

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

**В. О. ЛЕБЕДЄВ, С. А. ЛОЙ,  
М. В. МАТВИЄНКО, В. В. СПІХТАРЕНКО,  
Ю. О. ЯРОС**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**щодо виконання**  
**КВАЛІФІКАЦІЙНИХ (БАКАЛАВРСЬКИХ) РОБІТ**  
**для здобувачів вищої освіти,**  
**що навчаються за освітньо-професійною програмою**  
**«Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»**  
**спеціальності G9 Прикладна механіка**  
**галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво**



 **ВИДАВНИЦТВО**  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2026

УДК 621.791(076)

М54

*Укладачі:*

В. О. Лебедєв, д-р техн. наук;

С. А. Лой, доцент НУК;

М. В. Матвієнко, канд. техн. наук, доцент;

В. В. Спіхтаренко, доцент;

Ю. О. Ярос, канд. техн. наук

*Рецензент* А. В. Лабарткава, канд. техн. наук, доцент, професор НУК

*Рекомендовано Методичною радою НУК*

**Методичні** вказівки щодо виконання кваліфікаційних (бакалаврських) М54 робіт для здобувачів вищої освіти, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів» / В. О. Лебедєв, С. А. Лой, М. В. Матвієнко, В. В. Спіхтаренко, Ю. О. Ярос. – Миколаїв : НУК, 2026. – 91 с.

Уміщено рекомендації щодо структури та оформлення випускної кваліфікаційної роботи, змісту розділів, організації проектування, порядку проведення захисту й оцінювання роботи.

Призначено для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів» спеціальності G9 Прикладна механіка. Можуть бути корисними для керівників дипломного проектування та членів Атестаційної комісії.

**УДК 621.791(076)**

© В. О. Лебедєв, С. А. Лой, М. В. Матвієнко,  
В. В. Спіхтаренко, Ю. О. Ярос, 2026

© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2026

## ЗМІСТ

1. Загальні положення .....	4
2. Тематика кваліфікаційної роботи.....	8
3. Керівництво кваліфікаційними роботами .....	9
4. Виконання кваліфікаційної роботи (проєкту).....	11
5. Структура кваліфікаційної роботи та вимоги до її оформлення.....	13
6. Порядок захисту кваліфікаційних робіт.....	19
7. Оцінювання кваліфікаційних робіт .....	24
8. Методичні вказівки до виконання пояснювальної записки проєкту .....	29
9. Методичні вказівки до виконання інших розділів проєкту.....	53
10. Загальні рекомендації щодо оформлення пояснювальної записки .....	58
11. Оформлення списку використаних джерел інформації.....	65
12. Оформлення додатків.....	69
13. Методичні вказівки до виконання графічної частини проєкту.....	70
Список рекомендованої літератури.....	73
Додатки .....	76

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**1.1.** Методичні рекомендації визначають організаційно-методичні засади підготовки та захисту кваліфікаційних робіт.

**1.2.** Методичні рекомендації розроблені відповідно до Закону України «Про освіту» (Закон № 2145-VIII від 05.09.2017 р.), Закону України «Про вищу освіту» (№ 1556-VII від 01.07.2014 р.) з урахуванням положення «Про організацію освітнього процесу у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова», положення про випускню кваліфікаційну роботу в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова, положення «Про порядок оцінювання знань студентів в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова», положення «Про порядок створення та організацію роботи Атестаційної комісії у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова», положення «Про академічну доброчесність у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова». У тексті методичних рекомендацій використано інформацію з відкритих ресурсів вітчизняних і закордонних закладів вищої освіти.

**1.3.** Випускна кваліфікаційна робота/проект (дипломна робота/проект) – це самостійне теоретико-прикладне дослідження, що виконується здобувачем вищої освіти на завершальному етапі навчання за освітнім ступенем.

*Випускна кваліфікаційна робота* – кваліфікаційне самостійне дослідження, яке виконує здобувач вищої освіти (ЗВО) при завершенні навчання за освітньою програмою; призна-

чене для об'єктивної оцінки ступеня сформованості компетентностей в обраній сфері професійної діяльності, що закріплені у стандартах вищої освіти відповідного освітнього ступеня, містить висновки та пропозиції за результатами аналітичних і експериментальних досліджень, направлені на вирішення актуальної науково-практичної / суспільно важливої проблеми.

*Випускний кваліфікаційний проєкт* – кваліфікаційне самостійне дослідження, яке виконує ЗВО при завершенні навчання за освітньою програмою; призначене для об'єктивної оцінки ступеня сформованості компетентностей в обраній сфері професійної діяльності, що закріплені у стандартах вищої освіти відповідного освітнього ступеня, та містить інженерне / економічне / управлінське рішення, необхідне для реалізації проєкту на основі застосування інженерних рішень (розрахунків) / програмних інформаційних продуктів тощо.

**1.4.** Випускна кваліфікаційна робота (проєкт) містить результати дослідження стану вивчення проблеми (огляд та аналіз), детально обґрунтовану та належним чином оформлену пропозицію, що передбачає впровадження (за можливості) певних змін (нововведень) у діяльність об'єкта, дослідження та висновки.

Підготовка випускної кваліфікаційної роботи (проєкту) передбачає виконання ЗВО таких завдань:

- поглиблення, систематизацію та закріплення знань, набутих у процесі навчання;
- розвиток навичок та умінь здійснення інформаційно-аналітичної, проєктно-дослідницької діяльності для вирішення прикладних задач з тематики дослідження;
- закріплення та розвиток теоретичних знань за темою випускної кваліфікаційної роботи (проєкту) – на основі вивчення та систематизації сучасної спеціальних інформаційних джерел вітчизняних і зарубіжних авторів, проведення її

критичного аналізу, узагальнення історичного та гносеологічного аналізу;

- розвиток умінь вести науковий пошук, узагальнювати різні пропозиції (точки зору, методичні підходи, концепції), чітко аргументувати власну точку зору з досліджуваної проблеми;

- набуття вміння адаптації теоретичних положень, методичного інструментарію, викладеного в спеціальній літературі, передового досвіду науковців та практиків до умов діяльності об'єкта дослідження;

- закріплення практичних навичок проведення досліджень, формування його методичного забезпечення – з урахуванням сутності поставленої проблеми та обмежень, що мають тісний зв'язок з діяльністю об'єкта дослідження;

- опанування навичками логічного, аргументованого та послідовного обґрунтування висловленої пропозиції стосовно проблеми, що вирішується, проведення планових і прогнозних розрахунків з використанням сучасного методичного забезпечення, оцінювання ефективності висловленої пропозиції;

- оволодіння системним підходом, сучасною методологією, методичним інструментарієм та технологічними прийомами обґрунтування власних пропозицій, оцінки їх наслідків, впровадження розроблених рекомендацій та пропозицій у практичну діяльність конкретного підприємства (організації, установи).

У методичному плані зміст випускної кваліфікаційної роботи (проєкту) базується на компетентностях ЗВО, сформованих у процесі теоретичного навчання, виконання ними науково-дослідної роботи, а також проходження практик.

**1.5.** Випускна кваліфікаційна робота (проєкт) здобувача освітнього ступеня *бакалавр* виконується з метою підтвердження рівня професійної підготовки випускника першого рівня вищої освіти. Основне завдання – продемонструвати

здатність автора вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності, що передбачає застосування певних теорій і методів відповідних наук згідно з сьомим рівнем Національної рамки кваліфікацій на основі компетентностей, набутих у період навчання. У практичній сфері – це вміння застосовувати набуті знання і вивчені методи у вирішенні практичних задач.

**1.6.** Випускна кваліфікаційна робота (проект) виконується державною мовою. Написання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) іншою, ніж державна, мовою можливе за заявою ЗВО, на основі якої здійснюється подання інституту/факультету та відбувається погодження ректором. ЗВО, які навчаються за освітніми програмами англійською мовою викладання, виконують випускну кваліфікаційну роботу (проект) англійською мовою.

**1.7.** За дані, викладені у випускній кваліфікаційній роботі (проекті), порядок використання фактичного матеріалу під час її виконання, обґрунтованість та достовірність висновків, положень персонально відповідає ЗВО і науковий керівник. Не допускається запозичення (плагіат) матеріалу. Студент пише заяву самостійності виконання письмової роботи (*додаток 1*) та дає згоду на обробку, збереження та оприлюднення Університетом кваліфікаційної роботи в Електронний інституційний репозитарій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (*додаток 2*).

**1.8.** Кваліфікаційні роботи розміщуються у репозитарії Університету.

## 2. ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**2.1.** Тематика кваліфікаційних робіт (проектів) повинна бути актуальною, відповідати сучасному стану й перспективам розвитку науки і техніки. Під час вибору теми враховуються реальні проблеми та завдання.

**2.2.** Тематика кваліфікаційних робіт (проектів) може передбачати використання результатів наукових досліджень кафедри.

**2.3.** Тематика кваліфікаційних робіт (проектів) визнається випусковими кафедрами.

**2.4.** ЗВО надається право запропонувати свою тему кваліфікаційної роботи (проекту) з обґрунтуванням доцільності її розробки. У таких випадках перевага надається темам, що продовжують тематику виконаної курсової роботи, або темам, безпосередньо пов'язаним із місцем майбутньої професійної діяльності випускника.

**2.5.** Тема кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» може бути логічним продовженням кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр».

**2.6.** Здобувачі погоджують теми зі своїми керівниками кваліфікаційних робіт, після чого теми кваліфікаційних робіт затверджуються, за поданням гарантів освітніх програм, на засіданнях відповідних кафедр не пізніше, чим *за три місяці* до захисту кваліфікаційних робіт (додаток 3).

**2.7.** Декани факультетів за погодженням із завідувачами кафедр подають на підпис ректору накази (додаток 4) про затвердження тематики кваліфікаційних робіт (проектів) ЗВО, склад наукових керівників не пізніше, чим *за два місяці* до захисту.

### 3. КЕРІВНИЦТВО КВАЛІФІКАЦІЙНИМИ РОБОТАМИ

**3.1.** Керівниками кваліфікаційних робіт (проектів) призначаються професори (професори НУК), доценти (доценти НУК), старші викладачі.

**3.2.** За одним керівником може одночасно закріплюватися: або не більше **вісьмох** кваліфікаційних робіт (проектів) ступеня *бакалавр*, або не більше **вісьмох** кваліфікаційних робіт (проектів) ступеня *молодший бакалавр*.

**3.3.** Здобувачі вищої освіти мають право обирати керівників кваліфікаційних робіт у межах зазначених нормативів та обсягу навчальної роботи науково-педагогічних працівників.

**3.4.** Перепризначення керівника кваліфікаційної роботи здійснюється в таких випадках:

- довготривала хвороба призначеного керівника дипломної роботи;
- звільнення призначеного керівника кваліфікаційної роботи.

**3.5.** Керівник кваліфікаційної роботи (проекту):

- формулює тему кваліфікаційної роботи (проекту);
- здійснює організаційну та науково-методичну допомогу шляхом проведення консультацій;
- складає календарний план-графік написання роботи;
- контролює хід виконання роботи;
- періодично інформує випускову кафедру про хід виконання роботи;
- перевіряє відповідність оформлення виконаної кваліфікаційної роботи (проекту) відповідно до вимог;
- готує відгук про кваліфікаційну роботу (проект).

**3.6.** Календарний план-графік написання роботи здобувача вищої освіти складається керівником та передбачає такі етапи:

- вибір теми;
- визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження;
- складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел;
- виконання кваліфікаційної роботи;
- підготовка до захисту (попередній захист та отримання відгуку наукового керівника роботи не пізніше ніж – за 7–8 днів; отримання рецензії – за 5–6 днів, допуск до захисту – за 5 днів);
- захист кваліфікаційної роботи.

**3.7.** Рішення про допуск кваліфікаційної роботи (проєкту) до захисту приймається на засіданні кафедри (за результатами попереднього захисту).

**3.8.** Керівники до початку виконання кваліфікаційної роботи (проєкту) доводять до відома ЗВО вимоги щодо змісту й оформлення кваліфікаційної роботи (проєкту), які відображені у Положенні про випускню кваліфікаційну роботу ЗВО Університету.

**3.9.** У випадку недотримання встановлених вимог, керівник не пізніше як за **30 днів** до засідання атестаційної комісії із захисту дипломних кваліфікаційних робіт надає відповідну інформацію завідувачу кафедри.

## **4. ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)**

**4.1.** Термін виконання кваліфікаційної роботи (проєкту) визначаються графіком навчального процесу Університету на поточний рік відповідно до навчального плану спеціальності (освітньої програми).

**4.2.** ЗВО, які виконують кваліфікаційну роботу (проєкт):

- самостійно оцінює актуальність і соціальну значущість проблеми, пов'язаної з темою роботи (проєкту);
- здійснює збирання й оброблення інформації з теми роботи (проєкту);
- вивчає й аналізує отримані матеріали;
- усебічно досліджує проблему, приймає самостійні рішення з урахуванням думки наукового керівника;
- оформлює розв'язання проблеми відповідно до вимог щодо кваліфікаційної роботи (проєкту) Університету;
- готує засоби візуалізації результатів роботи (проєкту) (комп'ютерні презентації, програми, відеоролики, друковані посібники);
- несе повну відповідальність за зміст та оформлення роботи (проєкту).

