

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до комплексної курсової роботи для студентів освітньо-
кваліфікаційного рівня «Магістр» спеціальності 132
«Матеріалознавство», освітня програма «Композиційні,
порошкові матеріали та покриття»

денної та заочної форми навчання

Методичні вказівки до комплексної курсової роботи для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні, порошкові матеріали та покриття» / уклад.: В. О. Савченко. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 30 с.

Укладач: В.А. Савченко, доцент, к.т.н.

Рецензент: В.М. Плєскач, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: В.А. Савченко, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні навчально-
методичної ради факультету
будівництва, архітектури та
дизайну

Затверджено
на засіданні кафедри
"Композиційні матеріали,
хімія та технології"

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Тематики досліджень для комплексної курсової роботи	7
2 Послідовність виконання комплексної курсової роботи	8
2.1 Підготовчий етап. Вибір теми	8
2.2 Інформаційний етап	9
2.3 Етап реконструкції	11
2.4 Аналітичний етап	11
2.5 Нормативний етап.	11
2.5.1 Написання тексту комплексної курсової роботи.	11
2.5.2 Оформлення тексту комплексної курсової роботи.	13
3 Основна частина комплексної курсової роботи	18
3.1 Наукова ККР	18
3.2 Конструкторська ККР	18
3.3 Технологічна ККР	22
4 Підготовка курсової роботи до захисту та захист	22
Рекомендована література	25
Додаток А	29
Додаток Б	31

ВСТУП

Підготовка комплексної курсової роботи є проміжною стадією навчання студентів в магістратурі, головною метою якої є оволодіння методологією творчого вирішення сучасних завдань наукового або прикладного характеру на основі отриманих знань та професійних умінь відповідно до вимог стандартів вищої освіти та/або освітньо-професійної програми.

Комплексна курсова робота (ККР)– це засіб діагностики ступеня сформованості компетентностей, вміння вирішувати типові завдання, діяльності згідно з вимогами стандартів вищої освіти.

В процесі виконання ККР студент повинен отримати:

Загальні компетентності:

1. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. **КЗ.02.**
2. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

КЗ.03.

3. Здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді обґрунтованих інноваційних рішень. **КЗ.04.**

4. Навички використання новітніх інформаційних технологій.

КЗ.05

5. Уміння складати наукові та науково-технічні звіти за результатами роботи. **КЗ.12.**

Фахові компетентності:

1. Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки. **КС.01**

2. Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик моделювання, розробки та дослідження матеріалів. **КС.02**

3. Здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства. **КС.03**

4. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації. **КС.04**

5. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем на основі досліджень в рамках спеціалізації **КС.11**

6. Здатність виявляти об'єкти для їх вдосконалення з метою

покращення комплексу технологічних і службових властивостей.**КС.16**

7. Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та виробів, здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.**КС.17**

8. Здатність розробляти програми, організовувати та проводити комплексні випробування матеріалів, напівфабрикатів та виробів.**КС.18**

Комплексна курсова робота - це самостійне, навчально-наукове дослідження студента. У процесі написання роботи під керівництвом викладачів кафедри студенти опановують методи та вміння проведення наукового дослідження. Наукове дослідження є важливою складовою підготовки висококваліфікованих фахівців у вищих навчальних закладах. Вона включає в себе два елементи:

- 1) засвоєння методики організації науково-дослідної роботи;
- 2) робота над науковим дослідженням під керівництвом професорів та викладачів.

Написання курсової роботи має допомогти формуванню творчого мислення студента, перевірити навички збирання, аналізу та інтерпретації джерел й літератури, вміння формулювати висновки та пропозиції. Успішне проведення наукового дослідження та написання курсових робіт залежить від чіткого дотримання основних вимог, що ставляться до них. Ці вимоги стосуються насамперед наукового рівня робіт, її змісту, структури, форми викладу матеріалу, а також їх оформлення.

При оцінюванні комплексної курсові роботи комісія враховує дотримання вимог оформлення роботи, якість самого наукового дослідження, його наукову новизну, вміння захистити сформульовані положення та висновки. Роботи оформленні з порушенням державних стандартів та вимог щодо академічної доброчесності будуть недопущенні до захисту. Невідповідність в оформленні курсової роботи може суттєво вплинути на остаточну оцінку роботи. Дотримання студентом усіх вимог до оформлення курсової роботи сприяє вихованню в нього належного стилю роботи, виховує вимогливість до себе, прищеплює певні навички до ведення наукового дослідження, що буде йому корисним у роботі над дипломною роботою та дисертацією.

Комплексна курсова робота є базою для виконання магістерської

наукової роботи, призначена показати поглибленні знання в області матеріалознавства та уміння використовувати набуті знання для самостійного розв'язання інженерних задач під час створення нових матеріалів, розробки технологічного процесу виробництва виробів з порошкових, композиційних матеріалів та підвищення властивостей деталей шляхом нанесення покриттів. Вміння знаходити інформацію про поточні дослідження, які виконуються іншими дослідниками через мережу інтернет. Вміння критично відноситись до результатів опублікованих досліджень, уточнювати та корегувати їх значимість після обговорення.

1 ТЕМАТИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Тематики досліджень для комплексної курсової роботи пропонуються студентам відповідно до наукової тематики кафедри, з урахуванням наукових зацікавлень студентів. До тематик наукових досліджень кафедри відносяться:

1. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості залізовуглецевих сплавів.
2. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості алюмінієвих сплавів.
3. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості мідних сплавів.
4. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості титанових сплавів.
5. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості полімерних матеріалів.
6. Дослідження впливу різноманітних факторів на структуру та властивості порошкових матеріалів.
7. Розробка технології виготовлення виробів з металевих матеріалів.
8. Розробка технології виготовлення виробів з неметалевих матеріалів.

