

Міністерство освіти і науки України  
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

**Т.О. Васильченко, А.О. Власов, О.М. Гречаний, Й.К. Огінський,  
К.В. Таратута, І.А. Шевченко**

## **МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

Методичні вказівки до підготовки випускної кваліфікаційної роботи  
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
освітньо-професійної програми «Металургійне обладнання»

Затверджено  
вченою радою ЗНУ  
Протокол № 3 від 25.10.2022 р.

Запоріжжя  
2022

УДК 378.147.091.33-027.22:669(075.8)

В145

Магістерська робота : методичні вказівки до підготовки випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Металургійне обладнання». / уклад.: Т. О. Васильченко [та ін.] Запоріжжя : ЗНУ, 2022. 67 с.

В методичних вказівках наведено вимоги щодо оформлення роботи, вимоги до структурних елементів роботи. В додатках наведені приклади складання реферату, вступу, висновків, зразки виконання конструкторських документів. В методичних вказівках приведений розгорнутий список рекомендованої літератури.

Укладачі: Т.О. Васильченко – к.т.н.,доцент  
А.О. Власов – к.т.н.,доцент  
О.М. Гречаний – Ph.D., ст.викладач  
Й.К. Огінський - д.т.н., зав. кафедрою МО,  
К.В. Таратута – к.т.н.,доцент,  
І.А. Шевченко – к.т.н.,доцент.

Відповідальний за випуск : в.о. зав. кафедрою МО  
д.т.н. Огінський Й.К.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	5
2. ТЕМА ТА ЗАВДАННЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	7
3. СКЛАД ТА ОБСЯГ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	9
4 .ВИМОГИ ДО СКЛАДОВИХ ЧАСТИН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	10
5. ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ	26
6. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ	43
7. ПІДГОТОВКА ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	44
8. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ	45
9. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЛІТЕРАТУРИ	45
ДОДАТКИ	46

## ВСТУП

Немає сумніву в тому, що без широко поставлених наукових досліджень і швидкого застосування їх у виробництві неможливо забезпечити високі темпи розвитку продуктивних сил та технічний прогрес.

Особливу роль наука може відіграти в нинішній час становлення економічної і соціальної основи нашої держави. Тому вона безперечно буде провідною силою розвитку суспільства, могутнім стимулятором господарського і соціального прогресу.

В навчальному процесі підготовки магістрів-творців та провідників науково-технічного прогресу-завершальним і найбільш відповідальним етапом є виконання магістерської роботи.

Вона має показати, наскільки випускник відповідає ступеню вищої освіти магістр за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування”. Але випускна кваліфікаційна робота має бути не тільки контролюючим засобом, а й стати потужним етапом інженерної та науково-дослідницької підготовки. Тому магістранту вкрай важливо під час цього періоду навчання навчитись вирішувати на творчому рівні як практичні, так і наукові задачі, що ґрунтувалися б на реальних проблемах виробництва, розвинути набуті раніш навички проектно-дослідницької роботи. Для можливості вирішення більш ґрунтовних і складних задач допускається, щоб магістрант міг використовувати матеріали раніш виконаних курсових і дипломних проектів. Але тут він має вирішувати проблему на більш високому рівні з розробкою нових чи удосконаленням діючих методик розрахунків, застосуванням нетрадиційних теорій, направлених на оптимізацію параметрів обладнання, отриманням нових чи уточненням існуючих експериментальних даних. Не виключається застосування в роботі магістранта наукових рішень інших авторів, які наведено в періодичних виданнях та спеціальній науково-технічній літературі.

Під час захисту роботи в екзаменаційній комісії магістрант має показати підготовленість до самостійної роботи, уміння творчо застосовувати одержані знання при вирішенні науково-технічних, економічних, організаційних і екологічних задач.

### 1 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Магістр – освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти особи, яка на основі кваліфікації бакалавра або спеціаліста здобула поглиблені спеціальні уміння та знання інноваційного характеру, має певний досвід їх застосування та продукування нових знань для вирішення проблемних професійних завдань у певній галузі. Магістр повинен мати широку ерудицію, фундаментальну наукову базу, володіти методологією наукової творчості, сучасними інформаційними технологіями, методами отримання, обробки, зберігання і використання наукової інформації, бути спроможним до творчої науково-дослідницької і науково-педагогічної діяльності.

Підготовка магістра завершується захистом магістерської роботи для його атестації на засіданні екзаменаційної комісії (ЕК).

Атестація – це встановлення відповідності засвоєних здобувачами вищої освіти рівня та обсягу знань, умінь, інших компетентностей вимогам освітньої програми.

ЕК по захисту кваліфікаційних робіт – комісія, що надає відповідну кваліфікацію, устанавлену навчальним планом спеціальності, оцінює якість виконаних робіт, вирішує питання про видачу диплома (диплома з відзнакою), дає рекомендації на запровадження роботи та навчання в аспірантурі.

Кваліфікаційна робота – це вид підсумкової атестації, що передбачається на завершальному етапі здобуття певного рівня вищої освіти для встановлення відповідності набутих здобувачами результатів навчання (компетентностей) вимогам стандартів вищої освіти. Форми кваліфікаційної роботи включають: дипломну роботу, дисертаційне дослідження, публічну демонстрацію (захист), сукупність наукових статей, комбінацію різних форм вище зазначеного тощо.

Магістерська робота – це самостійна випускна науково-дослідницька робота, яка виконує кваліфікаційну функцію, тобто готується з метою публічного захисту і отримання ступеня магістра. Основне завдання її автора – продемонструвати рівень своєї наукової кваліфікації, вміння самостійно виконувати науковий пошук і вирішувати конкретні наукові завдання.

Для викладу матеріалу магістерської роботи характерні аргументованість суджень та точність приведених даних. Орієнтуючись на читачів з високою професійною підготовкою, автор залучає до тексту роботи знаковий апарат (таблиці, формули, символи, діаграми, схеми, графіки тощо), тобто все те, що складає мову науки.

Тема кваліфікаційної роботи – коротке найменування, що відображає суть роботи. Тема роботи розглядається та рекомендується на засіданні випусканої кафедри, затверджується наказом по академії. При формулюванні назви теми слід керуватися такими критеріями:

- тема повинна відповідати обраній спеціальності та суті вирішуваної проблеми, складатися з ключових слів (словосполучень), що є найістотнішими для розкриття суті роботи;

- формулювати тему слід за можливості стисло, не намагаючись розкрити в назві наукову методологію, мету, досягнуті результати та ін., також не слід використовувати ускладнену термінологію псевдонаукового характеру;

- бажано уникати назв, що починаються зі слів: “Дослідження питання...”, “Дослідження деяких шляхів...”, “Матеріали до вивчення...”, “Деякі аспекти...”, “До питання...” та ін.

Спеціальність – складова галузі знань, за якою здійснюється професійна підготовка.

Спеціалізація – складова спеціальності, що визначається законодавством або вищим навчальним закладом, або науковою установою та передбачає профільну спеціалізовану освітньо-професійну чи освітньо-наукову програму підготовки здобувачів вищої освіти.

Керівник кваліфікаційної роботи – висококваліфікований викладач або науковий співробітник випускаючої кафедри, або провідний спеціаліст відповідної галузі промисловості, який має науковий ступень (вчене звання) і здійснює керівництво роботою магістранта.

Консультант кваліфікаційної роботи – викладач відповідної випускаючої кафедри або висококваліфікований спеціаліст відповідної галузі промисловості, що залучається для консультації магістрантів за окремими розділами роботи за рекомендацією випускаючої кафедри.

Випускаюча кафедра – кафедра, що здійснює навчальну роботу і викладання основних спеціальних дисциплін відповідної спеціальності, а також керівництво кваліфікаційними роботами.

Порядок представлення і розгляду оформленої кваліфікаційної роботи в академії визначається цими методичними вказівками, якими вона кваліфікується як звіт про науково-дослідну роботу (НДР) та відповідає вимогам ДСТУ 3008:2015 “Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення”.

## **2 ТЕМА ТА ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Тема магістерської роботи надається магістранту відразу після зарахування на навчання і затверджується наказом по академії.

Вона може бути напружена на вирішення таких питань, як підвищення продуктивності обладнання при покращенні якості продукції та зменшенні її собівартості, підвищення надійності, безвідмовності, тривкості, ремонтпридатності та схоронності обладнання. Тобто при виконанні магістерської роботи вирішуються виробничі задачі, як це мало місце при виконанні дипломних проектів. Проте на відміну від дипломного проектування ці задачі в магістерській роботі опираються на створення магістрантом нових чи удосконалення відомих методик розрахунків, використання нових теорій, чи теорій, які застосовуються в інших розділах науки, проведення аналітичних і експериментальних досліджень, розробку систем діагностики і т.і.

Взагалі ж тема роботи за своїм змістом має підпорядковуватись народногосподарським задачам, відзеркалювати передовий досвід вітчизняної і зарубіжної промисловості та відповідати сучасному рівню науки й техніки.

Темою магістерської роботи має бути механічне обладнання металургійних виробництв (як ізнов розроблених, так і існуюче). Можна отримати завдання на створення принципово нових технічних рішень, але тут основна увага приділяється не стільки конструктивним розробкам, скільки обґрунтуванню принципової схеми машини (механізму, вузла, агрегата) на підґрунті аналітичних чи експериментальних досліджень.

Переваги мають реальні роботи

До них відносяться:

- роботи на замовлення підприємства;
- роботи за н/д тематикою кафедри чи ВНЗ;

- роботи, що містять оригінальні вирішення питань технології чи удосконалення обладнання, за матеріалами яких подані заявки на винаходи;
- роботи, результати яких подані на публікацію чи опубліковані в періодичній науковій печаті;
- роботи, що виконані за тематикою науково - дослідних установ, та використанні ними при подальших розробках;
- роботи, що мають нові технічні рішення, рекомендовані кафедрою та ДЕК до запровадження у виробництво.

Тема роботи може бути запропонована не тільки кафедрою але й самим студентом. Паралельно з вибором теми уточнюється і основний зміст обов'язкових розділів роботи.

Обов'язковими розділами роботи мають бути : "Вступ", "Огляд та аналіз науково - технічних рішень за темою роботи", "Дослідницька частина", "Розрахункова частина", "Охорона праці в галузі та техногенна безпека", "Загальні висновки та рекомендації", "Список використаних джерел", "Додатки".

В окремих випадках, коли робота додатково до основного напрямку торкається вирішення питань, що відносяться до інших науково- технічних сфер (наприклад електро - та теплоенергетика, екологія, безпека життєдіяльності і т.д.), то в пояснювальну записку можна включити і інші розділи.

2.4 При виборі теми магістерської роботи кращим варіаном є продовження теми дипломного проекту по подальшому удосконаленню об'єкта на базі нових теоретичних і експериментальних досліджень, які буде проведено в магістерській роботі. Особливо це важливо при вирішенні складних прикладних задач чи виконанні об'ємних наукових досліджень.

При розробці крупних тем і проведенні обширних досліджень доцільно виконувати комплексні роботи. Їх можуть виконувати тільки магістранти спеціальності "Металургійне обладнання" чи разом з магістрантами інших спеціальностей.

Велике значення при розробці комплексних тем має вибір загальної теми. Комплексну роботу виконують за актуальною темою, що має наукове чи практичне значення. До актуальних тем можна віднести покращення якості та зниження собівартості продукції, підвищення продуктивності агрегатів та цехів, удосконалення обладнання, скорочення витрат енерго- та матеріало витрат, створення та розробка нових процесів і таке інше.

Теми робіт можуть передбачать лише розробку теоретичних питань, що спрямовані на вирішення практичних задач.

2.5 Завдання на магістерську роботу видає кафедра на спеціальному бланку (Додаток А) до початку календарного виконання магістерської роботи (згідно з навчальним планом).

У завданні визначаються: тема роботи, вихідні данні до роботи: зміст пояснювальної записки (завдання з основних розділів), зміст та обсяг графічної частини. На зворотній сторінці завдання наводяться перелік консультантів із зазначенням питань, що їх стосуються, та календарний план виконання роботи.

### **3 СКЛАД ТА ОБСЯГ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

3.1 Магістерська робота складається з двох взаємополучених частин: графічної частини і пояснювальної записки (текстовий документ).

3.2 Графічна частина роботи повинна мати 7-8 листів формату А1 (може бути більший, але не менший). Кількість креслень та їх формати визначаються специфікою роботи і в залежності від ступеню новизни та складності задачі, що вирішується, і остаточно можуть бути замінені керівником в процесі виконання роботи.

В графічній частині можуть бути такі креслення: складальні, загального вигляду, схеми (кінематичні, принципальні, гідравлічні, пневматичні, електричні, комбіновані), плакати (алгоритми, графіки, діаграми і т. п.).

Кількість плакатів, що представляють теоретичну частину, мають складати не менше 3-х штук, експериментальну частину – не менше 1 шт.

3.3 Перелік та приблизний обсяг текстових документів та розділів пояснювальної записки магістерської роботи мають бути такими :

- титульний лист-----1 стор.,
- завдання-----2 стор.,
- анотація-----1 стор.,
- зміст-----1-3 стор.,
- перелік умовних позначень-----1 стор.,
- вступ-----1-2 стор.,
- 1.Огляд та аналіз науково-технічних рішень за темою роботи (обґрунтування обраного напрямку роботи) - 15-20 стор.
- 2.Розрахункова частина-----20-25 стор.,
- 3.Дослідницька частина-----35-45 стор.,
- 4. Охорона праці в галузі та техногенна безпека 5-10 стр.
- загальні висновки та рекомендації-----1-2 стор.,
- список використаних джерел-----1-2 стор.,
- додатки-----до 20 стор.,

Таким чином, загальний обсяг пояснювальної записки, виходячи з приблизного обсягу основних розділів, складає 80-100 сторінок. Збільшений обсяг записки не може компенсувати низький рівень її змісту.

### **4 ВИМОГИ ДО СКЛАДОВИХ ЧАСТИН МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**



#### **4.1 Загальні вказівки**

Можливі відхилення від даних вказівок при виконанні магістерської роботи погоджуються з керівником.

#### **4.2 Титульний лист.**

Титульний лист надається магістранту у вигляді типографського бланку. Його заповнює безпосередньо магістрант (рукописним чи машинописним способом) згідно с додатком Б. Підписи ставляться на титульному листі при оформленні в обкладинки роботи. Спочатку підпис ставить магістрант, за ним консультанти частин, після них керівник роботи і вже потім ставить свій підпис завідувач кафедри.

#### **4.3 Анотація**

Загальні вимоги до анотації згідно з державним стандартом України ДСТУ 30-08-95.

Анотація призначена для ознайомлення з роботою. Вона має бути стислою, інформативною і містити відомості, які дозволяють одержати інформацію про суть виконаної роботи. Її розташовують після завдання. Анотація складається на українській, російській та англійській мовах.

Анотація повинен містити :

- назву та відомості про кваліфікаційну випускню роботу;
- текст анотації;
- перелік ключових слів.

Анотація виконується не більш, як 500 слів, і бажано щоб вона уміщувалася на одній сторінці формату А4.

Ключові слова, що є визначальними для розкриття суті роботи, вміщують після тексту анотації. Перелік ключових слів містить від 5 до 15 слів (словосполучень), написаних великими літерами в називному відмінку, в рядок через коми.

Приклад складання анотації наведено в додатку.

#### **4.4 Зміст**

Зміст розташовують безпосередньо після реферату з нової сторінки. Його можна виконувати в рамці і без неї. Приклад змісту наведено в додатку Д. До змісту включають вступ: послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки) основної частини, загальні висновки, список використаних джерел і виконаних креслень, а також додатків (якщо вони є).

#### **4.5 Вступ**

Вступ розміщують після структурного елемента «Перелік умовних позначень» (за наявності), починаючи з наступної сторінки.

У вступі стисло викладають:

- актуальність теми роботи та підстави для її виконання;
- мету і завдання роботи;

- об’єкт і предмет дослідження;
- методи дослідження;
- наукову новизну одержаних результатів;
- практичне значення одержаних результатів;
- особистий внесок дослідника;
- відомості про апробацію результатів роботи;
- відомості про публікації здобувача;
- структуру та обсяг магістерської роботи.

*Актуальність теми* та доцільність даного дослідження для розвитку галузі науки чи виробництва обґрунтовують шляхом критичного аналізу та порівняння з вже відомими розв’язаннями проблеми. Висвітлення актуальності повинно бути небагатослівним, визначати сутність наукової проблеми (завдання).

*Мета і задачі роботи.* Формулюється мета роботи і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Не слід формулювати мету як “Дослідження...”, “Вивчення...”, тому що ці слова вказують на засіб досягнення мети, а не на саму мету.

Мета повинна бути сформульована таким чином, щоб указувати на об’єкт і предмет дослідження.

*Об’єкт дослідження* – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію і взяте дослідником для вивчення; це та частина наукового знання, з якою дослідник має справу.

*Предмет дослідження* міститься у межах об’єкта. Об’єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове.