**4.3.** ЗВО, які виконують кваліфікаційні роботи, зобов'язані:

- своєчасно з'являтися на індивідуальні консультації до керівника роботи та виконувати його рекомендації;
- дотримуватися термінів обрання та затвердження теми кваліфікаційної роботи, виконання роботи та її складових;

- дотримуватися вимог щодо змісту та оформлення роботи;
- виконувати вимоги щодо попереднього захисту кваліфікаційної роботи на засіданні кафедри та її захисту та під час атестації;
- своєчасно подавати роботу та документи, зазначені в п. 6.15, керівникові кваліфікаційної роботи.

**4.4.** ЗВО, які виконують кваліфікаційні роботи, мають право:

- мати повний доступ до всіх інформаційних ресурсів та баз даних Університету, Наукової бібліотеки, кафедри;
- отримувати своєчасні якісні консультації щодо виконання кваліфікаційних робіт від своїх керівників та інших науково-педагогічних працівників університету.

## 5. СТРУКТУРА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ТА ВИМОГИ ДО ЇЇ ОФОРМЛЕННЯ

**5.1.** Зміст кваліфікаційної роботи має відповідати темі й плану. Робота повинна мати внутрішню єдність, бути завершеною та відображати хід і результати дослідження, передбачати елементи новизни, містити особистий внесок здобувача вищої освіти в її розвиток, отримані результати мають нести практичне значення.

**5.2.** Структура кваліфікаційної роботи:

- титульний аркуш (*додаток 5*);
- завдання (*додаток 6*)
- зміст (*додаток 7*);
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності);
  - вступ;
  - основна частина, що складається з розділів, кожний із яких завершується стислими висновками;
  - висновки (відповідно до поставлених у вступі завдань);
  - список використаних джерел;
  - додатки (у разі потреби).

**5.3.** У **змісті** (подається на початку кваліфікаційної роботи) містяться назви й номери початкових сторінок усіх структурних компонентів роботи, зазначених у п. 5.2. Зміст кваліфікаційної роботи повинен бути складним і може займати 1–1,5 сторінки. Назви розділів повинні бути стислими й зрозумілими, літературно грамотними, безпосередньо пов'язаними з назвою роботи, але не повторювати її.

**5.4.** Якщо в роботі вжито специфічну термінологію, а також використано скорочення, нові символи, позначення тощо, то їхній перелік може бути подано у вигляді окремого списку, який розміщують перед вступом.

**5.5. Вступ** розкриває суть і стан проблеми, її значущість, підстави й вихідні дані для розроблення теми. У вступі обґрунтовується актуальність й розкривається значення обраної теми для відповідної галузі; формулюються мета та завдання, об'єкт і предмет дослідження; наводиться огляд останніх досліджень і публікацій із теми роботи.

**Мета** формулюється одним реченням і повинна впливати з теми роботи.

**Завдання** деталізують і розкривають мету. Характер завдань зумовлює структуру роботи і визначає назви розділів роботи. Зміст завдань формулюють, використовуючи такі слова: визначити, встановити, схарактеризувати, розробити, виявити, сформулювати, розкрити тощо.

**Об'єкт дослідження** – частина об'єктивної реальності, процес або явище, у якій існує проблемна ситуація, обрана для вивчення. Предмет дослідження міститься в межах об'єкта. Він визначає тему кваліфікаційної роботи та аналіз останніх досліджень із цієї теми.

**Апробація результатів дослідження** (у разі наявності) – наводяться відомості щодо участі автора в конференціях, круглих столах із проблематики, пов'язаної з темою дипломної роботи, а також перелік публікацій із теми дипломної роботи, який оформлюється у вигляді додатка до роботи.

**5.6. В основній частині** викладається зміст дослідження: основні теоретичні положення з предмета дослідження, спрямовані на досягнення поставлених мети та завдань. Кожний розділ кваліфікаційної роботи повинен закінчуватися короткими висновками.

**5.7. У висновках** викладаються найбільш важливі теоретичні та практичні результати, одержані під час

дослідження, а також рекомендації щодо наукового та практичного використання отриманих результатів. Вони повинні бути чітко та ясно сформульовані – треба уникати розмитих і нечітких формулювань. Крім того, у висновках до роботи можуть аргументуватися перспективи подальшого вивчення теми дослідження. Ознайомлення з текстом висновків повинно сформувати уявлення про ступінь реалізації автором кваліфікаційної роботи поставленої мети і завдань. Висновки повинні відображати досягнення поставлених завдань і розкривати їх.

**5.8. Список використаних джерел** подається в порядку, за яким їх уперше згадують у тексті, або в алфавітному порядку з їхньою наскрізною нумерацією. Список не обмежується, проте має бути достатнім (15–80 примірників) для більш повного розкриття теми та проведення критичного аналізу наявних публікацій із досліджуваних проблемних питань. У списку мають переважати джерела, опубліковані не раніше, ніж за 5–8 років до написання роботи. До цього списку включаються всі публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, нормативно-правові та організаційно-розпорядчі акти, електронні ресурси. Всі джерела вказуються тією мовою, якою вони видані. Запозичення тексту без посилань на першоджерело не дозволяється.

**5.9.** Для забезпечення вимог наукової етики з метою можливості відтворення матеріалу використаних джерел роботи, у тексті вмішують посилання. Посилання робляться після закінчення цитування джерела або після узагальненого викладу даних, запозичених з конкретного джерела (джерел). У тексті кваліфікаційної роботи повинні бути посилання на всі ілюстрації, таблиці, формули, що наводяться, та на всі джерела інформації, якими скористався автор під час виконання дослідження. Посилання та список використаних джерел повинні бути оформлені відповідно Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та

документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» [Чинний від 2016–07–01].

**5.10.** Цифрові, інформативні матеріали, що не використовуються в роботі при аналізі, а тільки підтверджують певні положення, подаються в **додатках**, розміщених наприкінці роботи, після списку використаних джерел. Додатки також можуть містити таблиці, рисунки, графіки, анкети, тести, програми спостережень, питання до інтерв'ю, методичні розробки тощо. Додатки розміщують у порядку появи посилань у тексті. **Додатки** оформляють як продовження дипломної роботи на її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті.

**5.11. Оформлення допоміжних матеріалів.** До допоміжних матеріалів належать: *ілюстрації* (схеми, діаграми, графіки, креслення тощо), формули, таблиці, додатки.

*Ілюстрації* позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу та порядкового номера ілюстрації через крапку. Номер, назва ілюстрації та пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією по центру. Ілюстрації варто наводити безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації, розміщені на окремих сторінках роботи, (вналежнюють) включають до загальної нумерації сторінок. Ілюстрацію, розміри якої більше формату А4, рекомендується розміщувати в додатках. За потреби, ілюстрації доповнюють поясненнями або коментарем.

**Цифровий матеріал** у роботі необхідно подавати у вигляді таблиці. Таблиця має мати назву та номер. Нумерують таблиці послідовно суцільною нумерацією в межах розділу арабськими цифрами (за винятком таблиць, що наводяться у додатках). Номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, відокремлених між собою крапкою. У правому верхньому куті над заголовком

таблиці курсивом указують «Таблиця» та її номер. У наступному рядку, по центру, вказують назву таблиці (жирним шрифтом малими літерами, крім першої великої). Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці.

**Формули** нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули в розділі, відокремлених крапкою. Номери формул пишуть біля правого поля сторінки на рівні відповідної формули у круглих дужках, наприклад: (2.1) (перша формула другого розділу). Посилання на формули зазначають порядковим номером формули в дужках, наприклад: «... у формулі (2.1)». Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів формули наводять під нею в тій послідовності, в якій вони подані у формулі. Значення кожного символу та числового коефіцієнта записують із нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки. Формули та рівняння виконуються у формульному редакторі Microsoft Equation 3.0 або MathType 4.0 Equation, розташовуються безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині рядка. Кожна формула відокремлюється від тексту одним вільним рядком. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знаків (=), (:).

**5.12.** Текстова частина дипломної роботи повинна бути надрукована на стандартних аркушах білого односортного паперу (формат А4). Основний обсяг кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» має бути в межах 40–60 сторінок; кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» – у межах 50–80 сторінок. Обсяг списку використаних джерел і додатків до основного обсягу дипломної роботи не враховується. Робота друкується 14-м розміром шрифту Times New Roman з міжрядковим інтервалом 1,5 (29–30 рядків на сторінку) і мати поля: зліва – 30 мм, справа – 10 мм, зверху та знизу – по 20 мм; сторінки

повинні бути пронумеровані за порядком від титульного аркуша до останньої сторінки. Кожну структурну частину роботи починають із нової сторінки. Заголовки структурних частин роботи: «Зміст», «Вступ», «Розділ», «Висновки», «Список використаних джерел», «Додатки» друкують великими друкованими жирними літерами симетрично до тексту по центру сторінки (без крапки) та не мають номера. Інші структурні частини поділяються на розділи, підрозділи та пункти. Розділи нумерують послідовно суцільною нумерацією в межах основної частини дипломної роботи (між Вступом та Висновками). Перед назвою розділу вказується слово «**Розділ**» та його номер.

**5.13.** Підрозділи нумерують послідовно суцільною нумерацією в межах розділу. Перед назвою підрозділу ставиться номер розділу та номер підрозділу. Між номером розділу та номером підрозділу ставиться крапка (2.1. Первинна документація та документообіг з обліку оборотних активів суб'єкта господарювання).

## **6. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ**

**6.1.** Захисту кваліфікаційних робіт передує їхнє попереднє обговорення (попередній захист) на засіданні кафедри, тобто процедура перевірки відповідності кваліфікаційних робіт встановленим вимогам та готовності здобувача вищої освіти до захисту. На зазначеному засіданні кафедри здобувачі вищої освіти доповідають про отримані результати свого дослідження, відповідають на запитання науково-педагогічних працівників кафедри, отримують зауваження щодо тексту роботи та своєї доповіді.

**6.2.** Попереднє обговорення кваліфікаційних робіт на засіданні кафедри проводиться в строки, достатні для усунення виявлених недоліків.

**6.3.** Про дату попереднього обговорення (попереднього захисту) кваліфікаційних робіт здобувач вищої освіти інформується не пізніше, ніж *за два місяці*.

**6.4.** На попереднє обговорення на засіданні кафедри здобувач вищої освіти має подати кваліфікаційну роботу в завершеному незшитому вигляді.

**6.5.** До попереднього обговорення на засіданні кафедри не допускаються кваліфікаційні роботи, що містять ознаки академічної недоброчесності.

**6.6.** Перевірка кваліфікаційної роботи на академічний плагіат здійснюється засобами, визначеними у Положенні про академічну доброчесність, Положенні про запобігання та виявлення академічного плагіату в освітній і науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців та Порядку здійснення заходів перевірки робіт на наявність

текстових збігів / ідентичності / схожості із використанням програмно-технічних засобів.

**6.7.** Процедуру попереднього обговорення кваліфікаційних робіт визначають кафедри, на яких виконувалися кваліфікаційні роботи.

**6.8.** За результатами попереднього обговорення кваліфікаційної роботи на засіданні кафедри може бути прийняте одне із зазначених рішень:

- кваліфікаційну роботу до захисту допустити;
- кваліфікаційну роботу допустити до захисту за умови усунення виявлених у ній недоліків;
- кваліфікаційну роботу до захисту не допустити.

**6.9.** Недоліки кваліфікаційних робіт, не пов'язані з порушенням академічної доброчесності, за своїм характером можуть розглядатися як:

- недоліки теоретичного характеру – неповнота чи поверхневість розгляду окремих питань, компліятивний характер кваліфікаційної роботи, суперечливість позицій автора, неправильна оцінка наявних теоретичних положень, відсутність власних висновків і пропозицій, необґрунтовані запозичення з літератури тощо;

- недоліки спеціально-юридичного характеру – розгляд здобувачем вищої освіти нормативних актів чи окремих їхніх положень, що втратили чинність, як чинних; незнання нового законодавства; недостатня обізнаність із тенденціями сучасної юридичної практики тощо;

- недоліки технічного характеру – неповне чи неточне наведення в роботі назв та окремих положень нормативних актів, неточний їхній переклад, неправильне посилання на джерела їхнього опублікування тощо, помилки при виконанні конструкторських та технологічних розрахунків;

- недоліки редакційного характеру – орфографічні, пунктуаційні та стилістичні помилки, а також недоліки,

пов'язані з неправильними чи неточними посиланнями на літературні джерела;

- порушення загальних вимог до структури, обсягу та оформлення роботи (перевищення обсягу, відсутність обов'язкових складників змісту, недоліки в оформленні кваліфікаційної роботи тощо).

**6.10.** У разі виявлення недоліків надається певний термін для їхнього усунення. Всі недоліки мають бути усунені не пізніше ніж за **три дні** до дати атестації.

**6.11.** Про усунення виявлених недоліків керівники кваліфікаційних робіт доповідають завідувачеві кафедри.

**6.12.** Здобувачі вищої освіти, які не з'явилися на попереднє обговорення кваліфікаційної роботи на засідання кафедри без поважних причин, до захисту не допускаються, про що зазначається у відповідному протоколі засідання кафедри.