Розробка технології виготовлення виробів з металевих матеріалів.

9. Дослідження властивостей виробів, виготовлених за адитивними технологіями.
10. Дослідження властивостей виробів, виготовлених за допомогою 3Д друку.
11. Вплив технології нанесення на адгезію покриттів.
12. Розробка технологічного оснащення для виготовлення певної деталі методом порошкової металургії.
13. Розробка технологічного оснащення для виготовлення певної деталі з композиційного матеріалу.
14. Розробка технологічного оснащення для нанесення покриттів.

2 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Перед початком виконання курсової роботи студент має ознайомитись з основними вимогами щодо написання курсових робіт. Крім цього кожен етап виконання курсової роботи має узгоджуватись з науковим керівником. Для раціонального використання часу при написанні курсової роботи слід дотримуватись такого алгоритму:

- вибір теми;
- визначення об'єкта, предмета, мети і завдань дослідження;
- підбір, аналіз джерел та літератури з теми;
- складання попереднього плану;
- написання вступу;
- встановлення фактів та їх узгодження;
- формулювання висновків і рекомендацій;
- оформлення списку використаних джерел та додатків;
- написання основного тексту роботи;
- підготовка до захисту комплексної курсової роботи.

У сучасній методології прийнято виділяти такі **етапи наукового дослідження:**

1. Підготовчий етап.
2. Інформаційний етап.
3. Етап реконструкції.
4. Аналітичний етап.
5. Нормативний етап.

2.1 Підготовчий етап. Вибір теми

Тематику комплексної курсової роботи студенти обирають самостійно із запропонованого переліку тем в розділі 1. До остаточного затвердження тематики можливим є її корегування відповідно до пропозицій студентів. Це дозволяє стимулювати творчий пошук та самостійність наукового дослідження. Після визначення теми дослідження має бути обґрунтовано дослідницьке завдання. Тобто визначено об'єкт та предмет дослідження, а також попередній план

роботи.

Об'єктом дослідження є предметне поле дослідження, частина об'єктивної реальності, що вивчається. Предмет дослідження — це те, що безпосередньо буде досліджене у роботі. Таким чином, предмет дослідження є вузьчим, ніж об'єкт.

Мета дослідження пов'язана з об'єктом і предметом дослідження, а також з його кінцевим результатом шляхом його досягнення. Мета передбачає те, що слід зробити в ході дослідження. Конкретизація мети дослідження відбувається шляхом окреслення конкретних завдань (від 5 до 10). Виконання завдань дослідження неможливе без ознайомлення з основними джерелами та літературою за тематикою курсової роботи.

2.2 Інформаційний етап

Після визначення теми та дослідницького завдання розпочинається інформаційний етап дослідження. Робота над комплексною курсовою роботою розпочинається з бібліотеки та електронних каталогів. Студенти передусім мають орієнтуватися на каталоги та читальні зали бібліотеки університету, а також фонди Запорізької обласної наукової бібліотеки.

Під час джерелознавчих пошуків необхідно з'ясувати стан вивченості обраної теми сучасною наукою, щоб не повторювати в роботі загальновідомих істин, конкретніше точніше визначити напрями та основні розділи свого дослідження.

При роботі з науковою літературою та документами студентам рекомендується робити нотатки. Літературні джерела можна розташовувати або за алфавітом, або за основними питаннями, що розкривають зміст роботи. Список використаної літератури необхідно оформлювати згідно з вимогами ДСТУ 8302—2016. Крім основних відомостей про видання в нотатках зазначається анотація наукової проблеми у публікації та отримані в ній результати. Складені за темою роботи нотатки необхідно дати на перегляд науковому керівникові, який порекомендує праці, котрі треба вивчити в першу чергу, а також ті, які слід виключити зі своєї роботи, або додатково включити до неї.

Зібраний матеріал потребує сортування і критичної оцінки. Починаючи дослідження варто ознайомитись з найновішою літературою з даної теми. Новіші праці, як правило, є повнішими і точнішими. Крім того дослідження теми варто починати з

узагальнюючих праць, які дозволять охопити проблемне поле дослідження, а відповідно більш чітко окреслити проблемні позиції, які потребують вирішення.

Будь-яке дослідження ґрунтується на працях попередників. Тому проблема цитування та узагальнення посідає важливе місце при роботі з джерелами. При виконанні дослівних виписок, які пізніше в тексті можуть стати цитатами, потрібно бути особливо обережними. Переписувати потрібно дослівно, включно з помилками і знаками пунктуації. Цитування варто звести до мінімуму і вдаватися до нього лише тоді, коли воно справді необхідне. Цитуючи, ми повинні дотримуватися кількох формальних правил:

1. Цитата повинна бути дослівною;
2. Цитата не повинна бути надто довгою;
3. Цитата повинна подаватися у лапках і супроводжуватися посиланням на джерело у примітці;
4. Вилучення певних фрагментів, яке дозволяє уникнути довгого цитування, позначається трикрапкою...;
5. Пояснення, які розривають текст цитати, подаються у квадратних дужках - [];
6. Цитати, які є незавершеним реченням, граматично узгоджуються із авторським текстом.

Перефразовування (переказування), як правило, становить матеріал для більшої частини тексту комплексної курсової роботи. Це означає, що вже на етапі нотаток студент починає писати текст своєї праці. Слід прагнути передати думку автора як найближче до оригіналу з використанням власної лексики, дотримуючись академічної доброчесності.

Узагальнення дозволяє одним реченням передати зміст цілого розділу або цілої авторської праці. Працюючи над роботою, слід пам'ятати, що однією з вимог до написання роботи є її самостійність та творчість. Робота перенасичена посиланнями, запозиченнями зі статей, підручників, монографій не може бути позитивно оціненою. Комплексна курсова робота повинна бути написана гарною літературною мовою. Робота, в якій буде виявлено ознаки плагіату знімається з розгляду, а її авторіві виставляється оцінка “не задовільно”. Студент пише нову комплексну курсову роботу на іншу тему.

2.3 Етап реконструкції

Етап реконструкції передбачає встановлення фактів. Після опрацювання з різноманітних джерел та літератури постає проблема виділення достовірних фактів. Факти - основа будь-якого дослідження і тому перевірка їхньої істинності (верифікація) невіддільна від роботи із довідковим апаратом. Перевірка достовірності інформації, яку зустрічаємо у джерелах, може вимагати різних розумових операцій. Часом найефективнішими кроками можуть бути звернення до довідкової літератури чи порівняльний аналіз відомостей, які містяться у різних документах. Важливо також вирішити, чи твердження походить із надійного джерела. Тому варто звернути увагу на репутацію джерела інформації, а також на компетентність її автора. Додатково звертаємо увагу на те, первинним чи вторинним є джерело, на яке посиляється автор.

2.4 Аналітичний етап

Після встановлення істинності фактів постає питання осмислення та віднаходження зв'язків і залежностей між явищами і подіями. На цьому етапі створюється власне наукове знання. Дослідник намагається осмислити і співставити наявні в його розпорядженні факти, порівняти можливі трактування цих фактів, відстежити тенденції і закономірності. В кінці літературного огляду вказуються цілі та задачі досліджень в комплексній курсовій роботі.

2.5 Нормативний етап.

2.5.1 Написання тексту комплексної курсової роботи.

Комплексна курсова робота складається з таких частин:

1. Вступ.
2. Основна частина (поділяється на кілька розділів).
3. Висновки.
4. Список використаних джерел.
5. Додатки (у разі потреби).

Очікуваний обсяг тексту комплексної курсової роботи – 30...45 сторінок. В облікований обсяг роботи не включають титульний аркуш, зміст, список використаних джерел та додатки.

Першим кроком написання комплексної курсової роботи є складання плану дослідження. При цьому найчастіше дослідники звертаються до хронологічного або предметного викладання матеріалу. План комплексної курсової роботи обов'язково повинен бути погоджений з викладачем (керівником) ще до початку роботи над її текстом. Після остаточного узгодження з керівником можна починати оформляти чистовий варіант. Перед тим як роздрукувати комплексну курсову роботу, її слід старанно ще раз перевірити, уточнити назви розділів, підрозділів, послідовність розміщення матеріалу, звірити цифрові дані, обґрунтованість і чіткість формулювань висновків та рекомендацій.

Структура комплексної курсової роботи включає такі основні елементи: титульний аркуш, зміст, вступ, основну частину, висновки, список джерел і літератури, додатки (у разі потреби).

Титульний аркуш Він є основним елементом будь-якої наукової роботи - курсової, дипломної чи дисертаційної. З титульного аркуша починається нумерація сторінок, хоча номер сторінки на ньому не проставляється. У комплексних курсових роботах зазначають повну назву навчального закладу та його відомчу підпорядкованість, кафедру, на якій виконана робота, назву роботи, дані про студента та наукового керівника, місто та рік подання роботи до захисту (Додаток А).

Зміст. Він відповідає структурі роботи, і вказуються назв всіх заголовків та підзаголовків із зазначення номерів сторінок. Вказується лише номер початкової сторінки.

Вступ. Завдання вступної частини - зорієнтувати читача у тематиці праці, представити тему роботи і дослідницьке завдання, пояснити, чим важливе або цікаве є звернення до конкретної теми, а також змалювати ширший інтелектуальний контекст, до якого належить явище що розглядається. Тому вступ має включати в себе такі компоненти: актуальність (чому тема є цікавою для дослідження), об'єкт дослідження (1 речення), предмет дослідження (1 речення), ступінь наукової розробки теми (хто досліджував цю проблематику, яких результатів досяг, що залишилось не вивченим), мета дослідження (1 речення), завдання дослідження, методи дослідження, структура роботи (вступ, кількість розділів, висновки, список джерел та літератури (кількість найменувань), загальна кількість сторінок в роботі). Рекомендований обсяг вступу - до 3 сторінок. Вступ

оформлюється після виконання основної частини комплексної курсової роботи. Приклад оформлення наведено у додатку Б.

Основна частина роботи складається з розділів та підрозділів. Завдання розділів основної частини - переконливо довести та проілюструвати головну думку автора. В основній частині автор послідовно та переконливо викладає факти, аргументи та докази, які він отримав опрацювавши відповідний масив джерел та літератури. Кожен розділ має починатись з передмови, де актуалізуються завдання дослідження, які будуть вирішені в цьому розділі. Наприкінці розділу потрібно сформулювати висновки із стислим викладенням наведених у розділі наукових і практичних результатів.

Висновок має містити результати проведеного дослідження. В висновку зазначаються питання, які потребують подальшого дослідження, визначаються орієнтири на майбутнє. Дуже небажано в висновках викладати нові факти, ідеї та аргументи, які відсутні в основній частині роботи. Висновок - це нагода наголосити на тому, що вже було сказано в основній частині роботи. Дуже важливо, щоб висновки відповідали поставленим завданням. Обсяг висновків не повинен перевищувати 1...2 сторінки.

Наукове дослідження завершується списком використаної літератури. Ця структурна частина наукового дослідження має назву “Список використаних джерел”.

2.5.2 Оформлення тексту комплексної курсової роботи.

Комплексну курсову роботу оформлюють згідно з вимогами ДСТУ 3008-2015. Комплексну курсову роботу друкують за допомогою комп'ютера на аркушах білого паперу формату А4 (210мм x 297мм). У разі потреби можна використовувати аркуші формату А3 (297 мм x 420 мм). Друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора - два міжрядкові інтервали кеглем 14. Мову звіту визначено у статті 21 Закону України «Про засади державної мовної політики». Рекомендовано на сторінках комплексної курсової роботи використовувати береги такої ширини: верхній і нижній — не менше ніж 20 мм, лівий — не менше ніж 25 мм, правий — не менше ніж 10 мм. Під час оформлювання роботи треба дотримуватися рівномірної насиченості, контрастності й чіткості зображення. Усі лінії, літери, цифри та знаки мають бути чіткі й нерозпливчасті по всій

роботі.

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, таблиць, малюнків, формул подають арабськими цифрами без знаку №. Першою сторінкою роботи є титульний лист, на якому номер сторінки не ставиться. На наступних сторінках номери проставляються по центру та зверху сторінки без крапки після цифри.

Структурні елементи: «Зміст», «Скорочення та умовні позначки», «Вступ», «Висновки», «Перелік джерел посилання», — не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів. Для розділів і підрозділів наявність заголовка обов'язкова. Пункти й підпункти можуть мати заголовки. Заголовки структурних елементів роботи та заголовки розділів треба друкувати з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці. Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту роботи й дорівнювати п'яти знакам. Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено. Відстань між заголовком, приміткою, прикладом і подальшим або попереднім текстом має бути не менше ніж два міжрядкових інтервали. Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті роботи. Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки. Нумерація розділів і підрозділів будь-якої зі структурних частин не може знаходитися в кінці аркуша, після нього мусять бути принаймні два рядки тексту.

Розділи нумерують у межах викладення роботи і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1». Кожен розділ починається з нового аркуша. Заголовок розділу має бути розміщений по центру рядка. Всі назви пишуть великими літерами звичайним жирним шрифтом, наприклад: **«РОЗДІЛ 1»**.

Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо. Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу та порядкового

номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 тощо.

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у курсовій роботі безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання у тексті. Фотознімки розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуші білого паперу формату А4. Ілюстрації мають назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Ілюстрація позначається словом “Рисунок_”, яке разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних з абзацного відступу, наприклад, “Рисунок 3.1 – Схема розміщення”. Другий рядок назви починають під початком назви рисунка на першому рядку. Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Якщо ілюстрація не вміщується та одній сторінці, можна переносити її на інші сторінки, вміщуючи назву ілюстрації на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначають: “Рисунок_, аркуш_”. Виконання рисунків має відповідати вимогам стандартів на конструкторську документацію. Не слід перевантажувати площину рисунка написами і позначеннями: краще перенести в підрисунковий підпис або текст усе, що можливо. Необхідно дотримуватись й інших правил: уживати лише розшифровані в тексті скорочення термінів, а також скорочення, прийняті стандартами; дотримуватись єдиної системи позначень (однотипні елементи позначати однаковими цифрами чи літерами).

Графіки можна будувати в різних системах координат, але найуживанішою є прямокутна (ортогональна) система координат. Вибираючи масштаб, потрібно виходити з того, що експериментальні точки на полі графіка не повинні зливатися одна з одною. Краще вибрати такий масштаб, щоб розмістити точки із розумним інтервалом. Масштаб має бути простим. Добре, якщо одиниці величини, що вимірюється (10; 100; 0,1) відповідає 0,5 см. У ряді випадків масштаб вибирають, виходячи з теоретичних міркувань. Наприклад, якщо цікавить, якою мірою результати задовольняються співвідношенням $y=mx$, то залежність y від x обов’язково має бути початком координат.

Іноді можна застосувати логарифмічний масштаб, тобто на осі відкладають не числове значення величини, а значення його логарифмів. Якщо це значення кратне десяти, то поділки осі на графіку можна позначити цифрами 1, 2, 3, ... чи 10, 20, 30, ..., а не 10 000, 20 000 чи 0,0001; 0,0002, але при цьому треба вказати відповідний коефіцієнт у назві величини. Якщо числове значення ординати (абсциси) першої точки кривої значно більше за нуль, то точку перетину осей координат треба позначити не нулем, а деяким числом, близьким до цього значення.

Недопустимо з'єднувати експериментальні точки ламаною лінією. Це показує, що співвідношення між двома величинами має стрибкоподібний характер. Останнє в дуже багатьох випадках малоімовірне і можливе тільки через зміну механізму процесу, зумовлену зміною його енергетичних параметрів. Найімовірніше, що це співвідношення описується плавною кривою, особливо тоді, коли зміни значень параметра лежать у межах похибки визначення цього параметра. Щодо цього на графіку треба показувати довірчий інтервал (похибку) визначення параметрів. Річ у тому, що від величини похибки залежить вигляд графічної залежності. Якщо відхилення результатів лежить у межах довірчого інтервалу, то можна проводити монотонну залежність, а якщо ні, то криволінійну, з можливою наявністю максимумів (мінімумів), зміною кутів сходження тощо.

Якщо курсова робота вміщує макро- або мікрофотографії, то необхідно вказати збільшення, протравлювач (якщо зразок травлений). Якщо зразок не травлений, то це також треба відобразити у підпису підписі.

Оформлення таблиць. Для зручності зіставлення і наочності цифровий матеріал, як правило, подають у вигляді таблиць, які оформляють згідно ДСТУ 3008-2015 [8]. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті курсової роботи. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, "Таблиця 2.1" – перша таблиця другого розділу. Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею, починаючи з абзацного відступу. Назва має

бути стислою і відображати зміст таблиці. Якщо назва таблиці не вміщується на одному рядку, то її продовження починають під початком назви на першому рядку.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово “Таблиця_” вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами зліва пишуть: “Продовження таблиці_” або “Кінець таблиці_” з зазначенням номера таблиці.

Формули та рівняння. Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту в якому вони згадують, посередні рядка. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено один вільний рядок. Формули і рівняння у курсовій роботі (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номеру розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули та рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні. Пояснення значення кожного символу чи числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом “де” без двокрапки. Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули або рівняння на знакові операції множення, застосовують знак “х”. Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою. Якщо необхідно навести числове значення величини, то його записують після розшифрування. Рівняння, у тому числі хімічних реакцій, необхідно виконувати за тими самими правилами, що і формули.

Посилання. Посилання в тексті звіту на бібліографічні джерела слід зазначити порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, “...у роботах [1-7]...”. При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери. При

посиланні слід писати: "... у розділі 4...", "... дивись 2.1...", "...за 3.3.4 ...", "...відповідно до 2.3.4.1...", "... (рис.1.3)...", "...на рисунку 1.3 ...", "...у таблиці 3.2 ...", "... (табл.3.2) ...", "...за формулою (3.1)...", "... у рівняннях (2.1) – (2.5)...", "...у додатку Б...".

Правила оформлення переліку використаної літератури. У кінці роботи подається перелік використаної літератури, який оформляють відповідно до ДСТУ3008-2015 і складають у порядку першого згадування джерела в тексті. Кожне джерело має свій порядковий номер, а весь список – єдину наскрізну нумерацію. Літературу у списку записують мовою оригінала. Об'єктом опису є всі види опублікованих (в т.ч. депонованих) та неопублікованих документів на будь-яких носіях – книжкові, серійні та інші продовжувані видання, нормативні і технічні документи, електронні ресурси.

3 ОСНОВНА ЧАСТИНА КОМПЛЕКСНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Основна частина комплексної курсової роботи може бути науковою, конструкторською або технологічною.

3.1 Наукова ККР

Наукова комплексна курсова робота полягає у **науковому обґрунтуванні** виборі технології виготовлення металевого, неметалевого, порошкового, композиційного матеріалу або нанесення покриття, теоретично обґрунтованому підборі методів термічного оброблення з метою змінення структури матеріалу заготовки чи компонентів порошкового, композиційного матеріалу для підвищення експлуатаційних або механічних властивостей для заданої деталі. Тобто, наукові дослідження курсової роботи ґрунтуються виключно на довідкових даних та наукових дослідженнях в обраній тематиці за останні 5 років.

3.2 Конструкторська ККР

Конструкторська комплексна курсова робота полягає у виборі компонентів, структури матеріалів, розробці рецептури і

обґрунтованому виборі технології виготовлення металевого, неметалевого, порошкового, композиційного матеріалу або нанесення покриття **розрахунковим методом**.

Композиційними матеріалами (КМ) (composite, англ. - складний чи складений з чого-небудь) є штучно створені людиною матричні матеріали, що містять два й більше компонент, гетерофазні за будовою, однорідні в макро- та неоднорідні в мікрмасштабі, які мають адитивним комплексом фізико-механічних властивостей, обумовлених збереженням індивідуальності кожного утворює композит компонента.

В основі проектування КМ становить принцип комбінування. У свою чергу, він заснований на сукупності двох принципів: поєднання фізико-хімічної і механічної сумісності. Принцип поєднання передбачає складання фізичних властивостей компонентів адитивним чином. Другий принцип дає межі можливості поєднання компонентів і передбачає збереження всіх відмітних ознак КМ при його виготовленні і експлуатації.

Основними математичними виразами принципу комбінування компонентів в КМ є:

- залежність структурних співвідношень компонентів. Наприклад, аналітичні вирази для КМ, що мають пори, що відображають зв'язок між частками волокон і матриці, а також вирази, що інтерпретують діаграми стану компонентів і закони дифузії;

- залежність концентраційних співвідношень компонентів. Наприклад, вирази, що встановлюють зв'язок між міцностними та пружними характеристиками одно-направленого КМ через частку волокна в разі поперечного розтягування матеріалу.

- залежності фізико-механічних співвідношень матеріалів компонентів. Наприклад, правило підбору матеріалу волокна до відомого матеріалу матриці.

- залежності, що відображають технологічні процеси створення композитів і впливають на їх проектування.

Стадією, що передуює чисельному проектуванню та підбору компонентів КМ, є огляд науково-технічної літератури, який виконується як аналіз відомого матеріалу в галузі КМ. Одночасно відбувається переклад літературних даних, довідкових джерел та технічного завдання математичний опис (математичну модель), що відображають зміну і будова сукупності використаних в описі параметрів у часі, поле температури і середовища.

Проектування КМ обмежене конструкційними та технологічними можливостями. Під конструкційною можливістю розуміють здатність даної форми деталі, структури та сукупності обраних компонентів задовольняти вимогам до виробу (ТЗ). Під технологічною можливістю розуміють наявність техніки і технологій, що дозволяють отримати спроектований матеріал. Лише в разі відсутності таких можливостей і при наявності економічної доцільності проводять проектування нових композитів і методів їх отримання.

Під тиском техніко-економічних причин, головна з яких - розширення сировинної бази машинобудування, здійснюють постійне проектування нових матеріалів, більшою частиною яких є КМ.

Вибір, розробка структури і рецептури матеріалу.

Перша стадія проектування КМ на початку свого виконання це орієнтовний вибір методу отримання композиту без конкретизації технологічних параметрів. В першу чергу орієнтовно вибирають спосіб формоутворення композиту. Його легко визначити, так як кожен спосіб обмежений у своїх можливостях формою, розмірами, точністю (допусками) і якістю одержуваної поверхні. Крім того, чинний технологічний критерій звужує область вибору компонентів композиту, особливо матриці, за пластичними властивостями. Відбувається призначення температурного інтервалу формоутворення. Оскільки кожному виду формоутворення властива своя специфіка анізотропії властивостей, наприклад, орієнтація волокон, здійснюється також вибір структури композиту. Після призначення способу отримання форми деталі відбувається вибір компонентів і рецептури КМ. Його проводять за етапами.

Вибір матричного матеріалу.

Тут конструкційні вимоги створюють обмеження, які розглядаються в послідовності:

- - обмеження за щільністю виробу (вага конструкції);
- - обмеження за питомою міцністю і пружними характеристиками;
- - обмеження по міцності, жорсткості та довговічності;
- - обмеження за поверхневими властивостями виробу;
- - обмеження за часом експлуатації виробу;
- - обмеження за робочою температурою виробу;

- - обмеження за вартістю.

Розрахунковим чином визначивши матеріал матриці і альтернативні варіанти, проводять першу конкретизацію способу отримання виробу та орієнтовний економічний розрахунок. Вибирають найбільш прийнятні варіанти матеріалу матриці і технологій. В якості посібника з вибору компонентів КМ можна рекомендувати [6]. Алгоритм пошуку, представлений вище, може бути доповнений іншими обмеженнями.

В ході вибору матричного матеріалу можливі два випадки:

- - відомі матеріали для матриці без армування не відповідають конструкційним критеріям, тут відбувається перехід до композиту;
- - відомі матеріали для матриць задовольняють вимогам і конструкційній і технологічній можливостям. В даному випадку проектування не переривається, а розглядаються варіанти менш міцних (жорстких) і більш дешевих матричних матеріалів.

Наприклад, якщо була обрана матриця з пластмаси, то з'являється можливість ввести наповнювачі (крейда, паперові відходи тощо). що позитивно позначається на собівартості виробу. Застосування дешевих армуючих елементів (сталевий дріт, скляних ниток, волокон і тканин) в композиті-аналогу матричного матеріалу в даному випадку достатня умова для виконання вимоги щодо конструкційних і технологічних обмежень.

Вибір армуючого елемента.

Першими використовуються обмеження за типом армуючого елемента (безперервне волокно, плівки, тканини тощо). Вони продиктовані формою, геометрією виробу і схемами напруженого стану. Число альтернативних варіантів зменшує правило: орієнтація структурних елементів арматури КМ (схема армування) повинна строго відповідати напрямкам сил (схемі) зовнішнього механічного навантаження. Практичний досвід [7] показує, що великогабаритні вироби, крім довгомірного типу оболонок, корпусів, судин високого тиску, інерційних накопичувачів прийнято виготовляти з безперервних волокон укладанням або намотуванням стрічок, ниток, тканин, джгутів. Для підвищення жорсткості такі вироби комбінують зі стрижнями і каркасами. Вироби малих геометричних розмірів типу тіл обертання і монолітів прийнято армувати дискретними волокнами,

фольгами, плівками.

Подальший вибір арматури обмежений:

- робочим температурним інтервалом експлуатації виробу;
- термодинамічною і термокінетичною сумісністю компонентів, типом міжкомпонентних зв'язків (обмеження по гетерофазності і наявності як мінімуму механічного зв'язку і як максимуму прояву сил змочування або слабкої розчинності компонентів у заданому температурному інтервалі експлуатації та виготовлення КМ дозволяє вибрати хімічний склад арматури, конкретизувати дані про температури і тривалості операцій, пов'язаних з нагріванням або гарячої обробки тиском).

- питомою міцністю. Якщо питома міцність волокон нижче питомої міцності матриці, то переходять до іншого волокна, з кращими характеристиками. Крім того, враховуються тип арматури і можливість переробки армуючих напівфабрикатів безпосередньо із зміцнюючої фази і аналізується поведінка арматури в процесі формоутворення.

3.3 Технологічна ККР

У технологічній частині комплексної курсової роботи проєктантом наводяться: відомості з пошуку та розробки нового методу формоутворення і теплової обробки виробу з металу чи композиту, обґрунтування прийнятих технологічних рішень, схема технологічного процесу і її опис, розрахунки параметрів обраного технологічного процесу або розрахунку формотворного оснащення.

На підставі відомих даних, проведеного огляду технічної літератури, розробляється метод виготовлення:

Розрахунок технологічних параметрів процесу формоутворення

У цьому розділі наводяться відомості про розрахунки параметрів процесу формоутворення, до яких відносять: тиск, час, швидкість і температуру протікання процесу і геометричні розміри оснащення.

Розрахунок геометричних і силових параметрів процесу формоутворення

До геометричних параметрів формоутворення належать розміри оснащення - валків, прес-форм, матриць і камер екструдера. Як правило, їх величина визначає площу формування, вплив тертя і, отже, загальне зусилля формувань, а в підсумку - енерговитрати процесу.

Оскільки ті та інші параметри нерозривно пов'язані між собою властивостями оброблюваного матеріалу, одним із завдань проектування технології КМ є пошук рішення, що відповідає мінімальним енергетичним втратам, наприклад, на тертя.

Обґрунтування вибору методу теплової обробки

В даному підрозділі вказуються причина і критерії вибору методу теплової обробки і її необхідності. Вказується джерело нагрівання, параметри середовища проведення теплового процесу і операції охолодження. Крім того, дається обґрунтування застосування термічної або хіміко-термічної обробки.

Схема технологічного процесу виготовлення КМ

В даному розділі наводяться схема і опис розробленого технологічного процесу. Вона повинні являти собою графічне зображення маршруту, послідовність операцій виготовлення КМ від вихідних компонентів до готової продукції. В описі технологічного процесу дається докладне викладення правил, вимог до кожної стадії, етапу та операції отримання КМ. Крім того, опис повинен містити відомості про нормативні документи (ДСТУ, ГОСТ і ТУ), що регламентують контрольні та технологічні операції. Обсяг відомостей повинен бути достатнім для заповнення графів стандартних технологічних карт та додатків ЕСТД і ЕСТПП.

Проектування і конструювання технологічної оснастки полягає у підготовці даних для стандартної документації для розробки формотворного оснащення. Виконуючи дану комплексну курсову роботу, студент набуває навиків інженера-механіка з розробки і проектування одного з головних елементів технологічного обладнання. Існує широкий спектр формотворчих машин (преса, прокатні стани, установки інтрузії, екструзії і вакуумного формування і т.п.). У виробничих умовах для реалізації технологічного процесу необхідне доповнення їх оснащенням, як правило, індивідуальним для кожної деталі. Наприклад, автоматичні преса порошкової металургії (ГОСТ 10480-88) включають в себе стандартний прес-блок, що дозволяє отримати одну з груп форм розмірів прес виробів. Для випуску певної деталі в ньому необхідно встановити прес-форму. Завданням будь-якого інженера, що займається технологією порошкових матеріалів, є розробка технологічної оснастки (ТОС). Розробка ТОС регламентована і спирається на нормативну документацію. У практиці

на початковому етапі проектування ТОС формотворного обладнання використовуються відомості з літературних джерел. При проектуванні ТОС відбувається вибір або розробка конструкції, розрахунок геометрії і міцності, а також вибір матеріалу, термічної або хіміко-термічної обробки елементів оснащення. Відмітною особливістю розрахунку ТОС для формування виробів з порошкових матеріалів є проведення розрахунків її елементів на жорсткість.

Вибір конструкції формуючої оснастки. Орієнтовний вибір конструкції оснастки здійснюється на етапі вибору способу формування. При проектуванні ТОС для порошкових матеріалів враховують програму випуску виробів, ступінь складності виробу, допуску та фізичного механізму ущільнення (кінематична схема, температура, швидкість, властивості матеріалу). Знаючи геометричні та силові параметри процесу та зважаючи на необхідність отримання заданих властивостей КМ, проводять вибір раціональної конструкції ТОС. При цьому керуються правилом: формування виробу має проводитися в конструкції ТОС максимально зменшуючи число і трудомісткість наступних операцій, пов'язаних з отриманням форми і розмірів деталі. У практиці порошкової металургії інженери-матеріалознавці використовують прийом: за перший варіант технології беруть процес отримання виробів з монолітної заготовки, з якої механічними операціями (токарна, фрезерна і т.п.) отримують деталь; від цього варіанту переходять до раціональної конструкції формотворною ТОС, максимально виключаючи механічну обробку. На такому прикладі видно, як відбувається зниження трудомісткості при застосуванні порошкових та композиційних матеріалів.

Розрахунок геометрії і міцності елементів формоутворюючої ТОС Вихідними даними розрахунку геометрії формотворення ТОС для виготовлення КМ служать величини геометричних і силових параметрів процесу, дані про фізико-механічних, хімічних і технологічних властивостях компонентів і готової шихти. На практиці використовуються величини:

- розміри готового виробу і допуски на них;
- щільність готового виробу і її межі (нижній і верхній);
- пружні післядії за лінійними розмірами після формування в процентах або по абсолютній величині;
- об'ємна усадка (або зростання) при тепловій обробці в

абсолютній величині або відсотках;

- усадка (або зростання) за лінійними розмірами при нагріванні в процентах або в абсолютній величині;

- збільшення (або зменшення) площі поперечного перерізу при нагріванні в процентах;

- припуск (позитивний або негативний) на калібрування (допресування) лінійних розмірів;

- пружні післядії за лінійними розмірами після калібрування (допресування) в процентах або абсолютних одиницях;

- приріст щільності при калібруванні (або допресуванні) спеченого виробу у відсотках;

- зменшення ваги виробів при нагріванні за рахунок видалення мастил, пороутворювачів, розчинників, відновлення оксидів і ін. в процентах.

Перераховані вище величини визначаються дослідним шляхом або вибираються за таблицями з довідкової літератури.

4. ПІДГОТОВКА КУРСОВОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ ТА ЗАХИСТ

Закінчена курсова робота береться в «оправу» або підшивається в папку для курсових робіт, підписується студентом та передається на перевірку керівнику для остаточного контролю відповідності змісту курсової роботи наданій темі, наукової та реальної обґрунтованості висновків і пропозицій.

Курсова робота, що визнана керівником роботи задовільною, допускається до захисту. Незадовільна робота повертається студентові на доопрацювання. В цьому випадку зазначається: «Не допущена до захисту» і надаються детальні вказівки, які розділи і як повинні бути доопрацьовані.

Захист курсових робіт відбувається усно в призначені строки перед комісією в складі трьох викладачів (один із яких – керівник роботи, а два інші – провідні викладачі, за якими закріплений цей вид навчального навантаження). За підсумками захисту (доповідь і відповіді на питання за темою роботи) комісія оцінює роботу.

Позитивна оцінка заноситься в залікову відомість і залікову книжку студента. Оцінка «незадовільно» вноситься тільки в залікову

відомість. Захист курсової роботи повинен відбутись до здачі першого екзамену поточної сесії.

Виконані на високому науковому рівні курсові роботи можуть бути винесені для обговорення на студентській науковій конференції або направлені на конкурси, що відповідають напрямку наукової роботи. Оцінка, яка надається на конференції або на конкурсі, враховується як захист роботи.

До захисту курсової роботи допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану. Захист курсової роботи необхідно підготувати заздалегідь у формі виступу, в якому доцільно висвітлити такі важливі питання: обґрунтування актуальності теми дослідження; мета, завдання, об'єкт, предмет дослідження; що вдалося встановити, виявити, довести; якими методами це досягнуто; елементи новизни у теоретичних положеннях та в практичних рекомендаціях; з якими труднощами довелося зіткнутися в процесі дослідження, які положення не знайшли підтвердження. У виступі мають міститися також відповіді на основні зауваження наукового керівника.

Під час захисту курсової роботи студент зобов'язаний дати вичерпні відповіді на всі зауваження і запитання. Результати захисту курсової роботи визначаються з урахуванням якості виконання всіх частин курсової роботи та рівня її захисту. При визначенні оцінки звертають увагу на самостійність виконання роботи, іноваційність та сучасність наведеної у літературному огляді інформації, вміння студента пов'язувати теоретичні питання з практикою, вміння логічно мислити та робити обґрунтовані висновки стосовно результатів, що одержані у експериментальній частині роботи, а також на обґрунтованість та чіткість надання відповідей на задані під час захисту роботи питання. Оцінка за курсову роботу заноситься до залікової книжки студента та в екзаменаційну відомість. Оцінка «незадовільно» вноситься тільки в екзаменаційну відомість.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення (ISO 5966:1982) : ДСТУ 3008-2015. – [Чинний від 1995-02-23]. – К. : Держстандарт України, 2015. – 39 с. – (Національний стандарт України).
2. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: (ГОСТ 7.1–2003, idt) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2015. – К. : Держспоживстандарт України, 2015. – 47 с. – (Національний стандарт України).
3. Степанчук А.М. Теорія та технологія пресування порошкових матеріалів. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 336с.
4. Композиционные материалы: Справочник/ В.В.Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 512с.
5. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов /В Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин и др. - М., Металлургия, 1987. – 792 с.
6. Общесоюзные нормы технологического проектирования производств по получению изделий из металлических порошков на основе железа и меди : ОНТП-10-85. – [Введены с 1985-11-12]. – М. : ВНИИТЭМР, 1986. – 88 с.

Додаткова:

1. ЄСКД. Основні написи : ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 23 с. – (Національний стандарт України).
2. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы : ГОСТ 2.106-96. – [Введен с 1997-07-01]. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 39 с. – (Межгосударственный стандарт).
3. ЄСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов:

ГОСТ 2.201-80. – [Введен с 1984-01-01]. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам. – 14 с.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Національний університет «Запорізька політехніка»

(найменування кафедри)

КОМПЛЕКСНА КУРСОВА РОБОТА

на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності 132 «Матеріалознавство»
освітня програма «_____»

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище
та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: ____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

20__ рік

ДОДАТОК Б

ВСТУП

Комплексна курсова робота складається з пояснювальної записки формату А4 та графічної частини. Пояснювальна записка обсягом 55 сторінок вміщує 6 рисунків, 5 таблиць, 3 додатки на 4 сторінках та списку використаних джерел із 35 найменувань на 5 сторінках. Графічна частина представлена 3 кресленнями та 6 плакатами у вигляді презентації.

Метою комплексної курсової роботи є розрахунок впливу тиску пресування на щільність та величину усадки порошкових матеріалів при виробництві заготовки типу «Втулка».

В комплексній курсовій роботі вибрано та обґрунтовано хімічний склад та гранулометричний розмір порошку. Розраховано оптимальний тиск пресування для забезпечення необхідного рівня експлуатаційних властивостей. Вибрано схему технологічного процесу виробництва та оптимізовані режими спікання та термічного оброблення.

Ключові слова: ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ,
КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
ВЛАСТИВОСТІ, КАРБІД.