*Методи дослідження.* Перераховують використані наукові методи та змістовно визначають, що саме досліджувалось кожним методом. Вибір методів дослідження повинен забезпечити достовірність отриманих результатів і висновків.

*Наукова новизна одержаних результатів.* Викладаються аргументовано, коротко та чітко наукові положення, які виносяться на захист, зазначаючи відмінність одержаних результатів від відомих раніше та ступінь новизни одержаних результатів (вперше одержано, удосконалено, дістало подальший розвиток).

*Практичне значення одержаних результатів.* Надаються відомості про використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх використання. Відзначаючи практичну цінність одержаних результатів, необхідно подати інформацію про ступінь їх готовності до використання або масштабів використання.

Відомості про впровадження результатів досліджень необхідно подавати із зазначенням найменувань організацій, в яких здійснено впровадження, форм реалізації та реквізитів відповідних документів

*Особистий внесок дослідника.* Зазначається конкретний особистий внесок магістра в опубліковані зі співавторами наукові праці, в яких наведені ідеї

та результати розробок, що використанні в магістерській роботі із зазначенням найменувань організацій, в яких вони проводилися.

*Відомості про апробацію результатів роботи.* Зазначається, на яких наукових конференціях, конгресах, симпозіумах, школах оприлюднено результати досліджень, викладених у магістерській роботі.

*Відомості про публікації здобувача.* Вказується кількість наукових праць, в яких опубліковані основні наукові результати ВКР, а також кількість праць, які додатково відображають результати роботи у вигляді переліку опублікованих наукових праць магістранта.

*Структура та обсяг магістерської роботи.* Перераховують усі структурні елементи магістерської роботи з обов'язковим зазначенням повного (усього) обсягу роботи та обсягу основного тексту (загального обсягу роботи). Вказують загальну кількість додатків, рисунків, таблиць, кількість найменувань у переліку джерел посилання.

#### **4.6 Огляд та аналіз науково-технічних рішень за темою роботи**

Назва цього розділу формулюється за конкретною темою. Наприклад: "Огляд та аналіз систем та обладнання злиткоподачі обтискних станів".

Зміст розділу формується на основі рефератів, написаних в першому семестрі по дисциплінам "Патентознавство" і "Проблеми та перспективи розвитку засобів та технологій металургійного виробництва". Тому при складанні цих рефератів магістрант має усвідомити, що їх якісне виконання має велике значення, бо дозволяє мати на період виконання магістерської роботи практично готовий розділ.

Приступаючи до дослідження, насамперед необхідно зорієнтуватися в тому, в якій мірі прийнята тема освітлена в опублікованій літературі вітчизняних (мається на увазі Україна, Росія та інші держави СНД) та зарубіжних авторів. Широко відоме висловлювання щодо важливості використання в науковій діяльності світової і різноманітної бази літературних джерел: *"Надо попытаться установить такой фундамент из точных и бесспорных фактов, на который можно было опираться... чтобы это был действительно фундамент, необходимо брать не отдельные факты, а всю совокупность относящихся к рассматриваемому вопросу фактов, без единого исключения"*.

Із аналізу літератури має бути видно, що в цьому вузькому питанні відомо цілком вірогідно, а що сумнівне, спірне, які задачі в поставленій технічній проблемі першочергові, ключові, де і як необхідно шукати їх вирішення.

Відомо, що неможливо навчитись писати добрі огляди за інструкцією, необхідний власний досвід, але можна спробувати показати, який мінімум праці слід вкласти в критичний огляд, як раціонально організувати цю працю, яких елементарних грубих помилок, що виникають у кожного початківця, можливо уникнути.

Витрати часу на складання огляду:

- витяги з довідників, читання та конспектування основних монографій-3...5%;

- складання робочого плану огляду-1...2%;

- пошуки періодики (і складання картотеки) 5...8%;
- читання і конспектування періодики 30...40%;
- відбір матеріалу з конспектів, його співставлення і аналіз 20...30%;
- написання огляду 10...20%;
- правка тексту 10...15%;
- переписка і виготовлення рисунків 5...6%.

При широкому застосуванні комп'ютерної техніки може відбутись перерозподіл часу між цими операціями, але він буде незначний, бо найбільше часу займає творча частка процесу.

В огляді розглядають тільки такі вузькі питання, які мають впливати на вирішення поставленої задачі і охоплювати практично всю літературу по даній темі. Щоб відзеркалити сучасний стан конкретно поставленої задачі, необхідно взяти з найбільш відомих монографій і довідників відомості про становище питання і посилання на основні статті. Необхідно врахувати, що бібліографія в книзі обривається за 2 - 3 роки до виходу в світ. А все, що було видано після, необхідно шукати в періодичних виданнях - реферативних журналах і основних журналах за останні 2 - 3 роки. Якщо в задумі роботи буде винахід, то доцільно вивчити "Международную классификацию изобретений" чи інші джерела патентної інформації.

Для прискорення збирання матеріалу слід максимально використовувати сучасні методи і технології інформації. На допомогу має прийти вивчення дисциплін "Патентознавство", основною метою якої є формування знань щодо шляхів ефективного пошуку джерел інформації, патентування технічних розробок, звітності з науково-дослідної роботи та вимог до оформлення науково-технічних звітів, статей і т.і., і "Інформаційні технології у наукових дослідженнях", сучасні інформаційні технології та системи.

Матеріал, зібраний під час огляду, має бути оформлений таким чином.

При освітленні сучасних технологій наводиться короткий опис і характерні особливості, чим вони відрізняються від традиційних і що дає їх застосування на практиці, чи можуть вони бути застосовані в сфері вирішення проблеми, над якою працює магістрант. Опис може супроводжуватись, якщо це необхідно, схемами.

При розгляді обладнання наводять рисунки (принципові, кінематичні, електричні, гідравлічні, пневматичні і інші схеми, конструктивні рішення і т.і.) найбільш цікавих об'єктів, які дають можливість зрозуміти будову і конструктивні особливості конкретного об'єкта. Всі характерні елементи об'єкта повинні мати позначення, які можуть бути розташовані в підрисунковому написі, чи за текстом. Інші матеріали поміщають у додатки.

На основі рисунку дають короткий опис будови і принципу дії об'єкту, наводять технічну характеристику, а далі характеризують його позитивні і негативні якості, висловлюють думку про те, чи може об'єкт в цілому чи окремими технічними рішеннями бути використаним при вирішенні задач магістерської роботи. Причому опис наступних в огляді об'єктів має порівнюватись з попереднім.

Під кінець опису цієї частини наводять висновки на основі порівняльної оцінки всіх об'єктів, що розглядались, які будуть слугувати основою для наступної частини магістерської роботи.

#### *Обґрунтування обраного напрямку роботи*

В цьому розділі магістрант, спираючись на попередній, має остаточно сформулювати і обґрунтувати напрям своєї роботи. Тобто він може, наприклад, довести, що найбільш доцільно прийняти за основу при вирішенні проблеми одного з розглянутих об'єктів, чи взяти окремі технічні рішення, чи довести необхідність нової розробки.

При цьому мають наводитись різні аргументи: технічного, економічного, соціального і екологічного характеру. Тобто, магістрант має довести, що він приймає рішення, яке в даній ситуації є найбільш раціональним.

Тут же магістрант має навести і основні шляхи вирішення поставленої задачі, включаючи технічні розробки, теоретичні і експериментальні дослідження.

#### **Приклад:**

*Працездатність дугових електропечей в цілому і її основні показники (продуктивність, витрати ел.енергії і електродів) в значній мірі залежать від того, наскільки ефективно працюють механізми переміщення електродів.*

*Наведений вище аналіз показав, що на даний час застосовуються різноманітні конструкції механізмів переміщення електродів з електро-механічним приводом (з канатною і рейковою передачами) і гідромеханічним приводом поступальної дії. Практика їх експлуатації показала, що найбільш ефективними є механізми з ГМП. Проте і вони ще далекі від конструктивної досконалості і в неповній мірі відповідають сучасним вимогам щодо якості регулювання електричної потужності, яка вводиться в піч, що негативно впливає на техніко-економічні показники печі і, отже, на конкурентноспроможність продукції.*

*В зв'язку з цим виникає необхідність розробки механізму переміщення електродів такої конструкції, яка б в повній мірі відповідала сучасним як технологічним, так і експлуатаційним вимогам.*

*Відомо, що головними показниками, які визначають ефективність роботи механізму в цілому, є високі чутливість, бистродія, точність і стійкість проти коливань. Але між ними має бути жорстка погодженість при управлінні процесом плавки, бо необґрунтоване підвищення рівня одного показника може призвести до зниження іншого. В той же час головною задачею при розробці високоефективної моделі механізму має бути забезпечення максимально можливої стабільності електродугового процесу у всі періоди плавки. Тільки при цій умові можуть бути досягнуті високі показники печей щодо продуктивності і питомих витрат електроенергії електродів.*

*На погляд автора, найбільш доцільним є розробка нової моделі МПЕ на базі ГМП поступальної дії. Але при цьому необхідно провести дослідження щодо оптимізації основних параметрів механізму, при яких були б задоволені основні вимоги.*

*З врахуванням вище наведеного аналізу з метою удосконалення механізма переміщення електродів дугової електропечі на базі гідромеханічного привода поступальної дії в роботі поставлено такі задачі.*

*1. Аналітичні дослідження впливу технічних характеристик основних елементів МПЕ з ГМП дросельного регулювання на їх точність, чутливість, стійкість і бистродію, на основі яких можна вибрати найбільш раціональну схему.*

*2. Дослідження впливу параметрів МПЕ на основні показники.*

*3. Оптимізація параметрів і характеристик.*

*4. Розробка методики експериментальних досліджень з обґрунтуванням вибору устаткування, методів математичної обробки, виявлення можливості застосування плануємого експерименту.*

*5. Розробка головного складального креслення механізму і його вузлів на підставі розрахунків і результатів аналітичних досліджень.*

*6. Визначення економічної ефективності.*

#### **4.7 Розрахункова частина**

В цій частині магістрант описує технічну розробку: нове чи удосконалене технічне рішення. Вона може передувати теоретичній частині, або ж буде наступною після неї.

В пояснювальній записці має бути представлена схема технічного рішення, описані його будова, принцип дії і технічна характеристика. Наводяться деякі уточнення щодо подальшої розробки і виготовлення.

В цій же частині викладаються типові інженерні розрахунки, які підтверджують працездатність і надійність машини.

Можуть бути надані і рекомендації щодо використання технічного рішення на практиці.

В кінці частини слід окреслити заходи щодо безпеки праці і охорони навколишнього середовища.

#### **4.8 Дослідницька частина**

##### *Теоретичні дослідження*

Тематика теоретичних досліджень механічного обладнання може мати дуже широкий спектр. Навантажені деталі можуть досліджуватись на міцність, стійкість, тривкість і т.п. При розгляді систем можуть досліджуватись режими роботи, статичні і динамічні характеристики, енергосилові параметри і проводитись їх оптимізація.

Головним інструментарієм тут є математичне моделювання, яке широко використовується в різних сферах науки при одержанні науко-технічних результатів при проведенні прикладних досліджень технічних систем і процесів, що в них протікають.

Під моделлю розуміють об'єкт, що знаходиться у відношенні подібності до системи або процесу, які моделюються.

Процедура моделювання включає дослідження об'єкта шляхом створення його моделі, визначення закономірностей її роботи та перенос отриманих результатів на об'єкт, що моделюється.

Математичні моделі використовуються для визначення властивостей процесів чи систем. Зокрема, за допомогою математичного моделювання здійснюються:

- розрахунок системи з метою вибору раціональних або оптимальних значень параметрів;
- прогнозування надійності роботи системи, зміни стану системи в часі;
- аналіз критичних режимів роботи систем.

В залежності від мети і задач використовують різні класи математичних моделей.

За способами використання експериментальних даних поділяються на апriorні (розроблені теоретично) і апosterіорні (отримані в результаті обробки експериментальних даних).

За підходом до опису характерних властивостей об'єкту розрізняють моделі систем в розподілених параметрах і моделі систем в зосереджених параметрах.

Ряд параметрів технічних систем, зокрема маса, при математичному моделюванні може засереджуватись в характерних точках системи. Одержана в результаті зосередження (приведення) параметрів математична модель є значно простіша, ніж модель, що враховує розподіл параметрів у просторі. Наприклад, для механічної коливальної системи зосередження параметрів призводить до математичної моделі у вигляді системи звичайних диференціальних рівнянь. В той же час врахування розподілу параметрів потребує використання рівнянь в частинних похідних, розв'язок яких є набагато складніший за розв'язок звичайних диференціальних рівнянь.

За характером врахування особливостей характеристик систем розрізняють лінійні та нелінійні математичні моделі.

Лінійні моделі базуються на припущенні про лінійність математичних залежностей, що описують характеристики системи та її елементів.

Нелінійні моделі враховують характерні особливості характеристик, такі як розриви, обмеження (суттєві нелінійності) або кривизну, ступінь збільшення (гладкі нелінійності). В механічних системах суттєвими нелінійностями є сила сухого тертя, зазори в передачах, насичення тиску чи витрат рідини (в гідросистемах).

Нелінійні моделі, як правило, точніші лінійних і більш адекватно відображають властивості систем і процесів, але часто не піддаються аналітичним розрахункам з одержанням кінцевого математичного виразу.

Лінійні моделі значно простіші за нелінійні, допускають більш широкі узагальнення. Їх використання знижує трудомісткість моделювання, дозволяє використовувати спробовані часом формалізовані методи математичного опису різноманітних процесів та систем.

За особливостями врахування зміни параметрів системи в часі розрізняють математичні моделі для опису стаціонарних та нестаціонарних процесів.

Моделі стаціонарних процесів описують усталені процеси з усередженими в часі закономірностями. Моделі нестаціонарних систем враховують зміни параметрів у часі.

За підходом до опису параметрів та характеристик процесів і систем розрізняють детерміновані та стохастичні математичні моделі. Детерміновані моделі включають лише визначені параметри і характеристики процесів. Стохастичні моделі включають випадкові величі, функції та умови і слугують для імітації процесів, які реально мають місце в технічних системах.

Імітація реальних процесів та систем випадковими величинами і випадковими функціями значно спрощує процес опису реальних властивостей системи, підвищує достовірність одержаних результатів, дозволяє виконати прогностичні оцінки властивостей системи. Застосування сучасних засобів обчислювальної техніки дозволяє автоматизувати процес імітаційного математичного моделювання, одержати вагомий науково - технічний результат в мінімальні строки з помірними трудовитратами.

За видом математичного опису процесів розрізняють неперервні та дискретні математичні моделі. Неперервні моделі оперують залежностями, які визначені в певних проміжках часу чи простору. Дискретні моделі описують процес в окремих точках і особливо ефективні для опису складних фізичних процесів, що мають місце в реальних технічних системах. Вони відзначаються надійністю, високою точністю та достовірністю аналізу результатів та дозволяють використовувати прогресивні сучасні інформаційні технології для аналізу технічних систем і процесів.

За особливостями математичного апарату, що використаний при розробці математичних моделей, розрізняють моделі у вигляді функціональних залежностей ( функцій, рядів, скалярних і векторних полів) та моделі у вигляді співвідношень ( систем рівнянь, диференціальних рівнянь, інтегральних рівнянь). Звичайно моделі у вигляді співвідношень в кінцевому підсумку трансформуються у відповідні функціональні залежності, таблиці чи графіки.

В процесі розробки та використання математичних моделей виконуються різноманітні роботи, які є послідовними етапами розробки і використання моделі.

Спочатку ставиться задача моделювання, окреслюється мета і результати досліджень, прогнозується вихід моделі.

Постановка задачі моделювання проводиться в кожному випадку відповідно до загального плану досліджень ( розрахунок параметрів, аналіз режимів, оцінка показників системи). За вихід моделі приймається комплекс параметрів, що спостерігається і вимірюється. На основі аналізу може бути отриманий новий науково-технічний результат.

Вихід моделі відповідає параметрам виходу системи, що моделюється. Він є основою для подальшої обробки результатів моделювання та формування наукових результатів і практичних висновків дослідження.

Постановка задачі моделювання здійснюється на основі інформаційних досліджень, обробки та аналізу інформації.



Аналіз інформації здійснюється на основі літературних джерел, досвіду розробки і використання моделей аналогів.

Так, наприклад, при моделюванні системи електродотримачів дугових електросталеплавильних печей на базі гідромеханічного привода поступальної дії можуть бути прийняті за основу математичні моделі слідкуючих гідроприводів копірувальних верстатів, які вже досконально опрацьовані і опробовані. При цьому в систему відомих диференціальних рівнянь вводяться додаткові рівняння, які характеризують особливості системи електродотримача. Далі для рішення задачі застосовуються відомі методи. Ясна річ, що при цьому будуть одержані інші результати.

Після постановки задачі та визначення мети моделювання здійснюється безпосередня розробка загального плану моделі з введенням та обґрунтуванням припущень, які слугують для одержання максимально простої математичної моделі.