**6.13.** Після попереднього обговорення на засіданні кафедри кваліфікаційні роботи в разі їхньої повної відповідності встановленим вимогам або після усунення виявлених недоліків зшиваються у тверду обкладинку та мають бути підписані й подані здобувачами вищої освіти їхнім керівникам кваліфікаційних робіт.

**6.14.** Випускові кафедри надають кваліфікаційні роботи та документи, передбачені п. 6.15, секретареві атестаційної комісії у строки, передбачені Положенням «Про порядок створення та організацію роботи Атестаційної комісії у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова».

**6.15.** До кожної кваліфікаційної роботи мають додаватися такі документи:

- подання голові атестаційної комісії щодо захисту кваліфікаційної роботи з відгуком керівника роботи (*додаток 8*);
- рецензія (*додаток 9*);
- акти впровадження (за наявності);

- копії публікацій за темою роботи (за наявності);
- висновок кафедри про допуск (прийняття) роботи до захисту (*додаток 3 – Порядку здійснення заходів з перевірки робіт на наявність текстових збігів/ідентичності/схожості з використанням програмно-технічних засобів*);

**6.16.** У відгуку керівник кваліфікаційної роботи відзначає ступінь самостійності виконаної роботи, наукової новизни дослідження, обґрунтованість і цінність висновків, інші здобутки, а також недоліки, наявність апробації результатів дослідження, приймає рішення про можливість рекомендації роботи до захисту та пропонує попередню оцінку.

**6.17.** Рецензія на роботу готується висококваліфікованим фахівцем, який спеціалізується на розв'язанні проблем, споріднених із темою роботи. Негативна рецензія не є підставою для підсумкової оцінки «*F, Fx*» (*додаток 10*).

**6.18.** Рецензія повинна відображати позитивні досягнення дипломної роботи та її недоліки, містити аналіз змісту роботи та рекомендацію щодо диференційованої оцінки її якості.

**6.19.** Порядок захисту кваліфікаційних робіт здійснюється відповідно до Положення «Про порядок створення та організацію роботи Атестаційної комісії у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова».

**6.20.** Після захисту кваліфікаційні роботи (проекти) передаються до Наукової бібліотеки університету у друкованому варіанті безпосередньо здобувачем з підписом наукового керівника та зазначенням того, що подана друкована версія роботи співпадає (ідентична) з електронною. Кваліфікаційні роботи (проекти) зберігаються протягом п'яти років в умовах, які передбачають неможливість їхньої втрати або плагіату.

**6.21.** Після захисту електронні варіанти кваліфікаційних робіт передаються згідно з «Порядком здійснення заходів з перевірки робіт на наявність текстових збігів / ідентичності / схожості із використанням програмно-технічних засобів»,

затвердженим Вченою Радою НУК ім. адм. Макарова, протокол № 12 від 27.12.2019 р., до інституційного репозитарію НУК eIR NUOS для подальшого представлення у відкритому доступі.

**6.22.** Результати досліджень, виконаних авторами дипломних робіт, можуть використовуватися в освітньому процесі та науковій роботі з обов'язковим дотриманням авторського права.

**6.23.** За запитом установ чи організацій ректор Університету (проректор з науково-педагогічної роботи) має право дозволити копіювання кваліфікаційних робіт. За наявності в роботі винаходів або раціоналізаторських пропозицій дозвіл на зняття копії видається тільки після оформлення відповідного замовлення на авторські права.

**6.24.** Згідно з нормативними документами після закінчення терміну зберігання кваліфікаційних робіт комісія, що створюється наказом ректора Університету, приймає рішення про списання робіт (списання кваліфікаційних робіт оформляється відповідним актом).

## 7. ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

**7.1.** Порядок оцінювання атестаційною комісією результатів захисту здійснюється відповідно до Положення «Про порядок створення та організацію роботи Атестаційної комісії у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова» та Положення «Про порядок оцінювання знань студентів у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова».

**7.2.** У процесі визначення підсумкової оцінки враховуються такі позиції:

- ступінь актуальності обраної теми дослідження;
- чіткість формулювання об'єкта, предмета, мети та завдань дослідження;
- теоретичний рівень огляду наукових джерел із конкретної проблематики;
- логічність структури роботи та її відповідність темі роботи, поставленим цілям і завданням;
- системність і глибина теоретичного аналізу проблеми;
- достовірність та обґрунтованість висновків і запропонованих рішень;
- ступінь практичної скерованості роботи;
- широта й адекватність методологічного апарата;
- ступінь самостійності проведення дослідження;
- відповідність тексту науковому стилю;
- відповідність вимогам щодо оформлення роботи;
- змістовність доповіді здобувача вищої освіти про основні результати дослідження;
- правильність, чіткість, аргументованість відповідей на запитання членів атестаційної комісії;

- зауваження й рекомендації рецензента та керівника роботи;
- здатність аргументовано відстоювати свої пропозиції, думки, погляди під час захисту;
- загальний рівень підготовки здобувача вищої освіти, логічність мислення, ораторська майстерність;
- володіння культурою презентації;
- новизна.

**7.3.** Оцінювання захисту кваліфікаційних робіт здійснюється за 100-бальною шкалою, яка відповідно переводиться шкалу ЄКТС (*додаток 8*):

**90–100 балів – А.** Робота відповідає всім вимогам до кваліфікаційних робіт:

- тема розкрита повністю;
- засвідчена новизна роботи;
- передбачене практичне значення;
- матеріал проаналізований ефективно;
- одержані результати достовірні й систематизовані;
- висновки логічні й розкривають результати розв'язання поставлених завдань;
- оформлення роботи відповідає вимогам;
- відгук і рецензія позитивні;
- доповідь на захисті є логічною, змістовною, проголошена з вільним володінням матеріалу, представлена у вигляді мультимедійної презентації та цілісно відображає зміст роботи;
- відповіді на запитання членів АК правильні.

**82–89 балів – В.** Тема роботи розкрита, але є окремі недоліки непринципового характеру:

- використано менше 75% літературних джерел за останніх 10 років видання;
- елементи новизни та практичного значення не зовсім чітко виражені;
- недостатньо використані інформаційні матеріали;

- робота загалом оформлена згідно з чинними вимогами, але має окремі незначні недоліки;
- є незначні зауваження в рецензії або відгуку наукового керівника;
- доповідь на захисті логічна, але відображає не всі змістові акценти роботи, відсутнє представлення матеріалів у вигляді презентації;
- відповіді на запитання членів АК правильні.

**74–81 бал** – *C*. Тема роботи розкрита, але є окремі недоліки принципового характеру:

- поверхово проаналізовані літературні джерела;
- елементи новизни та практичного значення не мають чіткого вираження;
- робота загалом оформлена згідно з чинними вимогами, проте містить окремі недоліки;
- є окремі зауваження в рецензії та відгуку наукового керівника;
- недостатньо використані інформаційні матеріали;
- доповідь логічна, але відображає не всі змістові акценти роботи, відсутнє представлення матеріалів у вигляді презентації;
- окремі відповіді на запитання членів атестаційної комісії неповні й недостатньо переконливі.

**64–73 бали** – *D*. Тема роботи переважно розкрита, але є окремі недоліки змістового характеру:

- в аналітичній частині спостерігається надлишок елементів описовості;
- висновки сформульовані з надмірною узагальненістю;
- добір інформаційно-ілюстративних матеріалів (таблиці, графіки, схеми тощо) не завжди вмотивований;
- є зауваження щодо оформлення роботи;
- доповідь на захисті не представлена у вигляді мультимедійної презентації;

- рецензія та відгук наукового керівника містять зауваження;

- відповіді на запитання членів атестаційної комісії є некоректними або вони не одержали належної аргументації.

**60–63 бали – Е.** Тема роботи переважно розкрита, але є численні недоліки змістового характеру:

- теоретичний розділ має реферативний характер, не містить аналізу підходів до висвітлення проблем, заявлених у темі дипломної роботи;

- в аналітичній частині спостерігається надлишок елементів описовості;

- висновки сформульовані з надмірною узагальністю;

- добір інформаційно-ілюстративних матеріалів (таблиці, графіки, схеми тощо) не завжди вмотивований;

- є зауваження щодо оформлення роботи;

- подані в роботі авторські наукові положення і пропозиції щодо їхнього практичного використання обґрунтовані непереконливо;

- рецензія та відгук наукового керівника містять суттєві зауваження;

- не всі відповіді на запитання членів АК правильні.

**35–59 балів – FХ.** Тема роботи розкрита поверхово, є такі недоліки:

- зміст роботи не відповідає темі;

- немає огляду сучасних літературних джерел з обраної теми;

- у роботі переважають описовість і реферативність, відсутня системність;

- є численні зауваження щодо оформлення роботи;

- висновки не видаються достовірними;

- рецензія та відгук наукового керівника містять принципові зауваження;

- відповіді на запитання членів АК неточні, неповні або неправильні.

**0–34 балів – F**, якщо:

- робота виконана не самостійно;
- структура роботи не відповідає вимогам;
- зміст роботи не розкриває її теми;
- робота вкрай недбало або неправильно оформлена.

**7.4.** У випадках, коли захист кваліфікаційної роботи визнається незадовільним, атестаційна комісія встановлює, чи може здобувач подати на повторний захист роботу з доопрацюванням, чи він зобов'язаний опрацювати нову тему, визначену відповідною кафедрою.

## **8. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ПРОЄКТУ**

### **8.1. Вступ**

Наводиться обґрунтування актуальності теми проєкту (роботи), виходячи з сучасних тенденцій та завдань удосконалення виробництва (для дипломної роботи – сучасний стан вивчення предмету дослідження), з метою підвищення продуктивності виробництва та якості виробу, скорочення вартості продукції та підвищення її конкурентоспроможності.

### **8.2. Розділ 1. Аналіз конструктивних особливостей та матеріалу виробу, базового або можливих варіанту (варіантів) технології його виготовлення**

*У пункті 1.1* «Загальна характеристика конструкції» наводяться загальні відомості про призначення конструкції, її конструктивні особливості (тип, габаритні розміри, маса, використовуваний прокат, товщини, розміщення зварних з'єднань, наявність замкнутих об'ємів, умови роботи конструкції – середовище, температура, характер навантажень). Коротко характеризується її технологічність.

*У пункті 1.2* «Характеристика основного металу» наводяться хімічний склад і механічні властивості даної марки стали відповідно до ГОСТ. Оцінюється зварюваність основного металу (для сталі за еквівалентним вмістом вуглецю).

*У пункті 1.3* «Типові технології складання і зварювання» наводяться можливі варіанти технологічної послідовності

складання і зварювання виробу з урахуванням його конструктивних особливостей, можливі способи зварювання із зазначенням їх переваг та недоліків, вказується устаткування, що застосовується у технологічних процесах [2, 3, 6, 8, 9].

Розділ завершується *пунктом 1.4* «Висновки. Мета і завдання дипломного проєкту», в якому наводяться основні висновки, на підставі яких формулюються мета і завдання дипломного проєкту. Наприклад, «... виходячи з цього, метою даного дипломного проєкту є розробка технологічного процесу складання і зварювання (назва виробу), який забезпечив би підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виготовлення конструкції та підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання, розрахувати режими зварювання.
2. Виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань.
3. Розрахувати зварювальні деформації та розробити заходи щодо їх зменшення.
4. Вибрати зварювальні матеріали та обладнання.
5. Розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт.
6. Виконати економічну оцінку ефективності розробок проєкту».

## **8.3. Розділ 2. Розрахунки технології зварювання**

### **8.3.1. Призначення типів і розмірів зварних з'єднань конструкції**

Першим етапом проєктування технології зварювання часто є призначення типів і розмірів зварних з'єднань виробу. Необхідність у цьому виникає, якщо завданням на дипломне проєктування не передбачені конкретні типи зварних

з'єднань або їх позначення відсутнє на кресленні виробу. При конструюванні зварних з'єднань слід дотримуватися наведених нижче рекомендацій.

*Стикові з'єднання.* Ці з'єднання практично завжди несуть такі ж навантаження, як і основний метал, тому до них ставиться вимога рівномірності. Виконання цієї вимоги забезпечується на стадії проектування призначенням типу з'єднання з повним проплавленням за відповідним обраному способу зварювання ГОСТом: ГОСТ 8713 (зварювання під флюсом), ГОСТ 5264 (ручне дугове покритими електродами) або ГОСТ 14771 (зварювання в захисному газі). При цьому повинні враховуватися як товщини з'єднуваних елементів, так і зручність виконання шва. На стадії розробки технології завданням технолога є правильний вибір відповідних режимів зварювання, зварювальних матеріалів та кваліфікації зварника.

Виняток становлять монтажні стики елементів будівельних конструкцій, в яких рівномірність не може бути гарантована з об'єктивних причин і допустимі напруження в них звичайно знижують на 15...20%. У цих випадках достатня міцність стику перевіряється на стадії проектування та на кресленні вказується його точне розташування в конструкції.

Іноді може виникнути необхідність перенесення або додавання монтажного стику на стадії виготовлення (розробки технології). В цьому випадку необхідно виконати розрахунок і перевірити умову, яка при роботі даного елемента конструкції на вигин має вигляд:  $M_{СТ} \leq (0,8 \dots 0,85) \times M_{\max}$ , де  $M_{СТ}$  – максимальний згинальний момент у перерізі, де розташований стик,  $M_{\max}$  – максимальний момент, на який розрахований даний елемент. Його можна визначити з умови міцності для основного металу, тобто  $M_{\max} = [\sigma] \cdot W$ , де  $W$  – момент опору перерізу по основному металу.

Якщо умова міцності монтажного стику не виконується, необхідно його перенести в інший переріз конструкції,

де згинальний момент менше. Розглянемо характерні приклади розрахунків.

**Приклад 1.** Призначити тип з'єднання і перевірити міцність монтажного стику зварної двотаврової балки. Балка шарнірно спирається на дві жорсткі опори і завантажена зосередженою силою посередині прольоту. Розміри перерізу балки: пояски  $200 \times 18$  мм, стінка  $760 \times 8$  мм, матеріал сталь Ст3. Загальна довжина балки 16 м, довжини з'єднаних частин балки 10 і 6 м. Спосіб зварювання – ручний дуговий.

1. Призначаємо типи з'єднань за ГОСТ 5264-80.

Для стиків поясків товщиною 18 мм, зварні з'єднання яких на монтажі розташовуються горизонтально, вибираємо з'єднання С21 (V-подібне оброблення, тобто з однобічним скосом 2-х кромek). Це забезпечить можливість зварювання більшої частини шва в нижньому положенні, а в стельовому – виконувати тільки підварювальний шов.

Для стику стінки товщиною 8 мм, розташованого при монтажі вертикально, що забезпечує вільний доступ при зварюванні з двох боків, призначаємо з'єднання С25 (X-подібне оброблення, тобто двобічний скіс 2-х кромek). Це зменшить обсяг наплавленого металу і кутовий злам стінки з її площини в порівнянні із з'єднанням С21.

2. Перевіряємо міцність монтажного стику з урахуванням допустимих напружень, знижених на 20 % у порівнянні з основним металом.

Згинальний момент у перерізі монтажного стику визначаємо з урахуванням його розташування по довжині балки. Максимальний момент  $M_{\max}$  виникає в середньому перерізі балки (8 м) і лінійно зменшується до опор. Тоді в стику, розташованому на відстані 6 м від найближчої опори, величина згинального моменту складе  $6/8 M_{\max}$  ( $0,75 M_{\max}$ ), тобто буде на 25 % менше максимального. Отже, умова міцності монтажного стику, яка може бути записана у вигляді  $M_{\text{СТ}} \leq 0,8 M_{\max}$  ( $0,75 M_{\max} \leq 0,8 M_{\max}$ ), виконується.

*Таврові з'єднання.* Ці з'єднання можуть виконуватися як з обробленням (скосом) кромки, так і без них. До першого типу з'єднання відноситься все сказане вище для стикових з'єднань, тому що до них також ставиться вимога рівномірності з основним металом.

З'єднання без оброблення (скосу) кромки (зазвичай це з'єднання типу ТЗ) за ступенем відповідальності (завантаженості) можна розділити на три групи:

1. Дуже завантажені (наприклад, з'єднання обухів з конструкціями, балок зі стояками в рамах чи каркасах і т. ін.).

2. Середньо завантажені (наприклад, поясні шви у зварних балках).

3. Слабо завантажені або практично не завантажені (наприклад, шви, що приварюють ребра жорсткості, пояски до книць тощо).

У відповідності зі ступенем завантаженості призначається і величина катета  $k$ , рекомендована величина якого для з'єднання одних і тих же товщин може змінюватися в кілька разів. Наприклад, у вузлі з'єднання деталей товщиною  $8 + 8$  мм мінімальний, рекомендований нормативними документами, катет становить  $6 \dots 7$  мм, а максимальний –  $8 \dots 10$  мм. Для забезпечення достатньої надійності з'єднання, з одного боку, й економічності – з іншого, величина катета повинна призначатися з урахуванням ступеня його завантаженості.

До дуже завантажених з'єднань ставиться вимога рівномірності з основним металом, тому що вони мають забезпечувати передачу таких самих зусиль – осьове навантаження, згинальний і крутний моменти, поперечна (перерізуюча) сила – як і основна конструкція. Ця умова рівномірності записується у вигляді рівності допустимих навантажень в основному металі і зварному з'єднанні:

$$P_{\text{ом}} = P_{\text{зв}}; M_{\text{ом}} = M_{\text{зв}} \text{ або } Q_{\text{ом}} = Q_{\text{зв}}. \quad (8.1)$$

Допустимі навантаження знаходяться з відповідних умов міцності. Для основного металу це:

$$\begin{aligned} P_{\text{ом}} / F_{\text{ом}} &= [\sigma]; \\ M_{\text{ом}} / W_{\text{ом}} &= [\sigma]; \\ M_{\text{кр}} / W_{\text{р}} &= [\tau]; \\ Q_{\text{ом}} / F_{\text{ом}} &= [\tau], \end{aligned} \quad (8.2)$$

де  $P_{\text{ом}}$ ,  $Q_{\text{ом}}$ ,  $M_{\text{ом}}$ ,  $M_{\text{кр}}$ , – допустимі осьова та поперечна сила, згинальний і крутний моменти, а  $F_{\text{ом}}$ ,  $W_{\text{ом}}$ ,  $W_{\text{р}}$  – площа, осьовий і полярний моменти опору перерізу по основному металу.

Відповідно допустимі навантаження в основному металі визначатимуться виразами:

$$\begin{aligned} P_{\text{ом}} &= [\sigma] F_{\text{ом}}; \\ M_{\text{ом}} &= [\sigma] W_{\text{ом}}; \\ M_{\text{кр}} &= [\tau] W_{\text{р}}; \\ Q_{\text{ом}} &= [\tau] F_{\text{ом}}. \end{aligned} \quad (8.3)$$

Аналогічно для зварного з'єднання:

$$\begin{aligned} P_{\text{зв}} &= [\tau'] F_{\text{зв}}; \\ M_{\text{зв}} &= [\tau'] W_{\text{зв}}; \\ M_{\text{кр зв}} &= [\tau'] W_{\text{р. зв}}; \\ Q_{\text{зв}} &= [\tau'] F_{\text{зв}}. \end{aligned} \quad (8.4)$$

Геометричні характеристики розрахункового перерізу зварного з'єднання ( $F_{\text{зв}}$ ,  $W_{\text{зв}}$ ,  $W_{\text{р. зв}}$ ) знаходяться з урахуванням розміру катета  $k$ , наприклад, площа перерізу  $F_{\text{зв}} = 0,7 k L$ , де  $L$  – довжина периметра швів у з'єднанні.

Допустимі дотичні напруження в таврових з'єднаннях без скосу кромки  $[\tau']$ , як правило, приймаються  $[\tau'] = [\tau] = 0,65 [\sigma]$ . Виняток становлять монтажні з'єднання, в яких допустимі

напруження можуть знижуватися на 15...20 %, тобто  $[\tau'] = (0,8 \dots 0,85) [\tau]$ .

Підставляючи (8.2) і (8.3) у (8.1) і розв'язуючи отримані рівняння, можемо знайти невідомий катет. Після округлення до цілих він не повинен виходити за межі рекомендованих нормативними документами мінімального і максимального значення в міліметрах.

Розрахунок таврових зварних з'єднань за Європейськими Нормами відрізняється від прийнятих у вітчизняній практиці рівнем допустимих напружень. Останні незалежно від виду навантаження приймаються однаковими і рівними:

для сталей нормальної міцності  $[\sigma'] = [\tau'] = \sigma_T / 1,56$  або  $0,64 \sigma_T$ ,

для сталей підвищеної міцності  $[\sigma'] = [\tau'] = \sigma_T / 1,86$  або  $0,54 \sigma_T$ .

**Приклад 2.** Призначити катет  $k$  таврового з'єднання ТЗ, що приварює обух для транспортування балки, з умови рівноміцності з основним металом при роботі обуха на відрив. Розмір перерізу обуха  $b \times s = 100 \times 12$  мм, матеріал сталь Ст3.

Підставляючи в умову рівноміцності (8.1) допустимі навантаження в основному металі (8.3) і зварному з'єднанні (8.4), отримуємо  $[\sigma] F_{\text{ом}} = [\tau'] F_{\text{зв}}$  або  $[\sigma] b s = 0,65 [\sigma] b 2 \cdot 0,7 k$ , звідки  $k = s / 0,9 = 12 / 0,9 = 13,3$  мм. Округляючи, приймаємо  $k = 14$  мм. Це більше рекомендованого ГОСТами 5264 і 14771 для товщини 12 мм мінімального катета (6 мм) і не перевищує максимального (14 мм).

*Середньо навантажені з'єднання повинні виконуватися з катетом, що забезпечує їх достатню міцність, тому що занижений катет не гарантуватиме необхідну несучу здатність, а завищений потребує невиправданого збільшення витрат, оскільки всі витрати (електроенергії, зварювальних матеріалів, трудомісткості і т. п.) збільшуються пропорційно квадрату катета. Для обґрунтування необхідного катета*

використовуються рівняння, отримані з умови міцності (8.4), підставляючи в яку величину заданого навантаження і вирішуючи отримане рівняння, знаходимо необхідний катет. Після округлення його, при необхідності, збільшують до рекомендованого мінімального значення.

При одночасній дії на з'єднання декількох навантажень умова міцності складається для еквівалентних напружень, наприклад:

$$\sqrt{(\tau_p + \tau_m)^2 + (\tau_Q + \tau_{кр})^2} \leq |\tau'|, \quad (8.5)$$

де окремі складові виражаються через відповідні навантаження на з'єднання і геометричні характеристики:

$$\begin{aligned} \tau_p &= P_{зв} / F_{зв}; \\ \tau_m &= M_{зв} / W_y; \\ \tau_Q &= Q_{зв} / F_{зв}; \\ \tau_{кр} &= M_{кр} / W_p \end{aligned} \quad (8.6)$$

Більш детально розрахунки викладені в [5].

Поясні шви зварних балок при їх вигині завантажені перерізуючою силою і необхідний катет можна достатньо точно знайти з умови рівноміцності з основним металом за формулою  $k \geq 0,7 s_{ст}$ , де  $s_{ст}$  – товщина стінки балки. Після округлення його також необхідно збільшити до рекомендованого мінімального значення.

**Приклад 3.** Призначити катет  $k$  шва таврового з'єднання ТЗ, яким приварюється обух для транспортування балки, за умови роботи обуха на відрив силою  $P = 130$  кН. Розмір перерізу обуха  $b \times s = 100 \times 12$  мм, матеріал сталь Ст3.

Записуємо умову міцності таврового з'єднання ТЗ при роботі на відрив:

$$P_{зв} = [\tau'] F_{зв} = 0,65 [\sigma] b \cdot 2 \cdot 0,7 k,$$

звідки  $k = P_{зв} / (0,65 [\sigma] b \cdot 2 \cdot 0,7)$   
або  $k = 130 \cdot 10^{-3} / (0,65 \cdot 160 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 0,7) = 8,9 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$   
округляючи, приймаємо  $k = 9 \text{ мм.}$

Це більше рекомендованого ГОСТ 5264 та ГОСТ 14771 для товщини 12 мм мінімального катета (6 мм) і менше максимального (14 мм).

*Слабо навантажені і ненавантажені з'єднання.* У цих з'єднаннях доцільно призначати мінімальні катети, при цьому слід керуватися рекомендаціями нормативних документів, які встановлюють їх величини з міркувань обмеження швидкості охолодження ЗТВ при зварюванні і запобігання утворення крихких гартівних структур. Враховуючи, що останнє визначається не тільки погонною енергією при зварюванні (кількістю наплавленого металу), а й хімічним складом сталі (діаграмою термодинамічного перетворення аустеніту) і температурою попереднього підігріву, мінімальний катет можна призначати нижче рекомендованих значень, але при цьому необхідно виконати розрахунок термічного циклу з метою оцінки очікуваної структури й твердості і при необхідності призначити температуру попереднього підігріву.

Напусткові з'єднання, як і таврові, за ступенем завантаженості поділяються на 3 групи:

рівноміцні, які повинні витримувати таке ж навантаження, як і основний метал (з'єднані елементи),

достатньої міцності, які завантажені свідомо менше, ніж здатний витримати основний метал,

і мінімальної міцності, які практично не несуть ніякого навантаження.

Проектуються ці з'єднання аналогічно тавровим без скосу кромки, але на відміну від останніх, міцність напусткових визначається не тільки катетом, але і величиною напустку. Тому в умовах міцності з'єднань перших двох груп

при проектуванні присутні дві невідомі величини. У цьому випадку, якщо довжина напустку не задана і конструктивно не обмежена, катет можна призначити мінімальним, і з умови міцності знайти необхідну довжину напустку, яка не повинна перевищувати 50 катетів. В іншому випадку катет збільшують (але не більше мінімальної із з'єднаних товщин) і розрахунок довжини напустку повторюють. При наявності конструктивних обмежень на довжину напустку, її призначають виходячи з цих обмежень, а розмір катета знаходять з умови міцності.

У з'єднаннях, які не несуть навантаження, величину напустку і катет шва призначають мінімальними.

**Приклад 4.** Спроекувати напусткове з'єднання пластини з полицею швелера, рівномічне пластині при її вигині. Переріз пластини  $b \times s = 100 \times 6$  мм, швелер № 30 (ширина полки 100 мм, товщина 11 мм).

Підставляючи в умову рівноміцності (8.1) допустимі навантаження в основному металі (8.3) і зварному з'єднанні (8.4), отримаємо  $[\sigma] \cdot W_{\text{ом}} = [\tau'] \cdot W_{\text{св}}$ , де моменти опору для прямокутного перерізу пластини  $W_{\text{ом}} = s \cdot b^2 / 6$ , для зварного з'єднання  $W_{\text{зв}} = 0,7k(b^2/6 + l \cdot b)$ , допустимі напруження  $[\tau'] = 0,65[\sigma]$ .

Звідки  $s \cdot b^2 / 6 = 0,65 \cdot 0,7k(b^2/6 + l \cdot b)$  або  $k = 0,366s \cdot b / (b/6 + l)$ .

Довжина напустку в цьому вузлі обмежена шириною полиці швелера (100 мм), тому призначимо її рівною  $l = 80$  мм, тоді отримаємо  $k = 0,366 \cdot 6 / (100/6 + 80) = 2,3$  мм. Рекомендований мінімальний катет для даного поєднання товщин (максимальною тут є товщина полиці швелера 11 мм) за ГОСТами 5264 і 14771 складає 6 мм. Приймаємо для даного вузла катет 6 мм.

З економічних міркувань можна зменшити довжину напустку до 40 мм. Така довжина потребує мінімально необхідний з умови міцності катет  $k = 0,366 \cdot 6 \cdot 100 / (100/6 + 40) = 3,9$  мм. Призначаємо катет 4 мм.

При наявності в конструкції декількох таврових та напусткових з'єднань з відмінними катетами результати розрахунків доцільно звести в таблицю типу табл. 8.1.

**Таблиця 8.1. Результати розрахунків**

№ прикладу	$S_{\text{мін}}$	$S_{\text{макс}}$	$k_{\text{мін}}$	$k_{\text{макс}}$	$k_{\text{розр.}}$	$k_{\text{прийнятій}}$	$k_{\text{можливий}}^*$
1	12	12	6	14	13,3	14	-
2	12	12	6	14	8,9	9	-
3	6	11	6	7	2,3	6	4*

\* Призначення катета, меншого за рекомендований ГОСТами, потребує обов'язкового розрахунку швидкості охолодження ЗТВ і, при необхідності, призначення зварювання з попереднім підігрівом

### **8.3.2. Обґрунтування вибору способів зварювання**

При виборі способів зварювання слід виходити, з одного боку, з продуктивності, з іншого – з технічної можливості застосування їх для даного конкретного з'єднання з урахуванням розташування цього з'єднання в просторі, наявності перехресних зв'язків, протяжності и прямолінійності. Перевагу слід віддавати автоматичним та механізованим способам, зварюванню в суміші газів, порошковим дротом, на керамічних підкладках [1–3, 14, 15].

Підставами для вибору способу зварювання можуть слугувати також показники технологічності (табл. 8.2).

**Таблиця 8.2. Показники технологічності**

Показники технологічності	Зварювання під флюсом (SAW)	Зварювання в захисному газі (MIG/MAG)	Зварювання порошковим дротом (самозахисним або у захисному газі) (FCAW)
Можливість легування металу шва	через флюс і дріт	тільки через дріт	тільки через дріт
Вигорання легуючих елементів	мінімальне	підвищене	
Втрати електродного металу	відсутні	підвищені	мінімальні
Зовнішній вигляд шва	гладка поверхня	горбиста поверхня	гладка поверхня
Просторове положення	тільки нижнє	будь-яке	будь-яке
Зачищення при багатшаровому зварюванні	необхідна	не потребується	
Зачищення від бризок після зварювання	не потребується	необхідне	часто не потребується
Спостереження за зварювальною ванною	утруднене	можливе	можливе
Протяжність шва	бажано велика	будь-яка	будь-яка
Основні шкідливості і небезпечності	токсичні речовини	світлове випромінювання	світлове випромінювання, токсичні речовини

### 8.3.3. Розрахунок режимів зварювання

Необхідно провести розрахунок режиму зварювання не менш як для двох з'єднань різного типу (наприклад, стикового і таврового) або виконаних різними способами зварювання (наприклад, під флюсом і в захисному газі). Режими зварювання інших з'єднань можна навести без розрахунку з обов'язковим посиланням на літературне джерело – довідник, навчальний посібник, заводські технічні документи, журнальні статті тощо. Звернути увагу на правильний вибір схеми розрахунку – по глибині проплавлення (стикове з'єднання без скосу кромки) або за площею наплавленого металу (стикове з'єднання зі скосом кромки та усі таврові і напусткові з'єднання) [16, 17].

До початку розрахунку мають бути визначені такі *вихідні дані*:

1) тип з'єднання, просторове положення, протяжність, товщина  $t$  з'єднаних елементів – визначаються за кресленням конструкції;

2) спосіб зварювання, рід струму і полярність, зварювальні матеріали – призначаються розробником проєкту або регламентуються технологічною документацією.

*Основні параметри, що розраховуються:*

1) параметри режиму:

діаметр електрода  $d_e$ , мм;

сила зварювального струму  $I_{зв}$ , А

напруга на дузі  $U_{д}$ , В;

швидкість зварювання  $V_{зв}$ , см/с або м/год;

швидкість подачі електродного дроту  $V_{др}$ , см/с або м/год;

кількість проходів;

витрата захисних газів, л/год і флюсів, кг/кг;

погонна енергія  $q_{п}$ , Дж/см;

2) геометричні параметри шва:

площа наплавленого металу  $F_{н}$ , мм<sup>2</sup> або см<sup>2</sup>;

ширина і висота шва;  
коєфіцієнт форми шва.

3) продуктивність наплавлення  $G_H$ , кг/год.

### 8.3.3.1. Методика розрахунку за площею наплавленого металу

Рекомендована схема розрахунку:

$$s \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_H \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Вихідними даними є товщина зварюваного металу і форма скосу крайок (для стикового з'єднання) або катет кутового шва (для таврового або напусткового з'єднання).

Параметри, що задаються:

діаметр електрода  $d_e$  в залежності від товщини або катета (табл. 8.3).

Таблиця 8.3. Рекомендовані діаметри електрода (мм) для різних способів зварювання

Для товщини металу $s$ , мм	3...5	4...10	12 та більше
діаметр електрода (MMA, SAW)	3...4	4...5	5...6
діаметр дроту (MAG, MIG, FCAW)	1,0...1,2		1,6...2,0
для катета $k$ , мм	4...5		5 та більше
діаметр електрода (MMA, SAW)	3...4		4...5
діаметр дроту (MAG, FCAW)	1,0...1,2		1,6...2,0

Параметри, що розраховуються:

сила зварювального струму  $I_{зв}$ . Вона залежить від діаметра електрода  $d_e$  і способу зварювання.

Для ручного зварювання

$$I_{зв} = d_e (20 + 6 d_e). \quad (8.7).$$

Для вертикальних швів струм слід зменшити на 10...15 %, для стельових – на 15...20 %.

Для механізованого та автоматичного зварювання

$$I_{зв} = (\pi d_e^2 / 4) \cdot j, \quad (8.8)$$

де  $j$  – допустима густина струму, вибирається у залежності від діаметра електродного дроту  $d_e$  (табл. 8.4).

**Таблиця 8.4. Густина зварювального струму залежно від діаметра електрода**

$d_e$ , мм	1,2...2,0	3	4	5	6
$j$ , А/мм <sup>2</sup>	65...200	45...90	35...60	30...50	25...45

*Примітка.* При зварюванні порошковими дротами густина струму приймається по верхній межі.

Напруга на дузі для ручного зварювання залежить від типу електрода і довжини дуги і приймається  $U_\delta = 16...30$  В; для зварювання під флюсом і у вуглекислому газі

$$U_\delta = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} I_{зв} \pm 1, \text{ В}, \quad (8.9)$$

де  $d_e$  підставляється в мм.

Повна площа наплавленого металу  $F_n$  (мм<sup>2</sup>) визначається геометрією зварного з'єднання, а площа  $F_i$  шару наплавленого металу – способом зварювання. При ручному дуговому зварюванні площа одного проходу лімітується діаметром електрода. Для першого проходу  $F_1 = (6...8) d_e$ , для наступних шарів –  $F_i = (8...12) d_e$ . Для механізованого зварювання  $F_i = 30...70$  мм<sup>2</sup>.

Швидкість зварювання  $V_{зв}$  залежить від площі наплавленого шару  $F_i$  (мм<sup>2</sup>) і коефіцієнта наплавлення  $\alpha_n$  (для ручного зварювання  $\alpha_n = 9 \dots 11$  г/А·год, для зварювання у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу  $\alpha_n = 19$  г/А·год, для зварювання під флюсом  $\alpha_n = 14 \dots 18$  г/А·год, для зварювання порошковим дротом  $\alpha_n = 13 \dots 22$  г/А·год) та розраховується як:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot F_i}, \text{ м/год,} \quad (8.10)$$

де  $\gamma$  – густина металу електродного дроту, для сталі  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>.

Кількість проходів  $n$  залежить від площі наплавленого металу всього з'єднання  $F_n$  і площі одного проходу ( $F_i, F_1$ ), тобто:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_i} + 1. \quad (8.11)$$

### 8.3.3.2. Методика розрахунку за глибиною проплавлення

*Рекомендована схема розрахунку:*

$$s \rightarrow h \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow d_e \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Як вихідні дані приймається товщина зварюваного металу (стикове з'єднання без скосу кромки).

*Параметри, що задаються:*

необхідна глибина провару  $h$  (зазвичай визначається товщиною  $t$ ), яку можна розрахувати за формулою:

$$h = 0,5s \pm (1 \dots 3), \text{ мм} \quad (8.12)$$

Обчислювані параметри:  
зварювальний струм

$$I_{зв} = (80 \dots 100) h, \text{ А}, \quad (8.13)$$

де  $h$  підставляється у мм, або

$$I_{зв} = \frac{100h}{k_1}, \quad (8.14)$$

де  $k_1 = 1,05 \dots 1,45$  – при зварюванні під флюсом на зворотній полярності,  $k_1 = 1,75$  – при зварюванні у вуглекислому газі електродом діаметром 1,6 мм.

Діаметр зварювального дроту:

$$d_e = \sqrt{\frac{I_{зв}}{\pi \cdot j}}, \quad (8.15)$$

де  $j$  – густина струму, яка залежить від діаметра (див. табл. 8.4).

Напруга на дузі для ручного зварювання залежить від типу електрода і довжини дуги і приймається  $U_d = 16 \dots 30$  В; для зварювання під флюсом і у вуглекислому газі розраховується за формулою (8.9).

Площу наплавлення ( $\text{см}^2$ ) за один прохід визначають з геометрії з'єднання:

$$F_{\pi} = 3/4ge + bh, \quad (8.16)$$

де  $g$  – висота опуклості зварного шва,  $e$  – ширина шва,  $b$  – ширина зазору,  $h$  – глибина проплавлення.

Швидкість зварювання розраховується за формулою (8.10).

Знайдену швидкість необхідно порівняти з рекомендованою: для  $d_e = 4 \dots 6$  мм  $V_{зв} = \frac{(20 \dots 30) \cdot 10^3}{I_{зв}}$ ; для  $d_e = 2$  мм

$V_{зв} = \frac{(8 \dots 12) \cdot 10^3}{I_{зв}}$ , яка зазвичай знаходиться в межах

15...60 м/год при автоматичному і 10...35 м/год – при механізованому зварюванні.

Швидкість подачі дроту

$$V_{зв} = \frac{4\alpha_p \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot \pi \cdot d_e^2}, \text{ м/год}, \quad (8.17)$$

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення електрода, який залежить від способу зварювання, діаметра електрода, роду та сили струму [16]. Зазвичай  $\alpha_p$  змінюється у межах 11...24 г/А·год.

Продуктивність наплавлення розраховується як

$$G_n = \alpha_n I_{зв} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год}. \quad (8.18)$$

Погонна енергія:

$$q_n = \frac{I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зв}}, \text{ Дж/см}, \quad (8.19)$$

де  $\eta$  – ефективний ККД процесу нагріву (для ручного зварювання та механізованого дугового зварювання у захисних газах  $\eta = 0,7 \dots 0,75$ ; для зварювання під флюсом  $\eta = 0,8 \dots 0,9$ ).

### 8.3.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та аналіз структури металу ЗТВ

Термічні цикли розраховуються за параметрами режиму зварювання. Слід звернути увагу на правильний вибір і обґрунтування розрахункової схеми [11]. Джерело тепла може бути лінійне або точкове; тіло, що нагрівається – нескінченна пластина або масивний виріб.

Якщо проплавлення металу здійснюється на всю товщину (стикове з'єднання, що зварюється за 1–2 проходи), то тіло розглядається як пластина, у протилежному випадку – як масивний виріб. При виконанні кутових швів та наплавлювальних роботах як розрахункова схема тіла також вибирається масивний виріб.

Для потужного джерела, що швидко рухається, використовують наступні формули.

Для пластини:

$$T(y_0, t) = \frac{q}{v \cdot s \sqrt{4 \cdot \pi \cdot c \gamma \cdot t}} \exp\left(-\frac{y_0^2}{4 \cdot a \cdot t} - b \cdot t\right) + T_0. \quad (8.20)$$

Для масивного тіла:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{2\pi\lambda Vt} \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right), \quad (8.21)$$

де  $s$  – товщина зварюваних листів, см;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·К;  $c\gamma$  – об'ємна теплоємність, Дж/см<sup>3</sup>·К;  $r_0, y_0$  – радіус-вектор точки тіла, в якій розраховується температура, см;  $b$  – коефіцієнт температуровіддачі,  $b = \frac{2 \cdot \alpha}{c\gamma \cdot s}$ ;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі з поверхні пластини;

$T_0$  – початкова температура виробу;  $t$  – поточний час, с.

За результатами розрахунків, які доцільно виконати на ЕОМ [17], слід побудувати криву термічного циклу точки в зоні термічного впливу (ЗТВ) та розрахувати миттєву швидкість охолодження.

В пояснювальній записці, крім обґрунтування вибору розрахункової схеми, слід навести основні розрахункові формули і вихідні дані, роздруківку результатів розрахунку [11].

**Приклад.** Розрахунок термічного циклу точки ЗТВ, що нагрівається до температури  $T_m = 1350$  °С при однопрохідному автоматичному зварюванні під флюсом (SAW) сталевих листів товщиною 7 мм без розробки кромки.

Насамперед задаємо вихідні дані (табл. 8.5).

**Таблиця 8.5. Вихідні дані для розрахунку**

Найменування величини	Значення
Товщина зварюваних листів $s$ , см	0,7
Зварювальний струм $I_{зв}$ , А	760
Напруга дуги $U_d$ , В	35
Швидкість зварювання $V_{зв}$ , см/с	1,0
Ефективний коефіцієнт нагрівання $\eta$	0,8
Температура нагрівання $T_m$ , °С	1350
Початкова температура виробу $T_0$ , °С	20
Коефіцієнт температуропровідності $a$ , см <sup>2</sup> /с	0,08
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/см К	0,4
Коефіцієнт тепловіддачі $\alpha$ , Дж/см <sup>2</sup> с К	0,003
Об'ємна теплоємність $c_v$ , Дж/см <sup>3</sup> К	5,0

Далі розрахуємо ефективну теплову потужність нагрівання виробу як

$$q = I_{зв} \cdot U_{д} \cdot \eta, \text{ Вт}; \quad (8.22)$$

$$q = 760 \cdot 35 \cdot 0,8 = 21280 \text{ Вт} = 21,28 \text{ кВт}.$$

При цьому відстань  $y_0$  за умови, що  $T_m = 1350 \text{ }^\circ\text{C}$ , визначаємо як

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot q}{2 \cdot c \gamma \cdot \lambda (T_m - T_0)} \quad (8.23)$$

$$y_0 = \frac{0,484 \cdot 21280}{2 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 0,4 (1350 - 20)} = 2,77 \text{ см}.$$

Розрахунок термічного циклу у точці на відстані  $y_0 = 2,77 \text{ см}$  від осі шва виконуємо по формулі (8.20) за програмою [17], результати розрахунку наведемо у табличній формі (табл. 8.6).

**Таблиця 8.6. Термічний цикл точки у ЗТВ при зварюванні стикового з'єднання**

Час $t, \text{ с}$	0	8,15	10	20	40	60	80	100	120	140	160
$T(y, t),$ $^\circ\text{C}$	0	1350	1333	1135	859	1194	596	521	463	416	377
Час $t,$ $\text{с}$	180	200	220	240	260	280	320	50	360	400	440
$T(y, t),$ $^\circ\text{C}$	345	317	297	271	252	235	206	343	181	161	143

За результатами розрахунку побудуємо графік термічного циклу (рис. 8.1).

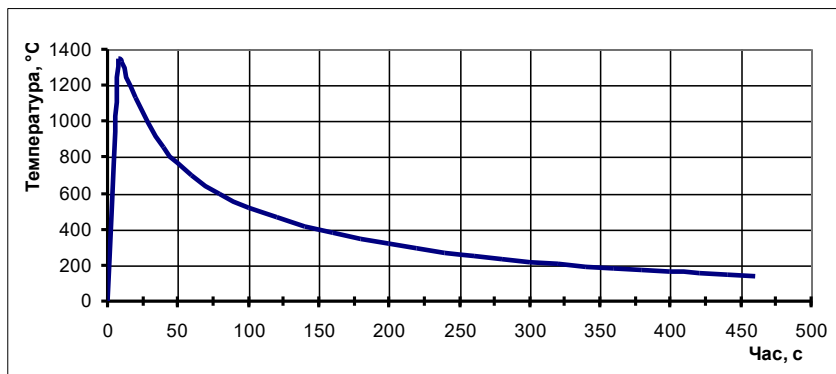


Рисунок 8.1 – Термічний цикл точки ЗТВ, що нагрівається до температури 1350 С

Розраховану криву охолодження переносимо на діаграму термокінетичного розпаду аустеніту сталі для визначення очікуваної структури металу.

Аналіз структури проводиться за діаграмою термокінетичного перетворення аустеніту відповідної сталі або за розрахунковим значенням структурних складових [11, 14, 16, 18].

Будову ЗТВ та її механічні властивості оцінюють при миттєвій швидкості охолодження, віднесеній до температури 550 °С. Для визначення швидкості охолодження при даній температурі використовують наступні формули:

для пластини

$$W = 2\pi\lambda c\gamma \frac{(T - T_0)^3}{\frac{q}{(V_{36} \text{ s})^2}}, \quad (8.24)$$

для масивного виробу:

$$W = 2\pi\lambda \frac{(T - T_0)^2}{\frac{q}{V_{36}}}. \quad (8.25)$$

За розрахованим значенням швидкості охолодження можна отримати структуру та механічні властивості ЗТВ, використовуючи [11, 14, 18].

Обов'язково слід зробити висновок про прийнятність отриманого результату, його відповідність вимогам технічних норм. При наявності фотографій мікроструктур порівнюються результати розрахунку і мікроструктурного аналізу.

Якщо завданням проєкту (роботи) передбачено проведення механічних випробувань наплавленого металу і зварного з'єднання, то необхідно привести методику (ескізи проб і зразків для випробувань, устаткування та прилади) та результати механічних випробувань (як мінімум виміру твердості в зварному з'єднанні). Результати порівняти з вимогами технічних норм.

### **8.3.5. Розрахунок зварювальних деформацій**

Необхідно навести аналіз можливих загальних і місцевих деформацій конструкції, зробити розрахунок величини найбільш характерних деформацій, порівняти їх з допустимими. При необхідності призначити заходи щодо їх зменшення (до зварювання, в процесі і після зварювання) [2, 3, 13, 16].

Розділ завершується висновками, в яких коротко формулюються основні результати розділу, тобто не перелік виконаних розрахунків, а які результати отримані відповідно до завдань проєкту.

Крім розглянутих розрахунків завданням на проєктування можуть бути передбачені розрахунки фізико-металургійних процесів. Методичні вказівки до виконання цих розрахунків докладно наведені в [16, 17].

## **8.4. Технологічний процес складання і зварювання конструкції**

### **8.4.1. Принципова послідовність складання і зварювання**

Обґрунтовується принципова послідовність заготівельних, складальних і зварювальних операцій з урахуванням запропонованого технологічного процесу. Доцільно навести структурну схему технологічного процесу з урахуванням можливості розбиття зварної конструкції на вузли, виготовлення яких здійснюється паралельно і незалежно один від одного.

### **8.4.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів**

При виборі зварювальних матеріалів враховуються спосіб зварювання і вимоги технічних норм. Вибір слід обґрунтувати для всіх зварних з'єднань виробу, включаючи приварювання деталей насичення, розсипу і прихватки. Перевагу віддавати сучасним сертифікованим матеріалам, насамперед вітчизняного виробництва [3, 7, 14, 15].

### **8.4.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування**

Обґрунтувати вибір зварювальних апаратів і джерел живлення, навести їх основні технічні характеристики. Звернути увагу на відповідність останніх режимам зварювання, рекомендованих у проекті. Перевагу віддавати сучасному обладнанню, засобам автоматизації та роботизації зварювання [1, 3, 4, 6, 9, 10].

### **8.4.4. Методи контролю якості та випробувань**

Вказуються операції, методи і технічні засоби контролю на всіх етапах виготовлення – попереднього, поопераційного і заключного. Наводиться методика випробування (контролю), обсяг і критерії оцінки якості зварних з'єднань за технічними нормами [2, 8].

Розділ завершується висновками, які стисло розкривають сутність розробок і визначають їх конкретний позитивний результат у досягненні мети проекту.

## **9. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНШИХ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ**

### **9.1. Охорона праці**

Розділ виконується за погодженням з консультантом відповідної кафедри і викладається за наступним планом: вступ, аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів, характерних для удосконаленого технологічного процесу, розробка заходів щодо забезпечення безпечних умов праці, розрахункова частина (розрахунок загальнообмінної (або місцевої) вентиляції (заземлення, освітленості тощо), висновки. При виконанні цього розділу слід дотримуватися методичних рекомендацій [12].

### **9.2. Економічна оцінка проєктних розробок**

Техніко-економічні розрахунки є важливим етапом заключної частини дипломного проєктування, тому що вони підсумовують результати прийнятих у проєкті технічних рішень. У процесі виконання економічного розділу проєкту консультант з економіки (або керівник проєкту) надає відповідні вказівки студенту щодо змісту розрахунків, але за правильність їх виконання відповідальність несе студент особисто.

У даному розділі дипломного проєкту виконується розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми конструкцій.

Рекомендується проводити розрахунки у табличній формі.

### **Приклад.**

Вихідні дані розрахунку:

1. Річний об'єм продукції, м.п.
2. Ціна дроту, грн за кг
3. Витрати дроту на 1 м.п., кг
4. Ціна флюс, 1 кг, грн.
5. Витрати електроенергії на 1 м.п. с.д. кВт/г
6. Ціна 1 кВт/г, грн.
7. Трудомісткість на 1 м.п. н/а н.-г. [20]
8. Розряд робіт
9. Часова тарифна ставка, грн
10. Рівень додаткових витрат, %
11. Норма амортизації, %
12. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %
13. Вартість зварювального обладнання, грн

Розрахунок витрат на електроенергію наведений у табл. 9.1. Розрахунок витрат на основну заробітну плату наведений у табл. 9.2. Розрахунок витрат на зварювальні матеріали наведені у табл. 9.3. Розрахунок витрат на додаткову заробітну плату (ДЗП) наведений у табл. 9.4. Розрахунок відрахувань від ЗП наведений у табл. 9.5.

**Таблиця 9.1. Витрати на електроенергію**

Найменування	Е.О. виміри	Розхід на річну програму	Річна програма в п.м.	Розхід на 1 п.м.	Ціна 1 кВт/г, грн	Витрати на електроенергію, грн
Електроенергія	кВт/г					

**Таблиця 9.2. Витрати на ОЗП**

Найменування	Е.О. виміри	Річна програма п.м.	Трудомісткість на річну програму, н-г	Часова тарифна ставка, грн	Сума витрат ОЗП, грн	
Автоматичне зварювання		Існуючий варіант				

**Таблиця 9.3. Витрати на зварювальні матеріали**

Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Розхід на 1 п.м.	Річна програма, п.м.	Ціна одиниці, грн	Розхід на річну програму, кг; л	Витрати на матеріал, грн
Дріт	кг					
Флюс	кг					
					<b>Всього</b>	<b>1 679 553</b>

**Таблиця 9.4. Витрати на ДЗП**

Сума витрат ОЗП, грн	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн
	16 %	

**Таблиця 9.5. Відрахування від ЗП**

Сума витрат на ОЗП і ДЗП, грн	Рівень відрахувань від ЗП, %	Сума відрахувань від ЗП, грн
	22,0 %	

Розрахунок витрат на амортизацію зварювального обладнання наведено у табл. 9.6. Розрахунок витрат на поточний ремонт обладнання наведено у табл. 9.7. Розрахунок цехових накладних витрат наведено у табл. 9.8. Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати наведено у табл. 9.9. Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні цистерни наведено у табл. 9.10.

**Таблиця 9.6. Витрати на амортизацію зварювального обладнання**

Найменування обладнання	Початкова вартість, грн	Норма амортизації, %	Сума витрат на амортизацію, грн
Зварювальний автомат з джерелом живлення			

**Таблиця 9.7. Витрати на поточний ремонт обладнання**

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн	Норма витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний ремонт обладнання, грн
Зварювальний автомат з джерелом живлення		5	

**Таблиця 9.8. Розрахунок цехових накладних витрат**

Сума витрат на основну зарплатню, грн	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн
	20	

**Таблиця 9.9. Розрахунок витрат на загальнозаводські накладні витрати**

Сума витрат на основну зарплатню, грн	Рівень витрат на основні загальнозаводські витрати, %	Сума витрат на загальнозаводські витрати, грн
	18	

**Таблиця 9.10. Розрахункові показники собівартості зварювальних робіт при виготовленні цистерни**

№	Показники	Витрати, грн
1	Витрати на зварювальні матеріали	
2	Витрати на електроенергію	
3	Витрати на ОЗП	
4	Витрати на ДЗП	
5	Відрахування від ЗП	
6	Витрати на поточний ремонт	
7	Амортизаційні відрахування	
8	Цехові накладні витрати	
9	Загальнозаводські накладні витрати	
10	Загальна собівартість зварювальних робіт	

Економічний розділ обов'язково закінчується висновками, в яких у стислій формі викладаються основні результати розрахунків для підтвердження економічної ефективності виконаних у дипломному проєкті розробок.

### **9.3. Загальні висновки**

Формулюються основні висновки по всіх розділах дипломного проєкту, які підтверджують досягнення мети проєкту та результати вирішення поставлених завдань. Висновки повинні містити конкретні числові показники виконаних розробок.

## 10. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальну записку оформляють на білому папері формату А4 (210 × 297 мм). Допускається, при необхідності, використання аркушів формату А3 (297 × 420 мм).

Титульний аркуш дипломного проекту представлений у додатку А. При його заповненні перенесення слів не дозволяється, крапки наприкінці назв кафедри, спеціальності й теми випускної роботи не ставляться. На титульному аркуші повинні бути підписи, ініціали й прізвище завідувача кафедри, автора випускної роботи й керівника проекту. У відповідних місцях мають бути проставлені дати.

Завдання на дипломний проект оформляється на бланку (*додаток Б*). Як і на титульному аркуші, перенесення слів у назві теми дипломного проекту не допускається і крапки наприкінці назв не ставляться. На бланку повинні бути проставлені у відповідних місцях підписи, дати, ініціали і прізвище завідувача кафедри, студента, керівника, консультантів з відповідних розділів.

Усі матеріали в пояснювальній записці розміщують тільки на одній стороні сторінки (виняток – бланк завдання) з дотриманням наступних параметрів сторінки: поля зверху, зліва, знизу – 20 мм, справа – 10 мм.

Текст пояснювальної записки має бути надрукований. Рекомендується використовувати стандартний шрифт Times New Roman, розмір 14 пт. Текст друкують через півтора інтервали з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці за умови рівномірного її заповнення та висотою букв і цифр не менше 1,8 мм.

Виявлені помилки в текстових документах усувають за допомогою наклеювання поверх помилки (букви, слова) білого паперу тієї ж фактури й нанесенні нових написів. Допускається застосування спеціальних коригувальних засобів (типу «Штрих», «Редактор» і т. д.). Необхідно, щоб число виправлень на сторінці було мінімальним. При наявності на сторінці більше 3–4 виправлень вона повинна бути передрукована заново.

Текст пояснювальної записки поділяють на розділи, підрозділи, пункти. Рекомендовано таку структуру позначення розділів пояснювальної записки: ДП.131.4121.12.05.03.ПЗ, де ДП – дипломний проєкт (ДР – дипломна робота); 131 – номер спеціальності; 4121 – номер академічної групи студента; 12 – порядковий номер студента в групі за алфавітом; 05 – загальна кількість розділів пояснювальної записки; 03 – порядковий номер розділу; ПЗ – пояснювальна записка.

Студенти, які почали навчатися з вересня 2024 року і пізніше, замість 131 повинні писати G9.

Заголовки розділів слід розташовувати посередині окремого рядка й друкувати малими літерами, крім першої прописної, напівжирним шрифтом без крапки наприкінці, не підкреслюючи («**Аналіз особливостей конструкції ...**» і т. д.). Кожен розділ повинен починатися з нової сторінки. Перенесення слів у заголовок розділу не допускається. Якщо заголовок складається з двох чи більш речень, їх розділяють крапкою.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів треба починати з абзацу і друкувати малими літерами, крім першої прописної, напівжирним шрифтом без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту і рівним п'яти знакам (не менше 1 см).

Не допускається розміщувати найменування розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після нього розташований тільки один рядок тексту.

Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул проставляється арабськими цифрами без знаку №.

Складові частини пояснювальної записки нумерують таким чином:

розділи нумерують у межах усієї пояснювальної записки арабськими цифрами з крапкою, наприклад, «**2. Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань**»;

підрозділи – у межах розділу двома арабськими цифрами з крапкою. Перша цифра вказує номер розділу, до якого відноситься підрозділ, друга цифра – безпосередньо номер підрозділу. Наприклад, «**2.3. Розрахунок режимів зварювання**»;

пункти – у межах підрозділу трьома арабськими цифрами з крапкою, вказують також номери підрозділу і розділів, до яких він відноситься, наприклад, «**2.3.2. Розрахунок параметрів режиму зварювання таврових з'єднань**».

Перерахування в тексті позначаються арабськими цифрами з дужкою, наприклад, 1), 2), 3) і т. д.; наприкінці ставлять крапку з комою.

У пояснювальній записці здійснюють наскрізну нумерацію сторінок арабськими цифрами без крапки наприкінці. Номер сторінки проставляють у правому нижньому куті рамки.

Титульний аркуш і завдання включаються в загальну нумерацію, але номери на них не ставляться.

Ілюстрації (рисунки, схеми, графіки, фотографії, діаграми) слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. Вище і нижче кожної ілюстрації повинно бути не менше одного вільного рядка. Вони нумеруються в межах кожного розділу двома арабськими цифрами з вказівкою номера розділу, до якого вони відносяться, і порядкового номера ілюстрації. Номер ілюстрації ставлять перед назвою,

наприклад, «Рисунок 2.1 – Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД». Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна перенести її на інші сторінки, при цьому назву ілюстрації розміщують на першій сторінці, а дані, що її пояснюють, – на кожній сторінці, під ними вказують: Рисунок \_\_\_\_, стор. \_\_\_\_.

Таблиці нумерують двома арабськими цифрами з порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться в додатках. Вище і нижче кожної таблиці повинно бути не менше одного вільного рядка. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Позначення «Таблиця...» ставлять перед відповідним заголовком у лівому верхньому куті (рис. 10.1).

Якщо рядки чи графи таблиці виходять за формат сторінки, її поділяють на окремі частини з розміщенням одної частини під іншою та перенесенням на наступну сторінку. При розподілі таблиці на частини слід пронумерувати арабськими цифрами графи першої частини таблиці, які треба повторити у продовженні таблиці. Можна також у продовженні таблиці повторити її «шапку». Слово «Таблиця \_\_\_\_» вказують один раз ліворуч над першою частиною таблиці, а над іншими частинами пишуть «Продовження табл. \_\_\_\_» з вказівкою її порядкового номеру.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі 10ХСНД, мас. %

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
≤0,12	0,8-1,1	0,5–0,8	0,6–0,9	0,5–0,8	0,4–0,6	≤0,04	≤0,035

Рисунок 10.1. Приклад оформлення таблиці

Цифрові величини, що поміщають в таблицю, повинні мати однакову кількість десяткових знаків. Дробові числа наводять у вигляді десяткових дробів. Одиниці виміру величин вказують у підзаголовках граф через кому.

Якщо таблиця або ілюстрація мають великі розміри, що не вміщуються на сторінку формату А4, їх можна розташувати на альбомній сторінці формату А4 або використати сторінку формату А3.

Формули і рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче кожної формули чи рівняння повинно бути не менше одного вільного рядка. Формули нумерують у межах кожного розділу двома арабськими цифрами через крапку, з указівкою номера розділу, до якого дана формула відноситься, та порядкового номеру формули в розділі. Номер вказують з правої сторони сторінки на рівні формули в круглих дужках, наприклад (3.1), що означає – перша формула з третього розділу (рис. 10.2). Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу, наводять безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані у формулі чи в рівнянні. Перший рядок пояснення варто починати без абзацу словом «де» без двокрапки, наступні пояснення наводять в рядок. Перенос формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконання операції, причому знак операції на початку наступного рядка повторюють.

$$T(y_0, t) = \frac{q}{v \cdot \delta \cdot \sqrt{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \gamma \cdot t}} \exp\left(-\frac{y_0^2}{4 \cdot a \cdot t} - b \cdot t\right) + T_0, \quad (3.1)$$

де  $\delta$  – товщина листів, що зварюються, см;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·град.;  $c\gamma$  – об’ємна теплоємність, Дж/см<sup>3</sup>·град.;  $y_0$  – відстань від джерела до розглянутої точки, см;  $b$  – коефіцієнт температуровіддачі;  $a$  – коефіцієнт тепловіддачі з поверхні пластини, Дж/см<sup>2</sup> с град;  $T_0$  – початкова температура виробу, град.

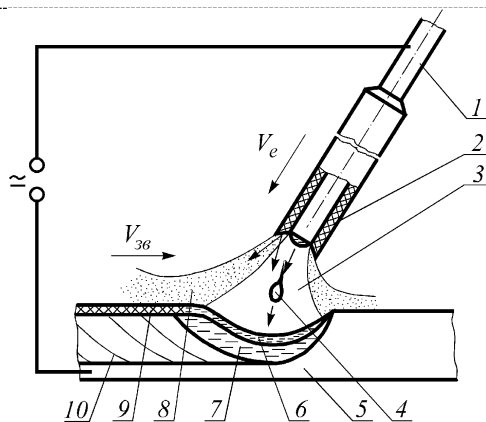
Рисунок 10.2. Приклад розміщення формули чи рівняння

Додатки позначають (якщо їх декілька) послідовно прописними буквами українського алфавіту. Сторінки в додатках нумерують відповідно до наскрізної нумерації, прийнятої в пояснювальній записці й обговорених вище правилах. У нумерації таблиць, формул та ілюстрацій ставиться відповідна буква і цифра, розділені крапкою, наприклад, «Рисунок В.1. – » – перший рисунок додатка В. При цьому буква відповідає даному додатку, цифра є порядковим номером даної таблиці, формули чи ілюстрації в цьому додатку.

Фотографії та інші ілюстрації, що не можуть бути виконані на білому папері для письма, повинні наклеюватися на аркушах паперу, на яких пишеться пояснювальна записка.

Ілюстрації можуть розміщуватися на сторінці безпосередньо в тексті або на окремих аркушах, у тому числі по кілька ілюстрацій на одній сторінці. Кожна ілюстрація повинна мати найменування, а при необхідності пояснювальні дані (стандартним шрифтом Times New Roman, розмір 12 пт), що розташовуються над назвою рисунка (рис. 10.3).

Крім формату А4 для ілюстрацій, включаючи таблиці, дозволяється використовувати папір більшого формату аж до А3. Такий аркуш складається відповідно до формату, використаного в пояснювальній записці, й при нумерації враховується як одна сторінка.



1 – хвостовик електрода; 2 – електродне покриття; 3 – дуга; 4 – крапля, що переходить з кінця електрода в зварювальну ванну; 5 – зварюваний метал; 6 – рідкий шлак; 7 – зварювальна ванна; 8 – газопарова оболонка; 9 – затверділий шлак; 10 – шов

Рисунок 2.4 – Схема ручного дугового зварювання

Рисунок 10.3. Приклад оформлення ілюстрації з пояснювальними даними

Посилання в тексті на використані джерела інформації подають у квадратних дужках, де при необхідності можуть вказуватися і конкретні сторінки. Наприклад, [8], або [3, с. 21]. Посилання на формули дають у круглих дужках, наприклад, «формула (4.1)...», на ілюстрації – без дужок, наприклад, «Схема, показана на рис. 2.1».

## 11. ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

Список використаних джерел інформації розміщують після загальних висновків. Список складають в порядку появи посилань у тексті пояснювальної записки або в алфавітному порядку. У список включають тільки ті джерела, на які є посилання в тексті. Приклади бібліографічного опису використаних джерел наведені нижче.

*Один автор:*

**Спіхтаренко, В.В.** Використання персонального комп'ютера в інженерних розрахунках: Навчальний посібник [Текст] / В.В. Спіхтаренко. – Херсон: Олді-плюс, 2007. – 284 с.

**Квасницький, В.Ф.** Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: Навчальний посібник [Текст] / В.Ф. Квасницький. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 181 с.

*Два автори:*

**Добровольський, О.І.** Зварювання в автомобілебудуванні. Металознавство та технології [Текст] / О.І. Добровольський, В.В. Косенко. – Київ: Університет Україна, 2018. – 239 с.

*Три автори:*

**Лобанов, Л.М.** Термінологічний словник зі зварювання та споріднених технологій [Текст] / Л.М. Лобанов, Ю.В. Демченко, О.К. Маковецька. – Київ : Академперіодика, 2022. – 328 с.

*Чотири автори:*

Спеціальні способи зварювання: підручник [Текст] / І.В. Кривцун, В.В. Квасницький, С.Ю. Максимов, Г.В. Єрмолаєв, за заг. ред. Б.Є. Патона. – Миколаїв : НУК, 2017. – 346 с.

Методичні рекомендації до лабораторних робіт з дисципліни «Теорія процесів зварювання», частина II [Текст] / О.М. Костін, В.В. Спіхтаренко, Л.М., Петренко, Т.Ю. Шаблій. – Миколаїв: НУК, 2025. – 28 с.

*П'ять авторів і більше:*

Development of brazing alloy, brazing technologies and correction of casting surface defects of heat-resistant nickel alloys for ship gas turbines [Text] / V.V. Kvasnytskyi, M.V. Matviienko, H.P. Mialnitsa, I.H. Kvasnytska, Ye.A. Buturlia // The Paton Welding Journal. – 2021. – № 2. – p. 8–13.

*Багатотомний документ:*

Матеріалознавство та технології зварювання: у 3 т. [Текст] / О.П. Олійник, П.С. Іваненко; за ред. О.П. Олійника. – Київ: Техніка, 2019. – Т. 2. – 298 с.

Машиностроение. Энциклопедия [Текст] / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – Машиностроение. Технология сварки, пайки и резки. Т. III-4 / В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, А.И. Четвертко и др.; Под. ред. Б.Е. Патона. – К., 2006. – 768 с.

*Матеріали конференцій, з'їздів:*

**Matviienko, M.** Adequacy of the methodology for computer modeling of stress-strain state of soldered joints [Text] / M. Matviienko // Topical aspects of modern scientific research: Proceedings of the 10th International scientific and

practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. – 2024. – P. 202-208.

**Matviienko, M.** Optimization of the composition of dispersion-filled polymer coating / M. Matviienko, V. Spikharenko // Scientific research modern challenges and future prospects: Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. – 2025. – P. 272-275.

**Лебедєв В.О.** Імпульсні та вібраційні впливи при електродуговому механізованому зварюванні та наплавленні [Текст] / В.О. Лебедєв, С.А Лой, В.В. Спихтаренко // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2024. – С. 140-143.

*Словники:*

Російсько-український словник зварювальної термінології. Українсько-російський словник зварювальної термінології [Текст] / під. ред. В.М. Бернацького. – К.: Еко-технологія, 2001. – 224 с.

*Законодавчі та нормативні документи:*

ДСТУ ISO 4063:2014. Зварювання та споріднені процеси. Номенклатура основних процесів зварювання дугою. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014. – 15 с.

Закон України «Про технічне регулювання» від 15.02.2015 № 131-VIII. – Відомості Верховної Ради України, 2015, № 10, ст. 70.

*Стандарти:*

Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 231 с. (Національний стандарт України).

*Патенти:*

Патент на винахід № 104894, UA МПК (2014.01). В 23К9/00, В23К9/12. Пристрій для подавання електродного дроту [Текст] / І.В. Сімутенков, С.В. Драган, А.Ф. Галь; Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова ; заявл. 21.12.2011 ; опубл. 25.03.2014, Бюл. 6.

*Частина книги, періодичного продовжуваного видання:*

Influence of the ratio of dimensions of cylindrical parts from dissimilar materials on their stress-strain state in diffusion welding [Text] / V.F. Kvasnitsky, M.V. Matvienko, G.V. Ermolaev, A.V. Labartkava, V.D. Kuznetsov // The Paton welding journal. 2009. – 8. – р. 17-20.

*Електронні ресурси:*

**Kvasnytskyi, V.** Designing Brazing Filler Metal for Heat-Resistant Nickel Alloys of New Generation Marine Gas Turbines [Electronic resource] / V. Kvasnytskyi, V. Korzhyk, V. Kvasnytskyi, M. Matviienko, Y. Buturlia, and I. Lahodzynskyi // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 5. – № 12 (125). – 2023. – р. 32-46, doi: 10.15587/1729-4061.2023.288340 (дата звернення: 28.01.2026)

Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Проміжки між знаками та елементами опису є обов'язковими і використовуються для розрізнення знаків граматичної і приписаної пунктуації.

У списку опублікованих праць автора дипломного проекту необхідно вказати прізвища та ініціали всіх його співавторів незалежно від виду публікації.

## 12. ОФОРМЛЕННЯ ДОДАТКІВ

Додатки слід оформляти як продовження пояснювальної записки на її наступних сторінках. Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки і мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої прописної симетрично тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої прописної має бути надруковане слово «Додаток \_\_\_» і прописна буква, що позначає додаток. Для позначення додатку використовують прописні букви українського алфавіту. Один додаток позначається як «Додаток А».

Рисунки, таблиці, формули, що вміщуються в додатку, нумерують арабськими цифрами в межах кожного додатку. Наприклад, «Таблиця А.2.» – друга таблиця додатку А. Посилання в тексті на додатки, таблиці і рисунки повинні містити номер додатку, наприклад, «... наведені в додатку В», «... на рисунку В.1.».

Додатки повинні мати загальну з іншою частиною пояснювальної записки наскрізну нумерацію сторінок.

Пояснювальна записка (разом із додатками) має бути переплетена. Допускається використання тільки твердої обкладинки. Не допускається застосування як обкладинки скріплення швидкознімними фіксаторами, а також м'яких обкладинок.

### **13. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ**

Зміст графічної частини визначається темою проєкту, але до її складу має входити 1–2 креслення, з яких одне – складальне креслення виробу. Решта листів оформлюється у вигляді плакатів, що розкривають суть виконаних розробок. Креслення та плакати можуть бути виконані за допомогою комп'ютера та оформлені у вигляді презентації.

Приблизний склад і зміст графічної частини дипломного проєкту.

#### *1. Зварний виріб.*

На аркуші приводиться загальний вигляд та головні вузли або складальне креслення виробу з зазначенням зварних швів за ГОСТ 2.312-72 та технічних умов на виготовлення. Наводиться необхідна кількість проєкцій, розрізів, перерізів, що характеризують конструкцію виробу та зварних з'єднань. При цьому зображується лише та частина виробу, в яку входять деталі та вузли, для яких у дипломному проєкті виконуються технологічні розробки. Креслення оформлюється з суворим дотриманням вимог ЄСКД.

*2. Технологічна послідовність виготовлення (складання та зварювання) конструкції.*

Вказується найменування та послідовність головних операцій виготовлення виробу, прийнятих у проєкті. Операції можна ілюструвати схемами або рисунками, які найбільш повно відображують їх сутність. Можна навести схеми базового та розробленого технологічних процесів, послідовність та напрям зварювання конструкції. Доцільно навести

основні параметри режимів обробки матеріалу та деталей при виконанні заготівельних операцій, вказати типи та марку технологічного устаткування. В табличній формі можна вказати зварювальні матеріали. Аркуш виконується у вигляді плакату.

### 3. *Розрахунок режимів зварювання.*

Рекомендується привести у формі таблиці інформацію про зварні шви згідно з технологією виготовлення (номер шва, спосіб зварювання, тип зварного шва за ГОСТ, конструкторивні елементи підготовки кромки, розміри зварного шва). Слід навести основні розрахункові формули та результати розрахунків усіх параметрів режиму. В таблиці режимів вказати тип з'єднання за ГОСТ, товщину з'єднуваних деталей або катет шва, усі параметри режиму – діаметр електрода, силу струму, напругу на дузі, швидкості подачі дроту та зварювання, витрати захисного газу, погонну енергію. Аркуш оформлюється як плакат.

### 4. *Визначення очікуваної структури.*

Для обраних способів зварювання наводяться розрахункові схеми та формули для розрахунків термічних циклів, діаграма термокінетичного перетворення аустеніту з накладеними кривими охолодження. Можна привести результати розрахунку структурних складових та характеристик механічних властивостей зони термічного впливу за рівняннями регресії і (чи) результати механічних випробувань наплавленого металу та зварного з'єднання. Аркуш оформлюється у вигляді плакату.

### 5. *Розрахунок зварювальних деформацій або розрахунок міцності зварних з'єднань.*

Наводяться розрахункові схеми та основні формули, таблиці результатів розрахунку зварювальних деформацій та допустимі величини. Якщо проводиться проектування зварних з'єднань, то вказуються прийняті на підставі розрахунків розміри швів. Аркуші оформлюються як плакати.

#### 6. *Складально-зварювальна оснастка.*

Приводяться загальні види складально-зварювальних стендів, установок, що використовуються у проєкті. Якщо оснастка нестандартна, то зображується схема компоновки установки та креслення основних вузлів. Якщо стандартна – то тільки схема компоновки та розташування виробу. Аркуш виконується як креслення загального виду.

*Примітка 1.* Можливо привести на окремому плакаті техніко-економічні показники проєкту. На аркуші наводяться у вигляді діаграм, таблиць або графіків порівняльні показники розробленого та базового варіантів технологічного процесу, які ілюструють переваги запропонованого варіанту технології.

*Примітка 2.* Графічна частина дипломної роботи, як правило, повинна містити об'єкт дослідження (креслення виробу, схему процесу тощо) – 1 аркуш та результати дослідження – не менше 4–5 аркушів. Результати роботи подаються у вигляді схем, графіків залежностей, фотографій, діаграм, що ілюструють результати експериментального або теоретичного дослідження. Аркуші оформлюються у вигляді плакатів.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматичне керування електрозварювальними процесами і установками: навчальний посібник [Текст] / За ред. В. К. Лебедева, В. П. Черниша. – Київ: Вища школа, 1994. – 391 с.

2. **Бугаєнко, Б.В.** Технологічні процеси зварювального виробництва: методичні вказівки до виконання курсового проєкту [Електронний ресурс] / Б.В. Бугаєнко, В.Я. Сагань. – Миколаїв: НУК, 2010. – 52 с. – Режим доступу: <http://nuos.edu.ua>

3. **Голобородько, Ж.Г.** Основи технології дугового зварювання суднових конструкцій: навчальний посібник [Текст] / Ж.Г. Голобородько, С.В. Драган, В.В. Квасницький; під заг. ред. С.В. Драгана. – Миколаїв: НУК, 2013. – 380 с.

4. **Драган, С.В.** Джерела живлення для зварювання плавленням: навчальний посібник [Текст] / С.В. Драган. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 320 с.

5. Міцність зварних та спаяних з'єднань: підручник / В.В. Квасницький, Г.В. Єгоров, Г.В. Єрмолаєв, М.В. Матвієнко; за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Л. М. Лобанова. – Миколаїв: НУК, 2019. – 294 с.

6. **Павленко, І.І.** Роботизовані технологічні комплекси: навчальний посібник [Текст] / І.І. Павленко, В.А. Мажара. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

7. **Костін, О.М.** Зварювальні матеріали: навчальний посібник [Текст] / О.М. Костін. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.

8. **Кривов, Г.О.** Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів [Текст] / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.

9. **Маршуба, В.П.** Механізація, автоматизація та роботизація зварювальних процесів : конспект лекцій. / В. П. Маршуба. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 550 с.

10. **Шевченко, В.В.** Основи автоматизації технологічних процесів. Конспект лекцій: навчальний посібник / В.В. Шевченко, Г.С. Тимчик. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 111 с.

11. **Лебедєв, Ю.М.** Розрахунки теплових процесів при зварюванні: методичні вказівки до виконання курсової роботи. [Текст] / Ю.М. Лебедєв, В.Ф. Лебедєва, С.А. Лой. – Миколаїв: НУК, 2007.– 64 с.

12. Паяння матеріалів: підручник [Текст] / Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, В.Ф. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов; за загальною редакцією В.Ф. Хорунова і В.Ф. Квасницького. – Миколаїв: НУК, 2015. – 340 с.

13. **Щедролосєв, О.В.** Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці» у бакалаврських випускних роботах (проектах) [Текст] / О.В. Щедролосєв, Г.В. Додонова, А.М. Мозговий, В.В. Савельєв. – Миколаїв: НУК, 2012. – 28 с.

14. Напруження та деформації при зварюванні і паянні: підручник [Текст] / Л.М. Лобанов, Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, О.В. Махненко, Г.В. Єгоров, А.В. Лабарткава; за заг. ред. Л.М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2016. – 246 с.

15. **Спіхтаренко, В.В.** Використання персонального комп'ютера в інженерних розрахунках: навчальний посібник [Текст] / В.В. Спіхтаренко. – Херсон: Олді-плюс, 2007. – 284 с.

16. Mechanics of joints under diffusion welding and brazing of dissimilar materials under plastic conditions: monography

[Text] / V.V. Kvasnytskyi, M.V. Korzhyk, V.F. Kvasnytskyi, M.V. Matviienko; Edited by G.V. Yermolaev. – Mykolaiv: Publisher Torubara V.V. – 2019. – 254 p.

17. **Металознавство для зварників: навчальний посібник** [Текст] / О.В. Климов, О.В. Лисиця, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». – 2023. – 227 с.

18. **Биковський, О.Г.** Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металокопункцій: підручник [Текст] / О.Г. Биковський. – К.: Основа, 2021. – 400 с.

19. **Чертов, А.І.** Технологічне супроводження виготовлення зварних металокопункцій: навч. посіб. / А.І. Чертов, І.М. Чертов. – К: НТУУ «КПІ». – 2015. – 340 с.

20. **Пащенко, В.М.** Комбіновані і гібридні технології у зварюванні та інженерії поверхні: навч. посіб. [Текст] / В.М. Пащенко. – Х.: Мачулін, 2017. – 154 с.

21. **Спеціальні способи зварювання: підручник** [Текст] / І.В. Кривцун, В.В. Квасницький, С.Ю. Максимов, Г.В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б.Є. Патона. – