винятком тих, про які вже згадувалося в тексті вище. Значення кожного символу записують через крапку з комою, перший рядок пояснення починають зі слів «де» без абзацу й без двокрапки.

Наприклад:

$$\Delta E = Q - W, \quad (5.2)$$

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

Літературу наводять мовою оригіналу (українською, англійською та ін.). Список літератури (літературних дже-

рел) оформлюють відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 чи ДСТУ 8302:2015 [8].

Правила оформлення додатків

Додатки оформлюють наприкінці тексту й розміщують у порядку появи на них посилань у тексті реферату.

Кожен додаток починається з нового аркуша з 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 ЗНАНЬ СТУДЕНТА

5.1. Питання для тестування

1. Який стан речовини називають конденсованим?
2. Атомна будова для кристалічних речовин характеризується...
3. Що таке анізотропія?
4. Координаційне число – це...
5. Ентропію визначають 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. У яких координатах будують діаграму стану сплавів?
24. Що таке критична точка?
25. За якою формулою визначають концентрацію сплаву,
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 здебільшого визначається такими чинниками...
31. Що таке в'язкість?
32. Дати позначення та визначення динамічної в'язкості.
33. Дати визначення та позначення кінематичної в'язкості.
34. Методи вивчення в'язкості бувають...
35. Якими приладами вимірюють в'язкість?

36. Як впливають легуючі елементи на в'язкість рідкого заліза?
37. Чим можна пояснити явище гістерезису в'язкості в 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 й сили відштовхування в 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 описано потенціал Леннарда – Джонса та 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 під час вирощування монокристалів?

73. Чим визначається розмір зерна в зоні стовпчастих кристалів?

74. Чим відрізняється нормальна ліквідація 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 гратками з фаз, що доторкаються?

78. Що таке модифікатори? У чому відмінність модифікаторів I й II родів?

79. Які фазові перетворення відбуваються без змін складу?

80. У чому особливість мартенситного перетворення?

81. Що загального між дифузією за вакансіями і міжвузловинами?

5.2. Приклади тесту

1. Що таке фаза?

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

б) частина системи, що складається з одного або декількох компонентів, із певними фізичними й механічними властивостями;

в) 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**);

г) частина системи, у якій можуть бути хімічні індивіди (хімічні елементи, незалежні хімічні сполуки), між якими забезпечена можливість обміну енергією та дифузія.

2. Дати визначення сплаву.

а) сплав – макроскопічно неоднорідна концентрація компонентів, що входять до системи, зв'язує хімічні індивіди (хімічні елементи, незалежні хімічні сполуки), між якими забезпечена можливість обміну енергією та дифузія;

б) сплав – макроскопічно однорідна суміш двох або більшої кількості хімічних елементів із переважанням металевих компонентів. Основний або єдиною фазою сплаву зазвичай є твердий розчин легуючих елементів у металі, що є основою сплаву (**правильна відповідь**).

в) сплав – макроскопічно неоднорідна суміш двох або більшої кількості хімічних елементів із переважанням неметалічних чи композитних компонентів;

г) сплав – однорідна суміш двох або більшої кількості хімічних елементів із неметалевими включеннями. Основний або єдиною фазою сплаву зазвичай є рідкий розчин легуючих елементів у металі, що є основою сплаву.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бірюкович Л. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія : підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2019. 234 с.

2. Фізика конденсованого стану матеріалів : навч. посіб. / Т. П. Говорун, В. О. Пчелінцев, В. М. Радзівеський, Л. В. Носонова. Суми : СумДУ, 2015. 236 с.

3. Говорун Т. П., Берладір Х. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів» : у 2 ч. для студ. спец. 132 «Матеріалознавство» всіх форм навчання. Ч. 1 : Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Суми : СумДУ, 2022. 97 с.

4. Говорун Т. П., Берладір Х. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Основи процесів конденсації та кристалізації матеріалів» : у 2-х ч. для студ. спец. 132 «Матеріалознавство» всіх форм навчання. Ч. 2 : Фізика конденсованого стану матеріалів. Суми : СумДУ, 2022. 62 с.

5. Anthony R. West. Solid state chemistry and its applications / Second edition, student edition. (2014) 584 p.

6. Конспект лекцій із дисципліни «Кристалографія» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання / упоряд. : С. О. Колінько, Т. І. Бутенко, В. А. Ващенко. Черкас. держ. технол. університет. Черкаси : ЧДТУ, 2020. 99 с. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4011/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%20%D0%B7%20%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%97>.

7. Конспект лекцій із дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання / упоряд. : С. О. Колінько., Т. І. Бутенко, В. А. Ващенко. Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2021. 175 с. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4059/1/%D0%A4%D0%86%D0%97%D0%98%D0%9A%D0%90%20%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%A1%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E%20%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%A3%20%>.

8. Методичні рекомендації щодо підготовки і видання наукової та навчально-методичної літератури / укладачі: Н. З. Клочко, С. М. Симоненко. Суми : Сумський державний університет, 2021. 63 с.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

Зразок оформлення титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра прикладного матеріалознавства і ТКМ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з дисципліни «**Основи процесів конденсації
та кристалізації матеріалів**»

Варіант ____

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

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

Суми 20__

27

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

Зразок оформлення реферату

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження є... .

Мета роботи полягає у

Робота викладена на 22 сторінках, зокрема містить 8 рисунків, 2 таблиці, список цитованої літератури з 11 джерел та 2 додатків на 2 сторінках.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ..., ..., ... (5–8 слів або словосполучень великими літерами в 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
1.2 Назва підрозділу	11
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 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ).....	22
ДОДАТКИ	23

Електронне навчальне видання

6033 **Методичні вказівки**
до самостійної роботи
з дисципліни **«Основи процесів конденсації
та кристалізації матеріалів»**
для здобувачів спеціальності
132 «Матеріалознавство»
усіх форм здобуття вищої освіти

Відповідальний за випуск О. П. Гапонова
Редакторка О. Ф. Дубровіна
Комп'ютерне верстання Т. П. Говорун

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 1,63.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Харківська, 116, м. Суми, 40007

Свідоцтво про внесення суб'єкта господарювання до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів та розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 8193 від 15.10.2024.