Обґрунтування припущень проводиться шляхом оцінки порядку величин дослідним шляхом чи в результаті аналізу спеціальних досліджень, які наведено в технічній літературі. Так, наприклад, при розгляданні коливальних процесів систем відомо, що збільшення рухомої маси зменшує частоту коливання і збільшує їх амплітуду, а жорсткість системи – навпаки.

Для введення припущень проводять ранжування факторів з метою встановлення ступеня впливу кожного із них на результати моделювання.

Воно полягає у дослідженні впливу параметрів (факторів) на вихід моделі. Фактори, які незначним чином впливають на вихід, виключаються з розгляду, за рахунок чого досягається спрощення моделі та одержання розрахункової схеми.

Розрахункова схема є результатом ідеалізації реальної технічної системи. Вона відображає всі основні параметри системи, її логіку роботи і функціональне призначення. Розрахункова схема являє собою графоаналітичне зображення системи або процесу в рамках прийнятих припущень і є основою вибору методів і стратегії моделювання.

Вибір стратегії моделювання виконується з метою раціоналізації процесу розробки моделі. Він полягає у визначенні необхідної послідовності виконання робіт, одержанні та використанні проміжних результатів, зниження ймовірності появи помилок, використання готових блоків моделей, методів і методик.

Згідно вибраної стратегії на основі розрахункової схеми здійснюється розробка базової математичної моделі.

Базова математична модель - це система рівнянь, складена на основі використання фундаментальних законів фізики відповідно до прийнятої розрахункової схеми системи або процесу. Базова модель являє собою замкнену систему співвідношень, що описує технічну систему або процес. З метою раціоналізації процесу розробки моделі базова математична модель може приводитись до стандартного вигляду.

Стандартний вигляд рівнянь має великий ступінь загальності. Наприклад, запис системи диференціальних рівнянь в матрично-векторному вигляді дає можливість розробити універсальну методику розв'язання цих рівнянь.

Для розв'язання рівнянь формується алгоритм і створюється відповідне програмне забезпечення.

Алгоритм являє собою схему розв'язання рівнянь, записаних у стандартному чи у відповідному вигляді. Він вказує на послідовність дій, як і в подальшому реалізуються в обчислювальній процедурі.

При обчислюванні, наприклад, можна використати сучасні математичні пакети, зокрема MatCAD і MATLAB відповідних версій або їх фрагментів.

В результаті проходження вищевказаних етапів математичного моделювання буде одержана закінчена математична модель, придатна для розрахунків.

При розробці моделі, звичайно, допускаються помилки (бо практично неможливо математичним шляхом відтворити реальний об'єкт) – як грубі так і несуттєві. Тому одержана математична модель підлягає аналізу з метою підтвердження її достовірності. Одержаний масив розрахунків при цьому піддається аналізу з метою перевірки адекватності (достовірності чи відповідності) математичної моделі.

Перевірка адекватності виконується шляхом порівняння результатів моделювання з еталоном ((експеримент, модельний (достовірний) розрахунок, явище, тощо)).

При наявності еталона умовою адекватності є відповідність виходів (результатів) моделі та еталона при тотожних входах (вихідних даних). Відповідність встановлюється досягненням точності розрахунків.

Якщо точні експериментальні дані відсутні, то перевірка адекватності здійснюється шляхом статистичного аналізу наближених експериментальних даних або іншими методами.

Якщо адекватність моделі не підтверджується, то здійснюється уточнення напрямку і стратегії моделювання та доопрацювання моделі.

У випадку, коли модель задовольняє умовам адекватності, процес розробки моделі вважається завершеним, і тоді переходять безпосередньо до використання моделі.

Розроблена математична модель повинна задовольняти певним вимогам і критеріям. Основними параметрами оцінки її якості є точність, економічність, універсальність, інформативність, головними серед яких є точність.

Точність моделювання оцінюється похибками розрахунків виходу, які оцінюються абсолютними або відносними похибками.

Похибки можуть виникати через різні причини. Частіше зустрічаються такі.

Похибки введення вхідних та проміжних параметрів поділяються на грубі (10% і більше), які виникають від недостатньої інформації про дійсні вхідні параметри моделі, а також на несуттєві похибки, пов'язані з особливостями математичного аналізу вхідних параметрів.

Похибки моделі спричинені, як правило, неточностями, допущеними при виборі стратегії моделювання, а також особливостями алгоритму і обчислювальної процедури.

Похибки обчислень виникають при виконанні арифметичних операцій, зокрема, це – похибки обмеження та похибки округлення.

Похибки виведення та аналізу результатів моделювання можуть бути досить грубими і призвести до помилкових висновків при аналізі результатів моделювання. Серед похибок введення можна виділити похибку інтерполяції значень вихідного параметра, похибки, які виникають при екстраполяції процесів, похибки апроксимації та згладжування, похибки, що викликаються високочастотними осциляціями вихідних параметрів, та інші.

Більш детально з цими питаннями можна ознайомитись в книзі Струтинського В. Б. (Математичне моделювання процесів та систем механіки : підручник.- Житомир : ЖІТІ, 2001.- 612с.).

В той же час, в деяких випадках, визначення точності непотрібне. Наприклад, стоїть задача вибрати найбільш раціональну систему механізму стосовно його конструктивного виконання, типа привода та його основних елементів. В цьому випадку вибір здійснюється на основі порівняльної оцінки при рівних умовах і установах рейтинга.

При дослідженнях механічних систем часто розглядаються динамічні навантаження машин (механізмів) з врахуванням коливальних процесів. Під час перехідних процесів діючі в лінії передач механізмів навантаження, як правило, значно відрізняються від статичних і інерційних навантажень за своєю величиною і характером змінення. Це пояснюється пружними коливаннями систем, часто супроводжуваних роботою багатьох механізмів і машин при їх динамічному навантаженні. Через коливання відбувається більша частина руйнування деталей (столмене руйнування).

Привод будь – якої машини складається із зосереджених мас (наприклад, ротора двигуна, гальмівних шківів, рухомих частин робочого органу і т. і.), зв'язаних між собою валами, муфтами, зубчастими і іншими видами передач. Всі ці з'єднувальні елементи, які б вони жорсткими не були на перший погляд, володіють пружними властивостями. Тому під дією зовнішніх навантажень вони деформуються (в межах пружності) і зосереджені маси здійснюють, крім основного обертального руху, крутильні коливання, які через їх незначні амплітуди називають малими. Фізична суть крутильних коливань полягає в тому, що зосереджені маси обертаються з різними миттєвими швидкостями і кожна з них в деякі моменти часу випереджує чи відстає від сусідньої. В зв'язку з цим ділянки валів закручуються чи розкручуються відповідно збільшенню чи зменшенню сил пружності відносно середнього крутного момента, що передається валом.

Моменти пружних сил в деяких випадках можуть бути настільки великі, що в декілька раз перевищують статичні і інерційні навантаження, а це дуже небезпечно з точки зору міцності найбільш напружених деталей і вузлів. Крім того, негативний вплив на міцність деталей учиняє циклічність навантаження

(викликає руйнування). Тому при розрахунках важконавантажених машин (тяжких кранів, прокатних станів, вагоноперекидувачів, поворотних платформ, печей і т.і.) необхідно враховувати сили пружності і характер їх змінення в часі.

Слід також відмітити, що реальна система має, як правило, зазори в передачах, в зв'язку з чим величина динамічних навантажень стає ще більшою. Але через суттєве ускладнення аналітичних розрахунків таких систем для першого наближення обмежуються врахуванням тільки їх пружних властивостей.

Теорія коливальних процесів застосовується в різних сферах : машинобудуванні, приборобудуванні, авіа - і суднобудуванні, промисловості і транспортному будуванні, а також в багатьох інших галузях техніки. Кожна з них ставить перед спеціалістами низку відповідальних задач, які тісно пов'язані з теорією механічних коливань, хоча постановка цих задач майже завжди володіє помітною специфікою, але всі вони, в кінцевому випадку, вирішуються на основі загальних принципів і методів, складаючих зміст теорії коливань. Тобто, при розробці математичної моделі конкретної системи можна запозичити деякі моменти з іншої системи.

Раніше теорію коливань розділяли на частини за числами степенів свободи. В останній час окремі її розділи поділяються за ознакою єдності явищ, що розглядаються : дослідження вільних коливань і дослідження вимушених коливань. При подальшому заглибленні в теорію коливань можна виявити існування коливальних явищ інших типів, які принципово відрізняються від названих вище. Це – параметричні коливання і автоколивання.

Все залежить від того, яка задача ставиться при дослідженні. Якщо вирішується задача дослідження параметрів міцності, стійкості і т.і., то необхідно досліджувати, перш за все, вільні і вимушені коливання, а якщо досліджується стійкість системи проти коливань, то визначаються області виникнення автоколивань.

З методами дослідження коливальних процесів можна ознайомитись в роботах Голебенцева А.Н., Іванченко Ф.К., Кошевнікова С.М., Пановко Я.Г..

При дослідженні коливальних процесів важливою операцією є приведення мас і жорсткостей. Це питання добре освітлено в книзі Жука А.Я., Желябіної Н. К. “Теория и практика приводов. Кн. 1-я”.

Можна при дослідженні коливань використати методик, викладену в книзі В.Б. Струтинського “Математичне моделювання процесів та систем механіки”.

При дослідженні статичних і динамічних характеристик гідромеханічних систем доцільно використовувати книги Гаминіні Н.С., Лещенко В.А., Каменіра Я.О., Празднікова А.В., Іоффе А.М., Кукушкіна О.М..

Метою теоретичної частини також може бути розробка нової інженерної методики розрахунку для об'єкта практичної частини магістерської роботи чи удосконалення відомої з належним обґрунтуванням прийнятих положень і рішень. Цікавими також можуть бути дослідження кінематики машини (механізма), методи яких викладено в теорії механізмів і машин.

В основу теоретичної частини має бути покладено результати виконання курсової роботи з дисципліни “Математичне моделювання багатомасових механічних систем з дослідженням на ПЕОМ”.

Графічний матеріал теоретичної частини може складати :

- Обов’язкова розрахункова схема досліджуємого об’єкта;
- система вихідних рівнянь (математична модель);
- проміжні вирази, які коротко відображають основні етапи вирішення задачі;
- кінцеві рівняння - результат вирішення задачі;
- блок–схема рішення задачі на ПЕОМ (якщо програма є новою розробкою);
- графіки залежностей;
- номограми;
- графіки швидкостей і прискорень;
- таблиці даних, епюри і т.і.

Всі ці матеріали подаються у вигляді плакатів. Всього плакатів має бути не менше 3-4.

#### *Експериментальні дослідження*

В науковому дослідженні експеримент - один з найважливіших засобів отримання інформації про об’єкт, що вивчається. Створення нового і удосконалення існуючого металургійного обладнання неможливе без його експериментального дослідження.

Необхідність експериментального дослідження існуючого обладнання диктується тими обставинами, що різні його види проектуються на основі дуже наближених розрахунків чи теоретичних досліджень, які є багатими на велику кількість наближень, обмежень і припущень. Припущення вносять помилки в результати розрахунків, що в свою чергу, вносить похибки в проект виготовлення машини. Використання експериментальних даних дозволяє в значній мірі виключити похибки розрахунків і теоретичних припущень. Експериментальні дослідження дозволяють також отримати низку даних, необхідних при проектуванні нового і модернізації існуючого обладнання, визначення яких розрахунковим шляхом нездійснене через відсутність методів розрахунку цих даних.

Специфіка дослідження металургійного обладнання, що має велику масу і складну форму, полягає в тому, що більшість поставлених задач може бути вирішена тільки з проведенням експериментів на натуральному зразку. Це пояснюється тим, що до цього часу ще немає надійних критеріїв подібності і масштабних коефіцієнтів для моделювання такого дослідження. Це ставить перед дослідниками низку питань, пов’язаних з організацією і плануванням експериментальних робіт, необхідних при виконанні комплексних науково-дослідних тем.

Важливу роль в забезпеченні якісного експериментального дослідження відіграє правильно продумана організація робіт на всіх стадіях підготовки і проведення експерименту.

Програма досліджень має вміщати теоретичне обґрунтування експеримента з наведенням мети і задач дослідження, його обсягу і умов проведення. На основі і згідно з програмою дослідження замовляються матеріали, вибирається апаратура, складається методика дослідження, розробляються креслення пристроїв, спеціальних датчиків, здійснюється налагодження і попереднє тарування приладів, устанавлюється послідовність проведення експерименту.

Розрізняють такі види експериментальних досліджень:

- дослідження для перевірки гіпотези чи теорії, на підґрунті якої буде створюватись нове обладнання;

- дослідження моделей нового обладнання, що передують створенню промислових зразків;

- дослідження діючого обладнання з метою виявлення причин його незадовільної роботи чи знаходження резервів підвищення його надійності і продуктивності, визначення оптимальних умов роботи;

- дослідження з метою пошуку оптимальних умов реалізації технологічного процесу;

- дослідження навантажень, діючих на обладнання при різних умовах його роботи, з метою отримання вихідних даних по проектуванню нового, більш досконалого обладнання.

При виконанні експериментальних досліджень механічного обладнання здійснюють виміри таких параметрів, що найчастіше бувають:

- статичних і динамічних зусиль на робочому органі;

- напруги в деталях і металоконструкціях;

- крутних і згибних моментів;

- тиску і витрат робочої рідини в гідросистемах;

- амплітуди і частоти коливань (вібрація) пружних ланок машин і металоконструкцій;

- переміщень, швидкостей і прискорень;

- струмів і напруг електродвигунів і т.і.

Для вимірювання будь-якого з вказаних параметрів потрібна спеціальна апаратура і датчики. При цьому слід враховувати, що точність і ефективність результатів експерименту залежать не тільки від якісних показників апаратури, але й уміння та навичок дослідника. У дослідників-початківців може виникнути думка, що заміри необхідно виконувати як можна точніше. Проте з точністю вимірів пов'язана ціна апаратури. Більш точний експеримент вимагає і більш точного обладнання, а воно як правило, більш коштовне. З підвищенням вимог до точності ускладнюється і експеримент, збільшується обсяг вимірів. Тому при складанні плану експерименту необхідно враховувати всі три аспекти вимірів : погрішність, коштовність і складність проведення.

З появою експериментальних даних розпочинається новий етап роботи-етап обробки отриманих результатів.

Методика обробки результатів вимірів визначається видом проведеного експерименту, тобто кожному виду експеримента належить певна методика. Крім того, вона визначається видом залежності перемінних.

При запису досліджених параметрів на стрічку осцилографа дещо ускладнюється процес обробки результатів вимірів, що пов'язано з необхідністю виконання первинної обробки осцилограм, яка складає такі операції, як фотобробку, “прив'язку” кривих до номерів вимірювальних точок, визначення тарировальних коефіцієнтів, видачу основних первинних даних. Це досить складний і трудомісткий процес, що вимагає певних знань і навичок.

Далі виконується математична обробка експериментальних даних з включенням промахів і застосуванням відповідних методів (кореляційного чи регресійного). Кінцевим результатом можуть бути графічні і математичні залежності з оцінкою їх точності і надійності.

Ясна річ, що не кожний магістрант буде мати можливість провести експеримент за темою магістерської роботи. Тому ця частина, може бути представлена складанням плану, розробкою методики постановки і обробки експерименту. При цьому необхідно обґрунтувати необхідність замірів певних параметрів, вибрати апаратуру і датчики, розробити схему розташування вимірювальної апаратури, описати методику вимірювань і тарировання.

Графічно експериментальна частина має бути представлена схемою розташування вимірювальної апаратури у вигляді плаката.

Основою для виконання цієї частини має бути реферат з дисципліни “Теорія і практика експерименту”.

Виправним джерелом при пошуках необхідних матеріалів може слугувати книга Жука А.Я., Желябіної Н.К. “Теория и практика приводов. Учебн. Пос. В 3-х кн. Кн 3/ Запорожье : Издательство ЗГИА, 2001.-176с.”.

Дослідницька частина має закінчуватись техніко-економічним обґрунтуванням.

Ця частина роботи містить у собі техніко-економічне обґрунтування використання нового, модернізованого чи реконструйованого обладнання - об'єкта розробки спеціальної частини.

Техніко-економічне обґрунтування має висвітлювати такі питання:

- вихідні дані, що характеризують змінення техніко-економічних показників основного виробництва з результатом здійснення позначених заходів;

- розрахунки капітальних вкладень, що необхідні для заходів, розроблених в спеціальній частині проекту;

- розрахунки значення річного випуску продукції;

- розрахунки проектної собівартості продукції;

- розрахунки показників порівняльної економічної ефективності проекту та інші.

#### **4.9 Висновки**

В даному розділі коротко (по пунктах) висвітлюються: стан проблеми, що підлягає вирішенню; можливі та реалізовані шляхи удосконалення машин і агрегатів; технічні і теоретичні результати, що отримані від реалізації запропонованих і розроблених заходів; економічна ефективність запропонованих заходів.

Приклад висновків наведено в додатку И.

#### **4.10 Список використаних джерел**

В списку використаних джерел мають бути наведені тільки особисто пророблені дипломником вітчизняні та іноземні джерела (в перекладі та в оригіналі), а не джерела, що взагалі відносяться до цієї тематики. Дипломник повинен користуватись не тільки навчальною, але й періодичною, технічною, патентною і реферативною літературою, матеріалами підприємств, інститутів, нормативною технічною документацією.

При оформленні списку слід дотримуватись затверджених вимог згідно ДСТУ 8302:2015 або ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 (ВАК), але витримані в єдиній стилістиці. Форма оформлення залежить від кількості авторів, виду джерела (книга, стаття, патент і т.п.) та його призначення. Записуються джерела на мові оригіналу.

Взагалі правильний запис джерела, як правило, можна запозичити з самого джерела. Він розташовується на вкладинці після індексу УДК перед анотацією.

#### **4.11 Додатки**

У додатках вміщують матеріал, який:

- є необхідним для повноти змісту записки, але включення його до основної частини записки може змінити впорядковане й логічне уявлення про роботу;
- не може бути дослівно розміщений в основній частині записки через великий обсяг або способи відтворення.

У додатки можуть бути включені додаткові ілюстрації, таблиці, проміжні розрахунки, патентний звіт і т.і.

## **5. ОФОРМЛЕННЯ ВИПУСКОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

### **5.1 Оформлення записки**

#### **5.1.1 Загальні відомості**

Пояснювальна записка мусить мати в такій послідовності: вступну частину (титольний лист, завдання, реферат, зміст), основну частину (вступ, розділи “Огляд та аналіз науково-технічних рішень за темою роботи та обґрунтування обраного напрямку роботи”, “Розрахункова частина”, “Дослідно-експериментальна частина”, “Охорона праці та техногенна безпека в галузі”, загальні висновки, список використаних джерел) і додатки (якщо вони є).

Пояснювальну записку можна написати від руки на одному боці на аркушах формату А4(210\*297) фіолетовими чи чорними чорнилами (пастою). Також можна виконувати записку машинним способом. При цьому керуються вимогами щодо вимог на виконання документів з використанням друкувальних і графічних пристроїв виведення ЕОМ. За машинописного способу текст друкують через півтора інтервали, за машинного- не більш 40 рядків на сторінці за умови рівномірного їх заповнення та висотою літер і цифр не менше,



ніж 1.8 мм. Допускається виконання окремих частин записки різними способами (при необхідності). Вимоги до оформлення викладено в державному стандарті ДСТУ-3008-95. Текст відносно аркушу має такі розміри берегів: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм., правий не менше 10 мм.. Скорочення слів і словосполучень виконується згідно з чинними стандартами з бібліотечної та видавничої справи.

Структурні елементи записки “РЕФЕРАТ”, “ЗМІСТ”, “ВСТУП”, “ВИСНОВКИ”, “СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ” не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів, які розташовуються посередині рядка і виконуються великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Структурні елементи “ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ НАУКОВО- ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ”, “ ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ”, нумеруються арабськими цифрами (відповідно, 1,2...6. Їх назви розташовують посередені окремого аркуша (вставки) і виконують великими літерами без крапки в кінці. Цей аркуш не підлягає нумерації (як сторінка). А, починаючи з нового аркушу, вже пишеться назва підрозділу. Згідно з ДСТУ-3008-95 заголовки підрозділів необхідно писати малими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи. Але для того, щоб надати тексту більшої чіткості, можна, враховуючи навчальний характер роботи, писати підрозділи великими літерами, приймаючи їх умовно за розділи.

**Наприклад:**

На вставці

## **2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА**

на наступній сторінці

### **2.1 ЗАХОДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДА КОНВЕРТЕРА**

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів слід починати з абзацного відступу і виконувати малими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту записки і дорівнювати п'яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.

Відстань між заголовками і подальшими чи попередніми текстами має бути не менше, ніж два рядки.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту і підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту (або не має взагалі тексту), тобто, має бути не менше двох рядків тексту.

#### **5.1.2 Нумерація сторінок записки**

Сторінки слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Титульний лист (1 сторінка), завдання (2 сторінка), реферат включають до загальної нумерації сторінок записки, але номер на них не проставляють.

Ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок.

### **5.1.3 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів**

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти записки слід нумерувати тільки арабськими цифрами.

Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладання суті записки і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад 1, 2, 3 і т.д.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділа і порядкового номера підрозділа, відокремлених крапкою. Після номера підрозділа крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т.д. Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділа і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою.

Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1,1.2, або 1.1;1, або 1;1.2 і т.д. Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1;1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 і т.д..

Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його також нумерують.

### **5.1.4 Ілюстрації**

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у звіті безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути пояснення.

Всі ці графічні зображення мають відповідати вимогам стандарта "Единой системы конструкторской документации" та "Единой системы программной документации".

Фотознімки та репродукції розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуші білого паперу формату А4.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують назву після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 5.2 - Кінематична схема механізму переміщення розливного крана» (додаток Л).

Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації, складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, рисунок 3.2 - другий рисунок третього розділу. Якщо ілюстрація не вміщується на 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-". Полички на виносках рисунків не роблять.

### 5.1.5 Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць відповідно до рисунку

Таблиця \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
*номер назва таблиці*

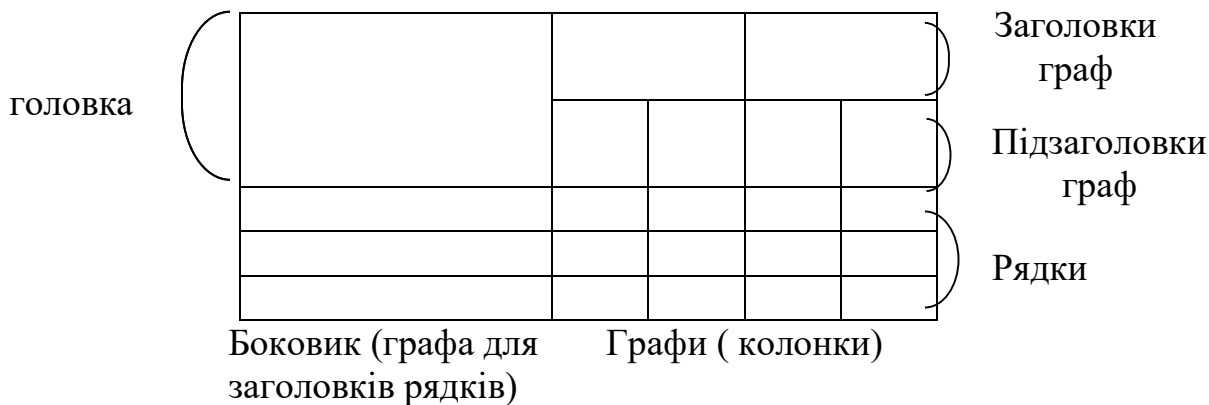


Рисунок 5.1

Горизонтальні та вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії зліва, справа і знизу, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не утруднює користування таблицею.

Таблицю розташовують безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті.

Таблиці нумерують арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиці, що наводиться 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 виконують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під другою, або переносячи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик.

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 пишуть: "Продовження таблиці -" з зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком. Підзаголовки, що ма-

ють самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині. Розмірність параметра пишуть через кому.

### 5.1.6 Формули та рівняння

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередені сторінки. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

Нумеруються вони порядковою нумерацією в межах розділу. Їх номер складається з номера розділу і порядкового номера формули (рівняння), відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули (рівняння) зазначається на рівні формули (рівняння) в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули (рівняння), слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі (рівнянні). Пояснення дають з нового рядка. Перший рядок пояснення починається з абзацу словом “де” без двокрапки.

#### Приклад:

*"Необхідність в охолоджувачах, які виконуються частіше у вигляді змійовиків, установлюється за умови, що фактична площа бака  $S_{\phi}(M^2)$  має бути більша чи рівна розрахунковій площі  $S_p(M^2)$ , тобто*

$$S_p = \frac{3.6\Delta p \cdot Q_{ж}}{(T_{ж} - T_0)K_0}, \quad (5.28)$$

де  $\Delta p$  - втрати тиску в гідросистемі  $H/m^2$ ;

$Q_{ж}$  - витрати робочої рідини в гідросистемі,  $m^3/c$ ;

$T_{ж}-T_0$  - температура робочої рідини та навколишнього середовища,  $^{\circ}C$ ;

$K_0$  - коефіцієнт теплопередачі від бака до повітря

(приймають  $K_0=63$   $кДж/м^2гК$ ).

*“Зусилля опору переміщенню візка визначаємо за формулою*

$$W = (Q + G) \frac{\mu d + 2k}{D} \beta \quad (3.12)$$

де  $Q = 12$   $кН$ -сила тяжіння вантажу, що транспортується;

$G = 5$   $кН$ - сила тяжіння візка;

$\mu = 0,01$  - коефіцієнт тертя ковзання в цапфах ходових колес;

$d = 0,12$   $м$ - діаметр цапфи колес;

$k = 0,0007$   $м$  - коефіцієнт тертя кочення;

$\beta = 5$  - коефіцієнт, який враховує тертя в ребордах колес;

$D = 0.4$  м - зовнішній діаметр колес.

Підставивши числові значення в (3.12), одержимо

$$W = (12 + 4,5) \frac{0,01 + 2 \cdot 0,0007}{0,4} 1,5 = 1,56 \text{ кН}$$

Переносити формули (рівняння) на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули (рівняння) на знакові операції множення, застосовують знак “Х” .

Формули, що йдуть одна за одною й нерозділені текстом, відокремлюють комою.

**Приклад:**  $f_1(x,y)=S_1, S_1 \leq S_{1 \max}$  (1.1)

$$f_2(x,y)=S_2, S_2 \geq S_{2 \max} \quad (1.2)$$

### 5.1.7 Посилання

Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, “...у роботі [3]..., у роботі [4...6]”.

Допускається наводити посилання на джерела у виносках.

**Приклад:**

**Цитата в тексті:**

*“...при нормальній експлуатації передач з добрим змащенням приймають біля трьох (в умовах мізерного змащення значення  $t$  коливається від 1 до 2.5) [5].”*

Відповідний опис у переліку посилань буде:

*“5. Іванченко Ф. К. Розрахунки машин і механізмів прокатних цехів / Ф. К. Іванченко, В. М. Гребеник, В. І. Ширяєв. – Київ: Вища школа., 1994. – 455 с. ”*

Відповідне подання виноски:

*“[5] Іванченко Ф. К. Розрахунки машин і механізмів прокатних цехів / Ф. К. Іванченко, В. М. Гребеник, В. І. Ширяєв. – Київ: Вища школа., 1994. – 455 с. ”*

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери.

При посиланнях слід писати: “...у розділі 4..”, “... дивись 2.1...”, “...за 3.34...”, “...відповідно до 2.3.4.1...”, “...на рис. 1.3...”, або “...на рисунку 1.3...”, “... у таблиці 3.2...”, “...(див. 3.2.)...”, “...за формулою (3.1)...”, “...у рівняннях (1.23) - (1.26)...”, “...у додатку Б...”.

### 5.1.8 Примітки

Примітки вміщують за необхідності пояснення змісту тексту, таблиці або ілюстрації і вони розташовуються безпосередньо за об'єктом пояснення.

Одну примітку не нумерують, а слово “Примітка” пишуть з великої літери з абзацного відступу, не підкреслюючи. Після слова “Примітка” ставлять крапку і з великої літери в тому ж рядку подають текст примітки.

**Приклад**

*Примітка.* \_\_\_\_\_

---

Декілька приміток нумерують арабськими цифрами, а після слова “Примітки ставлять двокрапку, наприклад:

*Примітки:*

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

---

### **5.1.9 Виноски**

Застосовуються для пояснення окремих даних, наведених у тексті або таблицях. Їх позначають надрядковими знаками у вигляді арабських цифр (порядкових номерів) з дужкою. Нумерація виносок - окрема для кожної сторінки.

Текст виноски вміщують під таблицею або в кінці сторінки й відокремлюють від таблиці або тексту лінією довжиною 30-40 мм, проведеною в лівій частині сторінки.

#### **Приклад**

Цитата в тексті: *"З врахуванням коефіцієнта Стьюдента<sup>1)</sup>..."*.

Відповідне подання виноски:

*<sup>1)</sup> Коефіцієнт запропоновано в 1908 р. англійським математиком і хіміком В. С. Госсетом, який публікував свої Наукові праці за псевдонімом "Стьюдент" - студент, і одержав згодом найменування коефіцієнта Стьюдента.*

Текст виносок пишеться більш щільно ніж основний текст.

### **5.1.10 Додатки**

Додатки оформлюють як продовження записки на її наступних сторінках, або у вигляді окремої частини, розташовуючи її в порядку появи посилання на них у тексті звіту.

Якщо додатки оформлюють на наступних сторінках записки, кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток має заголовок, написаний вгорі малими літерами з першої великої, симетрично відносно текста сторінки. Посередині рядка над заголовком пишеться слово “Додаток” - і велика літера, що позначає додаток.

Якщо додаток (додатки) оформлюють окремою частиною записки, такий додаток повинен мати титульний аркуш згідно з вимогами ДСТУ 3008-95. Але для навчального процесу достатньо перед додатками розташувати аркуш паперу з написом великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, тобто літерами А, Б, В, Д, Ж, Е, И, К, Л, М, Н, П, Р, С, Т, У, Ф, Х, Ц, Ш, Щ, Ю. Наприклад, "Додаток А", "Додаток Б" і т.д. один додаток позначається як додаток А.

Додатки повинні мати спільну з рештою записки наскрізну нумерацію сторінок. Ілюстрації, таблиці, формули на рівняння, що є у тексті додатку, нумеруються в межах кожного додатку, наприклад. “Рисунок К.4” -четвертий

рисунок додатку К, " Таблиця А.2"- Друга таблиця додатку А, "Формула (А.1)" - перша формула додатку А.

Якщо в додатку одна ілюстрація, одна таблиця, одна формула, одне рівняння, їх нумерують, наприклад, "Рисунок А.1", "Таблиця А.1", "Формула (А.1)".

В посиланнях у тексті додатку на ілюстрації, таблиці рівняння рекомендується писати: "...за формулою (В.1)...".

### 5.1.11 Перелік

Перед переліком ставлять двокрапку, а перед кожною позицію переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи - дефіс (перший рівень деталізації). Для повної деталізації переліку всередині позицій використовуються арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Приклад

*"До переваг гідропривода можна віднести такі:*

*а) значно більша силова напруженість;*

*б) малі габарити та маса;*

.....

*е) простота захисту від перевантажень."*

Або

*"До переваг гідропривода можна віднести такі:*

*- значно більша силова напруженість;*

*- малі габарити та маса;*

-.....

*- простота захисту від перевантажень."*

## 5.2 Оформлення креслень

### 5.2.1 Загальні положення

Графічну частину проекту необхідно оформляти згідно з вимогами ЕСКД (єдиной системы конструкторской документации). Креслення виконують олівцем, а також методом машинної графіки (якщо це можливо). Демонстраційні плакати, в окремість графіки і діаграми, рекомендується виконувати тушшю, в тому числі кольоровою.

Креслення і демонстраційні плакати виконуються на стандартних аркушах відповідного формату А1 (594x841мм). Дозволяється крім основних форматів (А0, А1, А2, А4) використовувати допоміжні формати (додаток М).

Креслення обов'язково виконуються в масштабі. Масштаби зображення на кресленнях повинні вибиратись за таким рядом:

Натуральна велич...

1:1

Масштаби зменшення...

1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10,

1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50,

1:75, 1:100, 1:200, 1:400,

1:500, 1:800, 1:1000.

Масштаби збільшення...

2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1,

20:1, 40:1, 50:1, 100:1.

При проектуванні генеральних планів крупних об'єктів допускається застосовувати масштаби: 1:2000; 1:5000; 1:10000, 120000; 1:25000; 1:50000. В необхідних випадках допускається застосовувати масштаби збільшення (100 п), де п - інше число.

Всі креслення рекомендується поділяти на зони (додаток Н) і мати основні написи згідно з вимогами ЕСКД. Для навчального проектування допускаються деякі зміни в основних написах для зазначення кафедри, групи, керівника і т.п. (додатки П. Р).

На стадіях проектування: технічна пропозиція, ескізний проект і технічний проект - розроблюються креслення загального вигляду (общего вида).

На наступній стадії проектування розроблюється робоча документація. Тобто на ґрунті креслення загального вигляду розроблюються креслення окремих деталей, а потім складальне креслення (сборочный чертеж) з специфікацією, монтажне та габаритне креслення.

### **5.2.2 Креслення загального вигляду**

Креслення загального вигляду розроблюється переважно тоді, коли створюється нова конструкція агрегату, машини, механізму і т.п. Воно є документом, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип дії виробу.

На кресленні загального вигляду мають бути:

- зображені види, розрізи і перерізи виробу, нанесені написи та текстова частина, які необхідні для розуміння конструктивної будови виробу, взаємодії його складових частин та принципу дії виробу;
- вказані найменування (якщо можливо, то і позначення) складових частин виробу, для яких пояснюється принцип роботи, наводяться технічні характеристики, матеріал, кількість і для тих складових частин виробу, за допомогою яких описується принцип виробу, пояснюються зображення загального вигляду та склад виробу;
- наведені необхідні розміри і, якщо потрібно, схема виробу та технічні характеристики.

Креслення виконують (згідно з ГОСТ 2.109-73) з максимальними спрощеннями. Складові частини виробу (в тому числі запозичені та покупні зображають спрощено (окремі навіть контурними обрисами), якщо при цьому зрозуміла конструктивна будова, взаємодія складових частин та принцип дії виробу. Складові частини виробу можуть зображатись на одному аркуші з загальним взглядом чи на окремих наступних аркушах (листах) загального вигляду.

Найменування та позначення складових частин виробу вказується за трьома способами:

- на поличках ліній-виносок, проведених від деталей;
- в таблиці, розташованій на кресленні;
- в таблиці, виконаної на окремих аркушах формату А4, як наступних листах креслення загального вигляду.



Таблиця в загальному випадку складається з граф: “Поз”, “Позначення”, “Кільк.”, “Додаткові вказівки”, але може включати графу “Матеріал”, “Найменування” та інші необхідні графи (додаток С).

При наявності таблиці номери позицій складових частин виробу вказують на поличках ліній-виносок згідно з цією таблицею.

Рекомендується така послідовність запису складових частин в таблицю:

- запозичені вироби;
- покупні вироби;
- заново розроблюємі вироби.

Ці записи підкреслюються.

На кресленні над таблицею складових частин чи основного напису, якщо таблиці не має, розташовується необхідна текстова частина (технічні вимоги, технічна характеристика) у вигляді колонки шириною не більше 185 мм. При необхідності текст розташовується в одну, дві і більше колонок (друга та наступна колонки розташовуються зліва від основного напису. Між текстовою частиною та таблицею складових частин (чи основним написом) не допускається розміщати зображення, інші таблиці і т.п.

### **5.2.3 Креслення деталей**

Креслення деталей повинне мати зображення деталі та інші дані, необхідні для її виготовлення та контролю. На ньому вказують розміри, граничні відхилення, позначення шорсткості поверхонь та інші дані, яким вона має відповідати перед складанням чи перед додатковою обробкою за кресленням складальної одиниці. Нижче зображення деталі розміщують текст технічних вимог, які пред'являються щодо термообробки деталі, граничних відхилень розмірів, котрі не були зазначені при зображенні деталі, та інші параметри, які неможливо представити графічно. Наприклад:

1. *HRC48... 52.*

2. *Невказані граничні відхилення розмірів: отворів- по H14, валів - по h14, інших- по (+/-)I/14/2.*

3. *Розміри для довідок.*

На кресленнях зубчатих колес і зірочок ланцюгових передач обов'язково розташовують таблиці з основними їх характеристиками.

Креслення деталей виконують в самостійних рамках на загальному листі формату А1. На кожному кресленні згідно зі стандартом розташовують основний напис (додаток Т), в якому зазначається матеріал.

### **5.2.4 Складальне креслення**

#### **5.2.4.1 Загальні положення**

Складальне креслення повинне давати уявлення про взаємні зв'язки з'єднуємих складових частин виробу і забезпечувати можливість здійснення складання та контролю складальної одиниці і мати:

- зображення складальної одиниці (сборочної одиниці), що дає уявлення про взаємні зв'язки складових частин, з'єднуємих за даним кресленням, і забезпечує можливість здійснення складання та контролю складальної одиниці;
- розміри та інші параметри, вимоги, які мають бути виконані і проконтрольовані за складальним кресленням;
- габаритні установочні та приєднувальні розміри, а також необхідні довідкові розміри.
- номери позицій складових частин, що входять до машини.

За необхідності на кресленні можна додатково розміщати схематичне зображення з'єднання і розташування складових частин виробу.

Частини, що переміщуються, зображають в крайньому чи проміжному положенні тонкою штрихпунктирною з двома крапками лінією. Суцільною тонкою лінією позначають розташування сусідніх виробів – “обстановку”.

Складальне креслення виконують зі спрощеннями, установленими стандартами ЕСКД. Допускається не показувати на кресленні дрібні елементи; фаски, закруглення, заглиблення, виступи, насічки, рифлення, зазори між стрижнем та отвором, написи на таблицях і т.і. При необхідності дрібні елементи (типа пластин, отворів, фасок, пазів і т.п.) з розмірами на кресленні не більше 2 мм зображують зі збільшенням, відступаючи від масштабу. Можна не показувати на кресленнях кришки, кожухи та інші деталі, що закривають частини виробу, а також видимі елементи виробу, частково закриті іншими складовими частинами.

Типові та покупні складові частини виробу зображують зовнішніми обрисами, в тому числі і на розрізах.

Зварні складові частини виробу (вузли) штрихуються в один бік і поділяються перехідними лініями (якщо виносяться за одією позицією). Допускається зварний вузол зображати монолітним.

Допускається на складальному кресленні зображати окремі деталі, на які не випускають окремі креслення з усіма даними, що необхідні для виготовлення цієї деталі.

Основний напис розміщують в правому нижньому куті креслення. Над основним написом розміщують текстову частину, куди можуть входити технічна характеристика та технічні вимоги. Текст не повинен виходити за межі 185 мм. Якщо увесь текст не може вміститись над основним написом, то його розміщують колонками зліва основного написа (ширина колонок не більше 185 мм).

Технічна характеристика і технічні вимоги згідно з ЕСКД виконуються без рамки.

Наприклад:

**Технічна характеристика**

1. Продуктивність, м <sup>3</sup> /с	-120
2. Електродвигун:	
тип	-МТКН 412-6
потужність, кВт	-25
частота обертання, об/хв (хв <sup>-1</sup> )	- 950

3. Редуктор:

тип - ЦЗУ-200

передаточне число - 80

4. Маса, кг -1420

#### **Технічні вимоги**

1. Розміри для довідки.

2. Зварні шви - водонепроникні.

3. Випробувати охолоджуючі порожнини водою пробним тиском 0,6 МПа.

4. Покриття: Грунтовка ГФ020 коричнева ГОСТ 4056-78 1УЖ2.

5. Після випробування патрубку (поз. 4 і 5) заглушити пробками (поз.6).

#### **5.2.4.2 Номери позицій**

Номери позицій складальних одиниць і деталей наносять згідно з номерами позицій, що вказані в специфікації складального креслення. В першу чергу це стосується стандартних одиниць (виробів). А номери вузлів і деталей, що підлягають розробці, доцільно узгоджувати з місцем розташування цих вузлів і деталей на кресленні, щоб якомога більше номерів позицій розміщались за годинниковою стрілкою. Це дасть можливість полегшити читання креслення.

Номери позицій наносять на поличках ліній - виносок, проведених від кожної складової частини виробу. Лінія - виноска, як правило, має пересікати лінію контура складової частини, один кінець її закінчується крапкою, другий - поличкою, розташованою паралельно основному напису креслення. Лінії - виноски проводять від видимих проєкцій складових частин виробів, зображених на основних видах чи на розрізах. Виконують лінію-виноску і поличку суцільною тонкою лінією. Номери позицій розташовують зовні контура зображення, виконують розміром шрифту на один - два номери більше ніж у розмірних числах, і групують в колонку чи рядок (по можливості на одній лінії). Номер позиції, як правило, наносять на креслення один раз, а у випадках необхідності його повторюють.

Лінії - виноски не повинні бути паралельними лініям штриховки і не мають пересікатись між собою і по можливості з розмірними лініями. Допускається проводити лінію - виноску з одним зломом.

Загальну лінію - виноску з вертикальним розташуванням номерів позиції проводять:

- для групи кріпильних деталей, що відносяться до одного і того ж місця кріплення;

- для групи деталей з чітко виявленим взаємозв'язком, виключаючим різне поняття, при неможливості провести лінію - виноску до кожної складової частини;

- для окремих складових частин виробу, які графічно зобразити на кресленні важко, а їх місцезнаходження визначається за допомогою лінії-виноска, що проводиться від видимої складової частини виробу, з якого дана складова частина контактує.

### 5.2.4.3 Специфікація

Кожне складальне креслення повинне мати специфікацію (додаток ТЗ). Специфікація має повністю заповнювати лист формату А4. Якщо вона не вміщується на одному листі, то продовжується на наступному з нанесенням знову шапки і продовженням позицій.

Згідно з ГОСТ 2.106-96 специфікація в загальному випадку складається з розділів, які розташовують в такій послідовності:

- документація,
- комплекси;
- складальні одиниці;
- деталі;
- стандартні вироби;
- інші вироби;
- матеріали;
- комплекти.

Наявність тих чи інших розділів визначається складом виробу, що підлягає специфікації. Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі "Найменування" і підкреслюють. Допускається об'єднувати розділи "Стандартні вироби" та "Інші вироби" під найменуванням "Інші вироби".

В розділ "Документація" вносять документи, що складають основний комплект конструкторських документів виробу, що підлягає специфікації, крім його власної специфікації.

В розділи "Комплекси", "Складальні одиниці" і "Деталі" вносять комплекси, складальні одиниці і деталі, що безпосередньо входять до виробу, що підлягає специфікації. Запис вказаних виробів рекомендується ГОСТом виконувати в алфавітному порядку сполучення букв кодів організацій-розробників. Але в нашому випадку розміщати вироби доцільно в порядку згідно з номером позиції. Тобто першим записують виріб, що має меншу цифру позиції.

В розділі "Стандартні вироби" записують вироби, що регламентуються стандартами:

- міждержавними;
- державними;
- галузевими,
- підприємств (для допоміжного виробництва, ініціативних розробок і т.і.).

В межах кожної категорії стандартів запис рекомендується виконувати за групами виробів, об'єднаних за їх функціональним призначенням (наприклад, підшипники, кріпильні вироби, електротехнічні вироби і т.і), в межах кожної групи - в алфавітному порядку (за абеткою) найменування виробів, в межах кожного найменування - в порядку зростання позначення стандартів, а в межах кожного позначення стандарту - в порядку зростання основних параметрів чи розмірів виробів.

В розділ "Інші вироби" вносять вироби, що застосовуються за технічними умовами.

В розділ "Матеріали" вносять всі матеріали, що безпосередньо входять у виріб.

Матеріали рекомендується записувати за видами в такій послідовності :

- метали чорні;
- метали магнітоелектричні та феромагнітні;
- метали кольорові, благородні та рідкі;
- кабелі, проводи, шнури;
- пластмаси та прес-матеріали;
- бумажні та текстильні матеріали;
- лісоматеріали;
- гумові та шкіряні матеріали;
- лаки, фарби, хімікати;
- інші матеріали.

В межах кожного виду рекомендується записувати за абеткою найменування, а в межах кожного найменування - за зростанням розмірів чи інших технічних матеріалів.

В розділ "Комплекти" вносять відомості експлуатаційних документів, відомість документів для ремонту і т.і.

Графи специфікації заповнюють таким чином;

- в графі "Формат" вказують формати документів, позначення яких записують в графі "Позначення". Якщо документ виконано на декількох аркушах різних форматів, то в графі "Формат" проставляють "Зірочку" зі скобкою, а в графі "Примітка" перераховують усі формати в порядку їх збільшення. Для документів, що записані в розділі "Стандартні вироби", "Інші вироби" і "Матеріали" графу "Формат" не заповнюють. Для деталей, на які не випущено креслення, в графі "Формат" пишуть "БЧ" (тобто без креслення - чертежа).
- в графі "Зона" вказують позначення зони, в якій перебуває номер позиції записуємої складової частини (при розбиванні креслення на зони згідно з ГОСТ 2-104.68 (ЕСКД. Основные надписи). Якщо є номери позицій, що повторюються, то в графі "Зона" проставляють "зірочку" зі скобкою, а в графі "Примітка" вказують всі зони.
- в графі "Поз" вказують порядкові номери складових частин, що безпосередньо входять у виріб - об'єкт специфікації, в послідовності запису їх специфікації. Для розділів "Документація", "Комплекти" графу "Поз" не заповнюють;
- в графі "Позначення" вказують: в розділі "Документація" - позначення документа, що записуються; в розділі "Комплекси", "Складальні одиниці". "Деталі", "Комплекти" - позначення основних конструкторських документів на вироби, що записуються в цей розділ. Для деталей, на які не випущені креслення, - присвоєне їм позначення. В розділах "Стандартні вироби", "Інші вироби" і "Матеріали" графу "Поз." не заповнюють. Якщо ж для виготовлення стандартного виробу випущена конструкторська документація, то в графі "Позначення" вказують позначення випущеного основного конструкторського документу:
- в графі "Найменування" вказують: в розділі "Документація" для документів, що входять в основний комплект документів на виріб - тільки найменування документа ("Складальне креслення", "Габаритне креслення", технічні умови).

Для документів на складові частини, що не підлягають специфікації - найменування виробу та найменування документу; в розділах специфікації "Комплекси", "Складальні одиниці", "Деталі", "Комплекти" - найменування виробів згідно з основним написом на основних конструкторських документах цих виробів. Для деталей, на яку не випущені креслення, вказують найменування, матеріал та інші дані, що необхідні для виготовлення, а розділ "Стандартні вироби" - найменування та позначення виробів згідно зі стандартами на ці вироби, в розділі "Інші вироби" - найменування та умови позначення виробів згідно з документами на їх поставку з зазначенням цих документів; в розділі "Матеріали" - позначення матеріалів, установлених в стандартах чи технічних умовах на ці матеріали.

- в графі "Кільк." вказують: для складових частин виробів-об'єктів специфікації їх кількості на один виріб - об'єкт специфікації; в розділі "Матеріали" - загальну кількість матеріалів на один виріб з вказівкою одиниць вимірювання. Допускається одиниці вимірів записувати в графі "Примітка" в безпосередній близькості від графи "Кільк." В розділі "Документація" графу не заповнюють.

- в графі "Примітка" вказують додаткові відомості для планування та організації виробництва, а також інші відомості, що стосуються записаних в специфікацію виробів, матеріалів і документів. Наприклад, для деталей, на які не випущено креслення, записують їх масу.

Після кожного розділу специфікації допускається залишати декілька вільних строчок для додаткових записів ( в залежності від стадії розробки, обсягу записів і т.і.). Допускається резервувати також і номери позицій, які проставляють в специфікацію при заповненні резервних строчок.

Допускається поєднання специфікацій зі складальним кресленням при умові їх розташування на аркуші формату А4. При цьому її розташовують над основним написом і заповнюють в тому ж порядку і за тою ж формою, що і специфікацію, що виконана на окремих аркушах.

Для виробів допоміжного виробництва та поодинокого виробництва разового виготовлення допускається поєднання специфікації зі складальним кресленням на аркушах будь-якого формату, установленим ГОСТ 2-301. Правила виконання та вживання таких поєднаних документів установлюють в галузевих стандартах. Поєднаному документу надають позначення основного конструкторського документу.

Основні написи специфікацій вичерчуються за розмірами, вказаними в додатку ТЗ.

### **5.3 Оформлення схем і плакатів**

Схема - це креслення, на якому показано у вигляді умовних зображень складові частини машини та зв'язок між ними. Правила виконання схем установлюються державними стандартами, в яких визначено:

- види схем (електричні, гідравлічні, пневматичні, кінематичні);
- типи схем (структурні, функціональні, принципіальні, монтажні та інші);
- загальні вимоги щодо виконання схем;
- правила виконання різних видів та типів схем.

До появи держстандартів України необхідно поки що користуватися загальносоюзними чи міждержавними стандартами: ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.703-68., ГОСТ 2.704-76, ГОСТ 2-786-70.

В зазначених стандартах наведено умовні позначення елементів для всіх видів схем, які є обов'язковими для використання в конструкторських документах.

Перелік елементів розташовують на першому листі схеми над основним написом чи виконують у вигляді наступних листів (додатки Х,Ц). Відстань між переліком елементів і основним написом має бути не менше 12мм.

Для елементів електричних, гідравлічних і пневматичних схем, як правило, введені стандартами позначення. Так, наприклад, для гідравлічних та пневматичних схем введені такі основні позначення:

- А - пристрій (загальне позначення);
- АК - гідроаккумулятор;
- АТ -апарат теплообмінний;
- Б -гідробак;
- ВД -водовідділювач;
- ВН -вентиль;
- ВТ - гідровитиснювач;
- Г - пневмоглушник;
- Д - гідродвигун (пневмодвигун) поворотний;
- ДП -дільник потоку;
- ДР - гідродросьель (пневмодросьель);
- ЗМ - гідрозамок (пневмозамок);
- К -гідроклапан (пневмоклапан);
- КВ - гідроклапан (пневмоклапан) видержки часу;
- КД - гідроклапан (пневмоклапан) тиску;
- КО - гідроклапан (пневмоклапан) зворотний;
- КП - гідроклапан (пневмоклапан) запобіжний;
- КР - гідроклапан (пневмоклапан) редуційний;
- КМ -компресор;
- М - гідромотор (пневмомотор);
- МН - манометр;
- МП - гідродинамічна передача;
- МР - мастилорозпилювач;
- МС - маслянка;
- МФ - гідродинамічна муфта;
- Н - насос;
- НА - насос аксіально-поршневий;
- ИМ - насос мотор,
- НП - насос пластинчатий;
- НР - насос радіально-поршневий;
- ПГ - пнемперетворювач;
- ПР - гідроперетворювач;
- Р - гідророзподільник (пневморозподільник);

- РД - реле тиску;
- РЗ - гідроапарат (пневмоапарат) золотниковий;
- РК - гідроапарат (пневмоапарат) клапанний;
- РП - регулятор потоку;
- РС -ресивер;
- С - сепаратор;
- СП - суматор потоку;
- Т - термометр;
- ТР - гідродинамічний трансформатор;
- УВ - пристрій повітrespускний;
- УС - гідропідсилювач;
- Ф - фільтр;
- Ц - гідроциліндр (пневоциліндр).

Порядкові номери елементам (пристроям) необхідно надавати, починаючи з одиниці, в межах групи елементів (пристроїв), яким на схемі надано однакове літерне позиційне позначення, наприклад, Р1, Р2, РЗ, К1, К2, К3 і т.д.

Порядкові номери мають бути надані відповідно послідовному розташуванню елементів чи пристроїв на схемі зверху вниз в напрямку зліва направо. При необхідності дозволяється міняти послідовність надання порядкових номерів в залежності від розташування елементів у виробі чи від направлення потоку робочого середовища.

Позиційні позначення елементам (пристроям) необхідно надавати в межах виробу (установки).

Допускається позиційні позначення надавати елементам в межах кожного пристрою, якщо в склад виробу входить декілька однакових пристроїв, то позиційне позначення елементам необхідно надавати в межах цих пристроїв. Елементам, які не входять до складу пристроїв, позиційне позначення надають після елементів, які входять в пристрої.

Плакати виконують для демонстрації конструкції та принципу дії машини, технологічних процесів, графіків і теоретичних викладок.

Кожний плакат повинен мати: заголовок, зображальну частину, пояснювальний текст (при необхідності). Причому висота цифр, букв і товщина ліній має бути такою, щоб наповнення плакату могло вільно розглядатись на відстані не менш, чим в 4...5м.

#### **5.4 Позначення креслень, специфікацій, пояснювальної записки**

ГОСТ 2.201-80 установлює єдину знеособлену класифікаційну систему позначення виробів основного та допоміжного виробництва і їх конструкторських документів для усіх галузей промисловості при розробці, виготовленні, експлуатації і ремонті. Згідно з цим кожному виробу має бути надано позначення, яке є одночасно позначенням його основного конструкторського документа (креслення, специфікації, пояснювальної записки). Позначення виконують на ґрунті поки що загальносоюзних класифікаторів.



Згідно з ДСТУ позначення має включати літерний код організації розробника, шестизначний код класифікаційної характеристики і тризначний порядковий реєстраційний номер. Крім кода конструкторської кваліфікаційної характеристики ще встановлено технічний код деталі чи складальної одиниці (має 14 позицій). Разом вони являють собою конструкторсько-технологічний код з 27 позиціями.

До конструкторського коду згідно з ДСТУ можуть додаватись літери, які остаточно формують код документу.

**Наприклад:**

СК – складальне креслення;  
ВЗ – креслення загального виду;  
МК – монтажне креслення;  
РК – ремонтне креслення;  
ТК – технологічне креслення;  
К – кінематична схема;  
Г – гідравлічна схема;  
П – пневматична схема;  
Е – електрична схема;  
С – комбінована схема;

Враховуючи навчальний характер проектування, можна спростити структуру позначень документації. Тоді позначення креслень відповідно загального вигляду, складального та деталі будуть;

МР. 990345.000 ВЗ,  
МР. 990345.000 СК,  
МР. 990345.200 СК,  
МР. 990345.112

Літери позначають магістерську роботу (МР). Шість цифер після крапки є номером залікової книжки студента. Три наступні позиції призначені для позначення реєстраційного номеру креслення складальних одиниць та деталей. Головна складальна одиниця має три нулі (000). Основні складальні одиниці, що входять до головної, позначають цифрами 100, 200, ..., 900 з додачею літер СБ. Підпорядковані складальні одиниці, що входять до складу основних, позначають цифрами 110, 120, ..., 190, 210, 220, ..., 290 і т.д. з додачею літер СБ. В свою чергу складальні одиниці, що підпорядковані по відношенню до останніх, позначаються цифрами 111, 112, ..., 119, 211, ..., 219 і т.д. з додачею літер СБ.

При позначенні креслень деталей перша цифра вказує на приналежність деталі до основної чи підпорядкованих складальних одиниць. Дві наступні цифри 01...99 позначають реєстраційний номер деталі. Наприклад, МР.990345.245. Цифра 2 вказує на приналежність деталі до основної за номером 200 складальної одиниці чи підпорядкованих їй складальних одиниць за номерами 210...290.

В основному напису специфікації, яка виконується на окремих листах, ставиться номер складальної одиниці без коду документа (наприклад, МР. 990345.200), а в графі "Позначення" - номер складальної одиниці (наприклад, МР. 990345.200 СК).

Якщо креслення загального вигляду чи складальної одиниці виконано, наприклад, на трьох листах, які мають самостійні основні написи, то всі три листи позначаються одним номером, а на основному напису у відповідних графах вказують “Лист 1” (Лист 2, Лист 3), “Листів 3”. Якщо ж креслення виконано на одному листі, то вказують:” Лист”, ”Листів 1”.

Пояснювальна записка позначається шляхом додачі до номера основного конструкторського коду літер “ПЗ”. Наприклад, МР. 990345.000 ПЗ, МР. 990345.200 ПЗ і т.д.

## **6 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ**

До виконання магістерської роботи допускаються студенти, що повністю закінчили теоретичний курс навчання, здали згідно з навчальним планом усі заліки та екзамени.

Магістрант виконує проект під керівництвом і контролем керівника і консультантів з окремих розділів і вирішує з ними відповідні питання. Прийняті рішення з цих питань магістрант узгоджує з керівником роботи.

Основні обов'язки керівника роботи:

- складання розгорнутого завдання на роботу і ув'язка завдань з усіх її розділів;
- систематичний контроль за виконанням магістрантом календарного плану;
- керівництво розробкою технологічних і конструктивних питань, при цьому бажано, щоб керівник вказував магістранту лише загальний напрямок, не пропонуючи готових рішень, всіляко заохочуючи творчу ініціативу;
- виявлення по ходу виконання грубих помилок та недоліків, а також вирішення шляхів їх виправлення;
- узгодження висновків на виконану роботу.

Вкрай важливо, щоб магістрант ефективно попрацював над рефератами і курсовими прецедентами в період теоретичного навчання, що дозволить йому вчасно і на високому рівні виконати магістерську роботу.

Магістрант, що своєчасно не виконав в установлений термін чи не захистив магістерську роботу, відраховується з вузу.

## **7 ПІДГОТОВКА ВИПУСКНОЇ РОБОТИ МАГІСТЕРА ДО ЗАХИСТУ**

Після закінчення пояснювальної записки і графічного матеріалу за підписами автора, керівника роботи і консультантів разом з відгуком керівника надаються завідувачу кафедри для вирішення питання про допуск магістранта до захисту. Допущена до захисту робота подається на зовнішнє (підприємство, організація, інші вузи) чи внутрішнє рецензування. Кращим варіантом є зовнішнє рецензування.

У випадках, коли прийнято рішення про необхідність доробки роботи, вона повертається студенту, потім знову надходить на місцевий розгляд. З дня визнання роботи придатною для захисту ніякі виправлення і додання в роботі не допускаються.

Робота направляється на рецензію спеціалістам, які не брали участь в керівництві нею.

Магістрант має бути ознайомлений з відгуком і рецензією до засідання ДЕК.

## **8 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ В ЕК**

В державну екзаменаційну комісію на кожного магістранта подається:

- справка деканату чи відділу магістратури про виконання учбового плану та відомості про успішність;
- магістерська робота;
- рецензія та відгук;

Захист роботи відбувається на публічному засіданні ЕК (бажано в присутності керівника проекту). На засідання можуть запрошуватись і рецензенти з правом дорадчого голосу.

Захист проходить таким чином. Заслуховується доклад магістранта /до 15 хв./. Члени ЕК з дозволу голови комісії задають питання. Магістрант повинен відповісти на всі запитання, що пов'язані зі змістом його роботи, і на питання, метою яких є визначення його загальної науково-технічної підготовки та спеціальної підготовки до виробничої діяльності. Оголошуються висновки керівника та рецензія на роботу і заслуховуються пояснення магістранта відносно змісту цих документів.

Після публічного захисту робіт ДЕК на закритому засіданні обговорює результати захисту і більшістю голосів виносить рішення про результати та якість проекту з виставленням диференційованої оцінки. Відмічаються особливості роботи та її реальність. Тут же виносяться рекомендації щодо подальшого навчання магістранта в аспірантурі.

Рішення ЕК про надання кваліфікації магістранта за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" об'являється наказом по ВНЗ.

## **9 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

Магістрант при виконанні роботи може користуватися підручниками, посібниками, довідниками, технічними журналами, довідковими матеріалами підприємств, описами винаходів і т.і..

У додатку III наведено основний список технічної літератури, серед якої магістрант може знайти необхідні джерела.

## ДОДАТОК А - ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ

Міністерство освіти та науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

## ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему Аналіз та удосконалення конструкції вузлів тринадцятироlikової лис-  
топравильної машини з метою підвищення їхньої надійності

Виконав: магістрант групи 8.1331

Музика О.С.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Металургійне обладнання

(шифр і назва)

Керівник Гречаний О.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2022 року

**ДОДАТОК Б -ЗАВДАННЯ  
ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

Запорізький національний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти магістр

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Металургійне обладнання

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедрою Й.К. Огінський

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Завдання  
до випускної кваліфікаційної роботи магістра

Музика Олег Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської роботи: Аналіз та удосконалення конструкції вузлів тринадцятироlikової листопрilьної машини з метою підвищення їхньої надійності

керівник магістерської роботи PhD, ст.викладач Гречаний О.М.,

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” червня 2022 року № 597-с.

2. Строк подання студентом магістерської роботи 16 грудня 2022 року.

3. Вихідні дані магістерської роботи техніко-економічні показники роботи прокатного цеху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Огляд і аналіз науково-технічних рішень підвищення надійності вузлів листопрilьного обладнання та обґрунтування обраного напрямку роботи; 2. Розрахункова частина; 3. Дослідно-експериментальна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека в галузі. Загальні висновки та рекомендації

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Агрегат поперечного різання – 1А1; 2. Машина листопрilьна 13х190х1700 – 1А1; 3. Привод машини листопрilьної 13х190х1700 – 3хА2; 4. Кліть шестеренна – 1А1 5. Муфта зубчаста зі зрізними пальцями – 1А1; 6. Деталювання – 2А2; 7. Математична модель виправлення листа на 13 РПМ – 1А1; 8. Експериментальне дослідження виправлення кривизни листа на роlikовій листопрilьній машині – 1А1.

### Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання ви- дав	Завдання прийняв
1	Гречаний О.М., ст.викладач		
2	Гречаний О.М., ст.викладач		
3	Гречаний О.М., ст.викладач		
4	Гречаний О.М., ст.викладач		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проектування	01.05.22 – 27.05. 22	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування	21.11.22 – 27.11.22	
3	Виконання теоретичної частини проєкту	28.11.22 – 04.12.22	
4	Виконання графічної частини проєкту	28.11.22 – 04.12.22	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	05.12.22 – 11.12.22	
6	Перевірка проєкту	12.12.22 – 13.12.22	
7	Попередній захист проєкту	14.12.2022	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проєкту у ДЕК	16.12.2022	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Музика О.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Гречаний О.М.  
(прізвище та ініціали)

# ДОДАТОК В - РЕЦЕНЗІЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

## Рецензія

на випускнуну кваліфікаційнуну роботу магістра студента групи 8.1331

Музики Олега Сергійовича

на тему Аналіз та удосконалення конструкції вузлів тринадцятироlikової листоправильної машини з метою підвищення їхньої надійності

Кваліфікаційна робота виконана згідно до завдання відповідає темі,  
(не) згідно не (відповідає)

містить 8 листів графічного матеріалу і пояснювальну записку із 121 сторінок.

1.Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Одна із головних задач, що стоїть перед металургійною промисловістю, є підвищення точності прокату та економія металу. Цим до певної міри пояснюється різноманіття способів редагування і правильних засобів, створених в даний час для обробки листів і штаби. Багатороlikові машини характеризуються великою продуктивністю, тому їх широко використовують для правлення різноманітних видів виробів. Виконані розрахунки на міцність і стійкість найбільш навантажених деталей і вузлів указують на досить високу працездатність і надійність конструкції листоправильної машини в цілому, але при проектуванні та експлуатації недостатньо уваги приділялося вузлам приводу натискного механізму, через що виникають прості технологічної лінії пов'язані з його ремонтами. Тому виникає причина по виявленню конструктивних недоліків приводу натискного механізму, та досягти можливості попередження аварійних ситуацій пов'язаних з його механізмами.

2.Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика досліджень, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки) Виконавши аналіз наукової та технічної літератури встановлено, що оптимальною конструкцією натискного механізму є виконання з індивідуальним приводом кожного натискного гвинта. Під час проведення досліджень доведені переваги використання таких конструкцій.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу) Кваліфікаційна робота виконана в повному обсязі згідно завдання, пояснювальну записку оформлено технічно грамотно за допомогою ПЕВМ, виконані розрахунки відповідають вимогам необхідним для застосування запропонованої модернізації.

4. Практична значимість результатів проекту (роботи) (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко-економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи) Розібравшись в недоліках існуючого обладнання, студент пропонує модернізувати привод натискного механізму тринадцятироlikової листопрямильної машини, що дозволить збільшити продуктивність прокатного стану в цілому, завдяки зменшенню часу простоювання його на незапланованих ремонтах За темою роботи опубліковані тези доповіді участі в міжнародній науково-технічній конференції. Приведені результати можуть бути використані в умовах діючого металургійного виробництва.

5. Недоліки магістерської роботи До загальних недоліків треба віднести загальні погрішності та неточності при оформленні пояснювальної записки та графічної частини.

6. Магістерська робота у цілому виконана(ний) на високому рівні і заслуговує оцінки: відмінно  
кількість балів \_\_\_\_\_  
за національною шкалою \_\_\_\_\_  
за шкалою ЄКТС \_\_\_\_\_

Рецензент к.т.н., доцент кафедри металургійного обладнання ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ  
(посада, місце роботи)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А.О. Власов  
(ПБ)



ДОДАТОК Г  
ВІДГУК НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

**ВІДГУК**

керівника на магістерську роботу

здобувача ступеня вищої освіти «магістр» Гузь Едуарда Аліїовича  
(П.І.Б.).

Магістерська робота на тему Аналіз та удосконалення конструкції вузлів натискного механізму прокатного стану 1680 з метою поліпшення його виробничих характеристик

Виконана Згідно до завдання, відповідає темі, містить 8 листів  
(не) згідно (не) відповідає  
графічного матеріалу і пояснювальну записку з 89 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією)     

Виконано аналіз існуючих конструкцій натискних механізмів прокатних станів, проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень. Запропонований варіант модернізації приводу натискного механізму. зроблена порівняльна оцінка діючого устаткування і світових аналогів, приділено увагу екології. Робота є актуальною.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багато-варіантності)

Прийняті технічні рішення в повній мірі обґрунтовано необхідними розрахунками

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» технічна підготовка та ерудиція здобувача знаходяться на високому рівні

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач Творчий потенціал і ступінь самостійності студента високі

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень     

Науковий рівень та глибина експериментальних досліджень досить високі

---

---

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі \_\_\_\_\_

*В роботі використані сучасні засоби аналізу, вимірювань і досліджень в достатньому обсязі* \_\_\_\_\_

---

---

---

---

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів \_\_\_\_\_

*Робота виконана у відповідності з діючими стандартами* \_\_\_\_\_

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи *Робота виконана відповідно до графіка* \_\_\_\_\_

9. Наукова цінність роботи, практична значимість \_\_\_\_\_

*Робота має наукову цінність та практичну значимість* \_\_\_\_\_

---

10. У магістерській роботі можна відмітити такі недоліки: *не значні відхилення при оформленні графічної частини* \_\_\_\_\_

---

---

---

Магістерська робота у цілому виконана високому рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку відмінно

Керівник

Зав. кафедри металургійного обладнання,  
докт.техн. наук

Й.К. Огінський

ДОДАТОК Д

**ЗАЯВА СТУДЕНТА**

**ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ ТА КЕРІВНИКА ВКР**

Завідувачу кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_

спеціальності \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ступеня вищої освіти «магістр»

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

ЗАЯВА

Прошу призначити мені наступну тему кваліфікаційної роботи магістра

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

та призначити науковим керівником \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Підпис \_\_\_\_\_

ПОГОДЖЕНО

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ПБ)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ПБ)

## ДОДАТОК Е

### ЗАЯВА

## ЩОДО САМОСТІЙНОСТІ ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Я \_\_\_\_\_, здобувач  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
ступеня вищої освіти «магістр» групи \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_ (спеціальності)

\_\_\_\_\_ (освітньої програми)

факультету \_\_\_\_\_  
(назва факультету)

\_\_\_\_\_ форми навчання підтверджую, що  
(денна або заочна)

моя кваліфікаційна випускна робота магістра на тему: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ,  
яка представлена до Екзаменаційної комісії для захисту, виконана самостійно і не містить елементів академічного плагіату (компіляції).

Усі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше науково-дослідних робіт, випускних кваліфікаційних робіт магістрів, кандидатських і докторських дисертацій мають відповідні посилання та цитування, оформлені у відповідності до діючих правил.

Я ознайомлений (а) з діючим Положенням “Про заходи щодо запобігання випадків академічного плагіату”, згідно з яким виявлення факту академічного плагіату (компіляції) є підставою для застосування відповідних дисциплінарних стягнень.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (дата)

## ДОДАТОК Ж АНОТАЦІЯ

Сьобко А.С. Удосконалення конструкції вузлів та деталей натискного механізму прокатного стану.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування, науковий керівник Т.О. Васильченко. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2020.

Виконаний аналіз існуючих натискних механізмів прокатних станів, проаналізовані переваги та недоліки існуючих технічних рішень. Запропонований варіант модернізації приводу натискного механізму стану Слябінг 1150. Проведено теоретичне дослідження ККД гвинтової пари в залежності від її конструктивного виконання. Досліджено напружено-деформований стан гайки натискного механізму за допомогою методу скінчених елементів.

Ключові слова: ПРИВОД, ГВИНТОВА ПАРА, ГАЙКА, КРОК РІЗЬБИ, КУТ НАХИЛУ РІЗЬБИ, КУТ ТЕРТЯ В РІЗЬБИ

### ABSTRACT

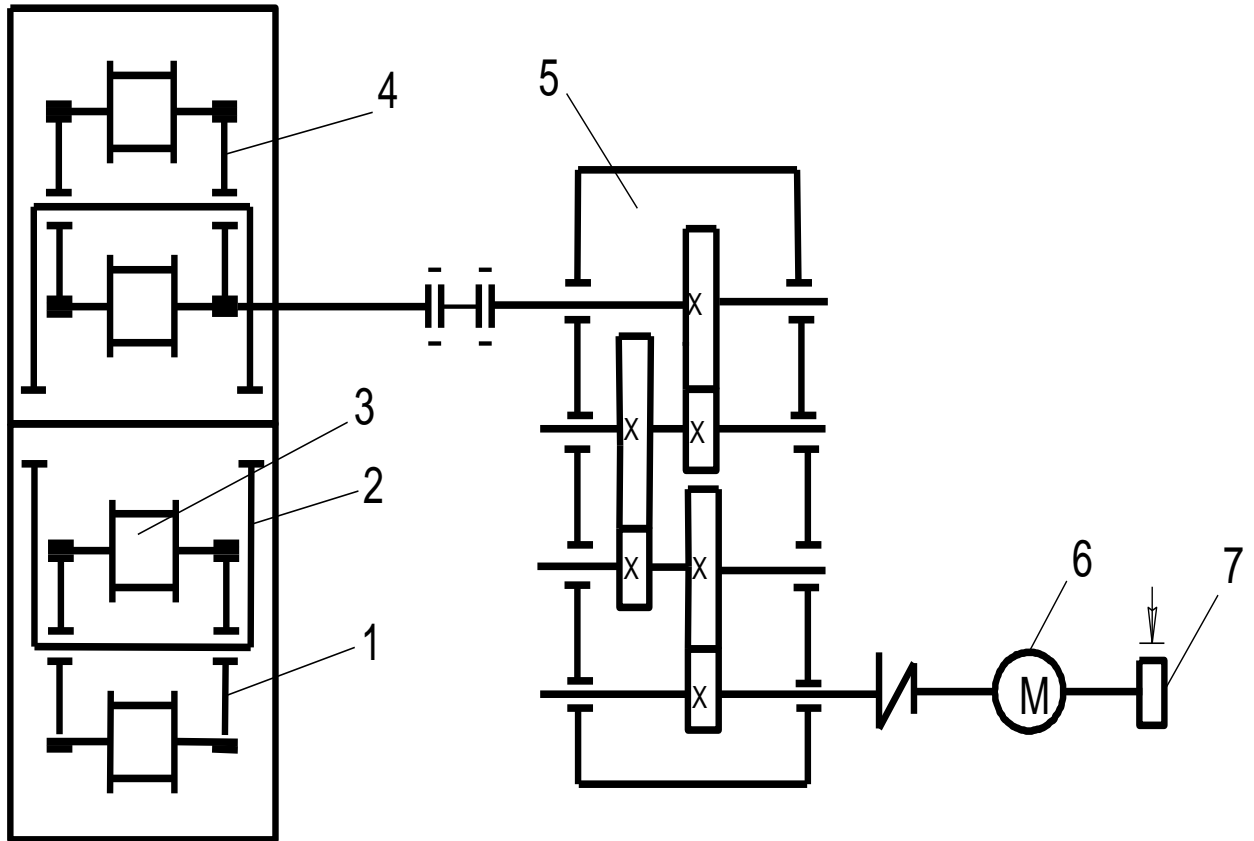
Sebko A.S. Improving the design of nodes and parts of the pressure mechanism of the rolling mill.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of a master's degree in specialty 133 - Branch engineering, scientific adviser T.A. Vasilchenko. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute named after. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2020.

The analysis of the existing pressure mechanisms of rolling mills is carried out, the advantages and disadvantages of the existing technical solutions are analyzed. A variant of the modernization of the drive of the pressure mechanism of the state of slab 1150 is proposed. A theoretical study of the efficiency of a screw pair depending on its design is carried out. The stress-strain state of the nut of the pressure mechanism was investigated using the finite element method.

Keywords: DRIVE, SCREW PAIR, NUT, THREAD STEP, THREAD TILT ANGLE, FRICTION ANGLE IN THREAD

**Додаток Л**  
**Приклад оформлення ілюстрації**



1 - неприводний балансирний візок; 2 - головний балансир; 3 - ходове колесо;  
 4 - приводний балансирний візок; 5 - т рьохст упінчат ий редукт ор;  
 6 - елект родвигун; 7 - г альмо.

**Рисунок 5.2 - Кінематична схема механізму переміщення розливного крана**

Додаток М  
Основні формати згідно з ГОСТ 2.301-68

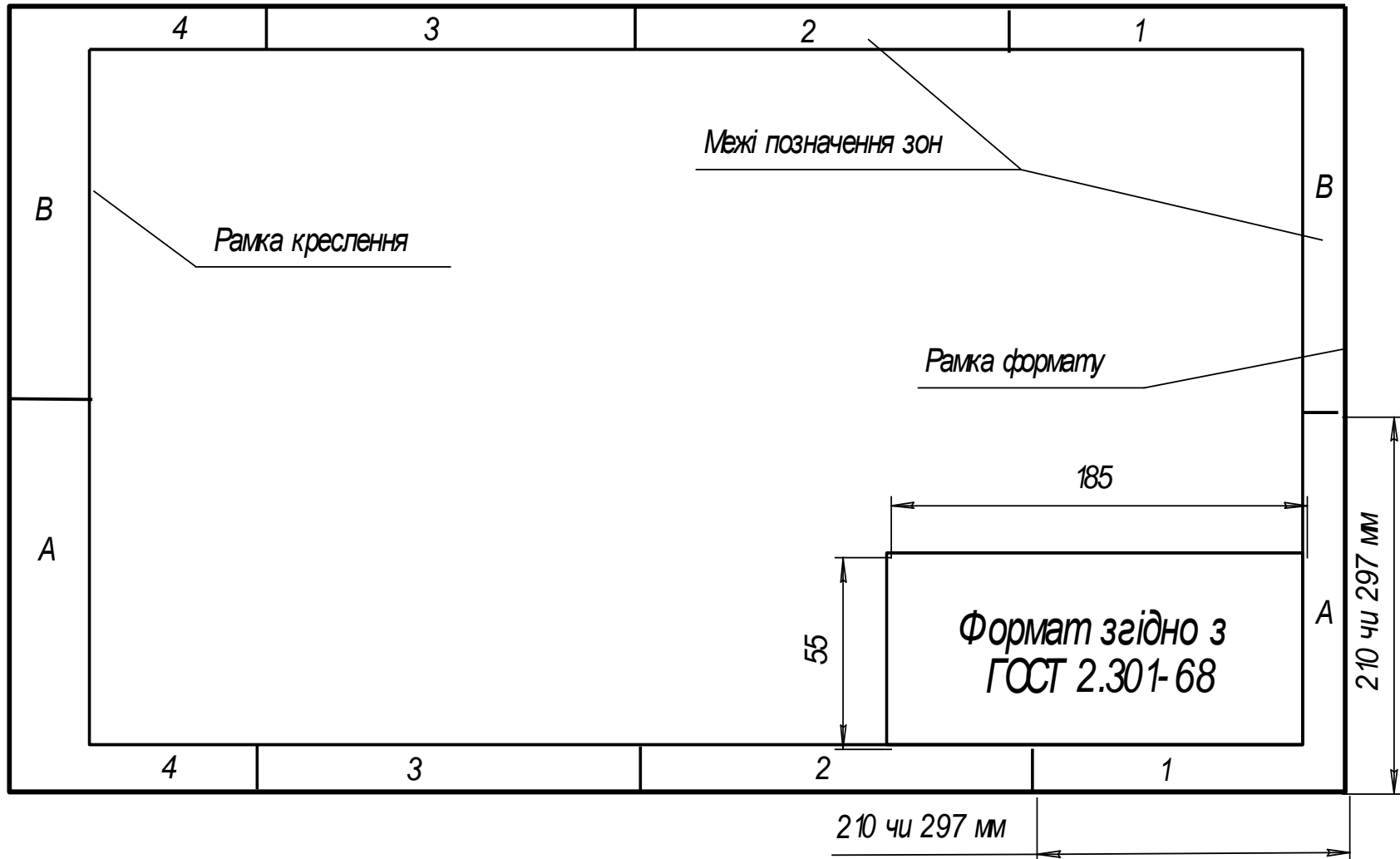
Позначення формату	Розміри сторін формату, мм	Граничні відхилення
АО (44)	841x1189	+3
A1(24)	594x841	+3
A2(22)	420x594	-3
A3 (12)	297x420	±2
A4 (11)	210x297	±2
A5-	148x210	±2

Примітка. Формат А5 допускається застосовувати при необхідності. Допоміжні формати згідно з ГОСТ 2.301-68

Кратність	Формат				
	АО	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682				
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4		841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5			594x2102	420x1486	297x1051
6				420x1783	297x1261
7				420x2080	297x1741
8					297x1682
9					297x1892

## Додаток Н

### Схеми розподілу креслення на зони та позначення зон





Додаток П  
Приклад оформлення основного напису креслення машини (механізму)

					<b>МФМР.980342.000 СБ</b>				
					<b>Завантажувальна машина</b>	<i>Лім.</i>		<i>Маса</i>	<i>Ма-</i>
<i>Зам</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підп.</i>	<i>Да-</i>		у		6510	1:10
<i>Розробив</i>									
<i>Перевірів</i>									
<i>Консульт.</i>									
						<i>Лист</i>		<i>Листів</i>	
					*	<b>МОН України Кафедра Група</b>			
<i>Н.контр.</i>									
<i>Затвердив</i>									

\* Заповнюється тільки для деталей

Додаток Р  
Приклад оформлення основного напису креслення деталі

					<b>МФМР.980342.012</b>				
					<b>Вал</b>	<i>Лім.</i>		<i>Маса</i>	<i>Ма-</i>
<i>Зам</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		у		5,42	1:2
<i>Розробив</i>									
<i>Перевірів</i>									
<i>Консульт.</i>									
						<i>Лист</i>		<i>Листів</i>	
					<b>Круг</b>	<b>МОН України Кафедра Група</b>			
<i>Н.контр.</i>					<small>43 – ГОСТ417–75 30ХФА-3А-Б – ГОС959–79</small>				
<i>Затвердив</i>									

## Додаток С

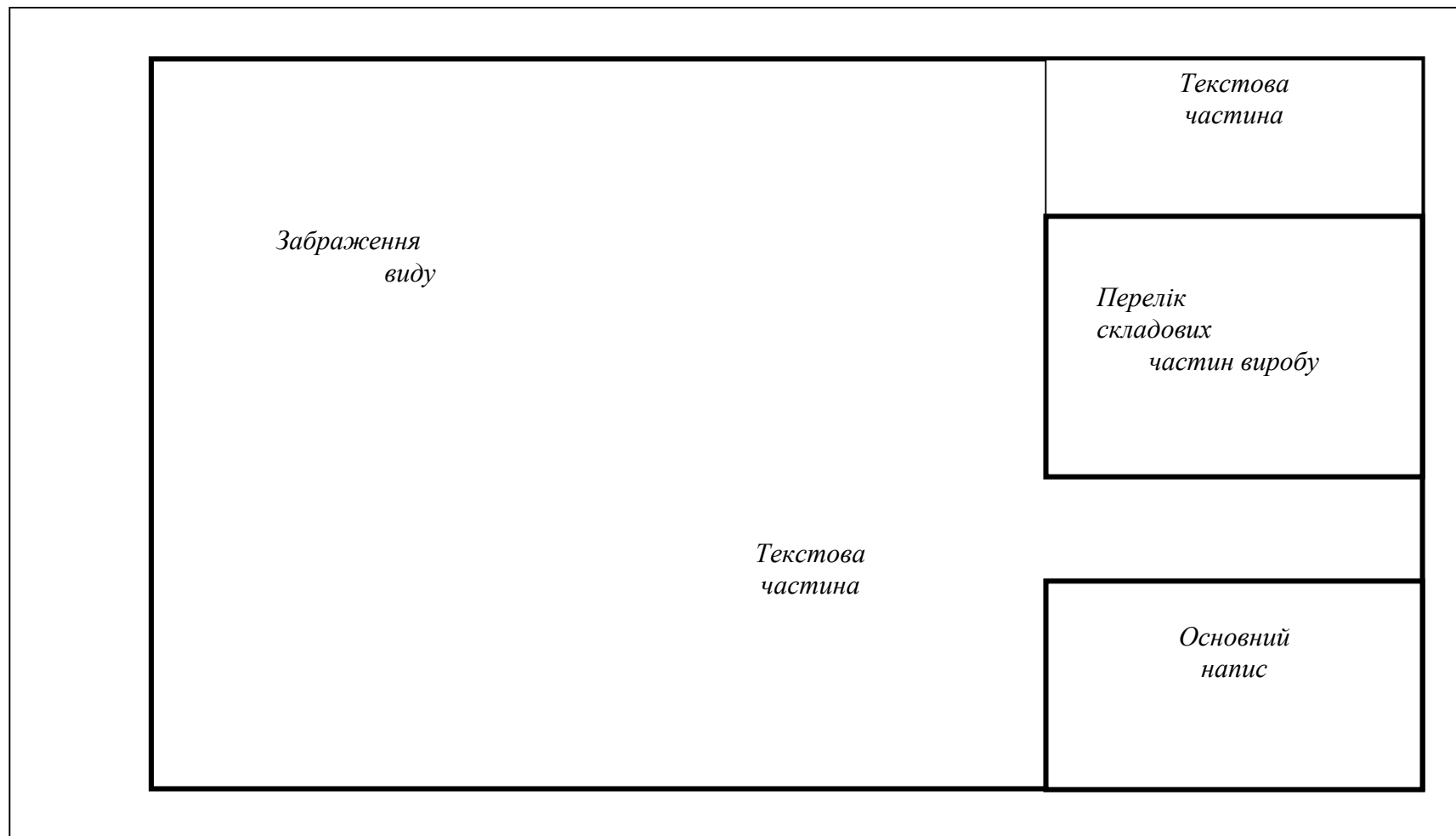
Приклад оформлення креслення загального вигляду

С1 Варіант таблиці переліку складових частин на кресленні загального вигляду

Гвз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса	Найменування і марка матеріалу	Дод. вказівки

Гвз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Дод. вказівки
		<u>Запозичені вироби</u>		
1		Гробка	1	
		<u>Покупні вироби</u>		
5		Болт М8х14 ГОСТ 7805-70	4	
		<u>Знов розроблені вироби</u>		
8	МТМР. 980352.200	Кидковий механізм	1	Складальна одиниця

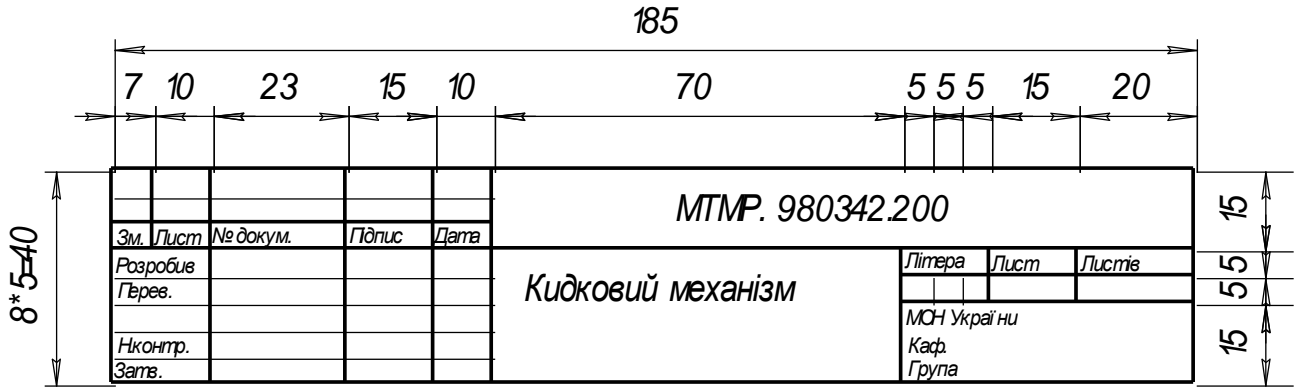
## С.2 Схема оформлення креслення загального вигляду



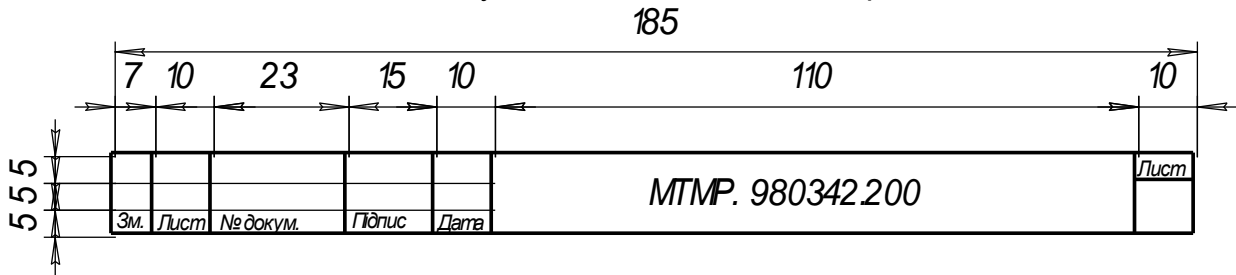
## Додаток Т

Приклад оформлення конструкторських документів (специфікацій)

Т.1 Заголовний основний напис специфікації



Т.2 Наступні основні написи специфікації



Т.3 Зразок специфікації машини (агрегата)

668			70		63		10	22
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування		Кільк.	Прим.	
				<u>Документація</u>				
АІ				Складальні креслення				
АІ				<u>Складальні одиниці</u>				
АІ	1			Кидковий механізм		1		
АІ	2			Механізм переміщення		1		
АІ	3			Механізм обертання		1		
АІ	4			Бункер		1		
АІ	5			Рама		1		
				<u>Деталі</u>				
АІ	6			Важіль		1		
АІ	7			Втулка		4		
				<u>Стандартні вироби</u>				
				Болти ГОСТ 7817-80				
АЗ	8			М12 x 60.58		24		
АЗ	9			М16 x 40.88		12		
			МФМР 980342. 000					
Знак	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Літера	Лист	Листів
Розроб.								1
Перев.						Завантажувальна машини		
Н.контр.						МОН України		
Затв.						Каф. Група		

Додаток Ш  
РЕКОМЕНДУЄМИЙ СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванченко Ф. К. Розрахунки машин і механізмів прокатних цехів / Ф. К. Іванченко, В. М. Гребеник, В. І. Ширяєв. – Київ: Вища школа, 1994. – 455 с.
2. Єгоров С. Г., Червоний І. Ф., Воляр Р. М. Конструкції агрегатів кольорової металургії : підручник. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 230 с.
3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
4. Кузін О. А., Яцюк Р. А. Металознавство та термічна обробка металів : підручник. Львів : Афіша, 2002. 304 с.
5. Шаповалов В. О., Шейко І. В., Ремізов Г. О. Плазмові процеси та устаткування в металургії : підручник/за ред. акад. Б. Є. Патона. Київ : Хімджест, 2012. 384 с.
6. Ніколаєв В. О., Мазур В. Л. Виробництво плоского прокату : навч. пос. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 330 с.
7. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навч. посіб. Харків: НТУ «ХП», 2020. 275 с.
8. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4- е вид.,перероб. І доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с
9. Жук А.Я., Желябіна Н.К. Механічне устаткування цехів по виробництву металів та сплавів: Навчальний посібник./ Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 1998. – 210с.
- 10.Кравченко В. М., Сидоров В. А., Седуш В.Я. Технічне діагностування механічного обладнання: Підручник.: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2007. – 447 с.
11. Ремонт металургійного обладнання: навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К.: вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
- 12.Технічне обслуговування металургійного обладнання: навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К.: вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
- 13.Погорелов С.В. Автоматизація приводів машин. – Запоріжжя: ЗДІА, 2004. – 148 с.
- 14.Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 354 с.

15. Білодіденко С. В., Біліченко Г. М., Гануш В. І. Періодичність діагностування механічних систем: навч. посіб. Дніпро: НМетАУ, 2017. 89 с.
16. Гідравліка, гідро- та пневмопривод. Навчально-методичний посібник для студентів інженерних спеціальностей ЗДІА/ Укл. В.К. Тарасов, О.В. Новокщона. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2010. – 132 с.
17. Гідравліка, гідромашини та гідропневмоавтоматика: підруч. для студентів вищ. техн. навч. закл / Л. Є. Пелевін та ін. – Київ: КНУБА, 2015. – 340 с
18. Опір матеріалів / [Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський та ін.]. – К.: Вища школа, 1993. – 655 с.
19. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч. посіб. / К. Н. Ткачук. – К: Основа, 2009. – 360 с.
20. Ніколаєв В. О. Теорія обробки металів тиском. Навчальний посібник. Видання 3-є перероблене і доповнене. / В. О. Ніколаєв. – Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 110 с.
21. Fatigue Resistance Models of Structural for Risk Based Inspection / S. Belodedenko, V. Hanush, A. Baglay, O. Hrechanyi. // Civil Engineering Journal. – 2020. – №2. – С. 375–383.
22. Belodedenko S. Risk indicators and diagnostic models for sudden failures / S. Belodedenko, A. Grechany, M. Ibragimov. // Scientific journal of the Ternopil national technical university. – 2017. – №4. – С. 111–119.
23. Добронос Ю. К. Механічне обладнання металургійних заводів. Механічне устаткування цехів холодної прокатки : конспект лекцій. Краматорськ : Донбас. держ. машинобуд. акад., 2019. URL: [http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ammo/progr/2020/раб.пр.маг%20науч19\\_сору.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ammo/progr/2020/раб.пр.маг%20науч19_сору.pdf) (дата звернення: 23.04.2023).
24. Жук А.Я., Желябіна Н.К., Таратута К.В., Коваль М.В. Обґрунтування економічної доцільності технічних рішень. Навчальний посібник. – Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2011. – 363 с.
25. Охотський В.Б. Феноменологія сталеплавильних процесів: навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. 90 с.
26. Жигулін О.А., Махмудов І.І., Жигуліна Н.О. Підйомно-транспортні машини: навчальний посібник. Ніжин: Ніжинський агротехнічний інститут НУБіПУ, Вид. НДУ ім. Гоголя, 2020. 150 с.
27. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: Довідник. Хмельницький : Хмельницький національний університет, 2013. 59 с.

- 28.Проценко О.М. Методичні вказівки до розрахунку силових і кінематичних параметрів приводів у курсовому проектуванні. Суми: Сумський державний університет, 2011. 72 с.
- 29.Кроль О.С. Тривимірне моделювання металорізальних верстатів та інструментального оснащення: навчальний посібник / О. С. Кроль, В. І. Соколов. – Северодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 160 с.
- 30.Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч.посіб. / К. Н. Ткачук. та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.
- 31.Румянцев В. Р. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» у дипломних роботах (проектах) для студентів ЗДА спеціальностей МЧМ, МБ та інші / В. Р. Румянцев, І. О. Ткаліч. – Запоріжжя: ЗДА, 2012. – 16 с.
- 32.Удосконалення обладнання та процесів вуглепідготовки і кососортування металургійного виробництва: монографія/ Засельський В. Й., Пополов Д. В., Зайцев Г. Л., Білодіденко С. В., Кононов Д. О., Пелих І. В. Кривий Ріг: Р. А. Козлов, 2019.- 203 с.
- 33.Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти./ Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. - Харків: НТМТ, 2020. 258 с
- 34.Експлуатація та обслуговування машин / В. М. Кравченко, А. О. Іщенко, В. А. Сидоров, В. В. Буцукін – Донецьк: Донбас, 2014. – 543 с.
- 35.Саленко Ю.С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: Навч. посібник. Кременчук: КДПУ, 2008. 100 с.
- 36.Сидоренко С.В. Альбом конструкцій з курсу Процеси та апарати хімічних і нафтопереробних виробництв. К.: НТУУ "КПІ", 2005. 132 с.
- 37.Васильченко Т.О, Шевченко І.А, Гречаний О.М. Опір матеріалів : навчально-методичний посібник Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – 263 с.
- 38.Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
- 39.Усачов В.П. Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів Частина 2. Технологічні основи компоновки ліній металургійних виробництв. К.: ІСДО, 1994. 416 с.
- 40.Висилев Я.Д., Мінаєв О.А. Теорія поздовжньої прокатки. Донецьк: УНІТЕХ, 2009. 488 с.
- 41.Ярошевич М.П., Мартинюк В.Л., Толстушко М.М. Деталі машин: Навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ, 2016. 271 с.
- 42.ДСТУ EN 13985:2010. Верстати. Ножиці гільйотинні. Вимоги щодо безпеки (EN 13985:2003 + A1:2009, IDT)



43. Данько А.В. Сучасний розвиток листопрокатного виробництва: навчальний посібник. Алчевськ: ДонДТУ, 2010. 174 с.
44. Конспект лекцій по курсу „Механічне обладнання прокатних цехів ” (для студ. спец.6.090400 „Обробка металів тиском” II курсу всіх форм навч.) / Укл.: Данько В.М.- Алчевськ: ДонДТУ. 2007. 167с.
45. Service life increasing of cold saws by heat treatment / O. V. Uzlov et al. Physical Metallurgy and Heat Treatment of Metals. 2019. No. 4. P. 10–15. URL: <https://doi.org/10.30838/j.pmhtml.2413.241219.10.595>
46. Service durability improvement of hot saws by heat treatment / O. V. Uzlov et al. Physical metallurgy and heat treatment of metals. 2020. No. 1. P. 70–80. URL: <https://doi.org/10.30838/j.pmhtml.2413.260222.70.635>
47. Канарчук В.Є., Полянський П.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. - К.: Либідь, 2003. -424 с
48. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник. 2-ге вид. – Львів: афіша, 2003.– 560 с.
49. Agglomeration of Iron Ores Ed.: Ram Pravesh Bhagat. - CRC Press, 2019. – 438 p.
- 50.5. Ghosh A., Chatterjee A. Ironmaking and Steelmaking: Theory and Practice. PrenticeHall of India Pvt. Ltd., 2008. 472 p.
- 51.6. Веселовський В. Б, Дреус А.Ю., Сяєв А.В. Математичне моделювання та методи розрахунку теплотехнологічних процесів: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетровського університету, 2004. — 248 с.
- 52.7. Ways to improve the efficiency of sinter-blast furnace production in the raw materials and energy conditions of the metallurgical enterprises of Ukraine / Y. S. Semenov et al. Metal and Casting of Ukraine. 2021. Vol. 29, no. 4. P. 8–15. URL: <https://doi.org/10.15407/steelcast2021.04.008> (date of access: 30.04.2023).
- 53.8. Охотський В.Б., Костьолов О.Л., Сімонов В.К. та інш. Теорія металургійних процесів. К.: ІЗМН, 1997. 512 с.
54. Ніколаєв В.О. Теорія і технологія точної прокатки штаб: навчальний посібник для студентів ЗДІА металургійних спеціальностей денної та заочної форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. 100 с.
55. Павлице В.Т., Данило Я.Я. Різьби, різьбові з'єднання та трипільні деталі: Довідник. – Львів: Нац. Ун-т «Львівська політехніка»/ІВЦ «Інтелект» + Інституту післядипломної освіти/, «Інтелект-Захід», 2001. – 239с.
56. Корнілов О.А. Опір матеріалів: Підручник для студентів технічних ВНЗ, К.:Логос, 2002. 562 с.
57. Стрелец В.В. Деталі машин і основи конструювання. Суми: Сумський державний університет, 2022. 150 с.

58. Курпе О.Г., Кухар В. В Освоєння виробництва прокату товщиною 1,2 мм на стані 1700 ПрАТ «ММК імені Ілліча». Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2018. № 5 (265). С. 171–175.
59. Kurpe O., Kukhar V., Shebanits O. Production development of hot-rolled coils of steel grade X52m for further manufacturing of pipes in accordance with api-51 at rolling "1700" pjsc "ilyich iron and steel works". Transactions of kremenchuk mykhailo ostrohradskyi national university. 2018. Vol. 5. P. 65–74. URL: <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2018.5.65-74>
60. Бейгул О.О., Лепетова Г.Л. Методи теорії пружності для дослідження та розрахунків металургійного обладнання: навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 188 с.
61. Онищенко О.Г., Дураченко Г.Ф. Гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (ПолтНТУ), 2009. 202 с.
62. George T. Halmos. Roll Forming Handbook. Published in 2006 by CRC Press Taylor & Francis Group. 583 p.
63. Максименко О.П., Перемітько В.В., Самохвал В.М. Теорія і практика змащування металургійних машин. Дніпропетровськ: Системні технології, 2006. 170 с.
64. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.
65. Швайко М. Ю. Опір матеріалів. Дніпропетровськ, 1992. 220 с.
66. Монтаж металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. Київ : Кондор, 2017. 374 с.
67. Разгонов С. А., Халипова Н. В., Кузьменко А. І. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Спеціалізовані транспортні і навантажувально розвантажувальні засоби”. Дніпропетровськ : Ун-т мит. справи та фінансів, 2015. 44 с.
68. Павленко І.В. Теорія пластин і оболонок. Суми: Видавництво СумДУ, 2010. 67 с.
69. Закалов, О.В., Закалов І. О. Основи тертя і зношування в машинах: навч. посіб. Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 322 с.
70. Трач В. М., Подворний А. В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності : підручник. Київ : Каравела, 2016. 434 с.
71. Павловський М. А. Теоретична механіка : Статика абсолютно твердого тіла. Кінематика. Динаміка, Основи аналіт. механіки. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ : Техніка, 2002. 512 с.
72. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів : навч. посіб. Київ : Знання, 2009. 380 с.

73. Колосов Д.Л., Кіба В.Я. Опір матеріалів у прикладах та завданнях: навч. посібник. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська Політехніка», 2021. 106 с.
74. Корольов О.О. Матеріалознавство. Частина 1. Чернігів: Чернігівський національний технологічний університет (ЧНТУ), 2017. 44 с.
75. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв : підручник. К. : Інрес. Воля, 2005. 264 с.
76. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 307 с.
77. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. 224 с.
78. Yermakov, S. V., Hutsol, T. D., Garasymchuk, I. D., & Vusatyi, M. V. (2022). Patterns of the movement of rod-form materials in the process of their pumping out of hopper. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (2(48), 21-27. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.4>
79. Куцова В. З., Ковзель М. А., Носко М. А. Леговані сталі та сплави з особливими властивостями. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2008. 348 с.
80. Серенсен С. В. Міцність металу і розрахунок деталей машин під змінними навантаженнями. К., 1937. 101 с.
81. Мандрус В. І., Лещий Н.П., Звягін В.М. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків. Львів: Світ, 1995. 264 с
82. Герасимчук О.П., Селезньов Е.Л., Шимчук С.П. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Луцьк: Луцький НТУ, 2019. 168 с.
83. Кулінченко В.Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. К.: Інкос, 2006.- 616 с
84. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
85. НПАОП 0.00–4.01–08 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Електронний ресурс] // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc–page?id\\_doc=28566](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc–page?id_doc=28566).
86. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень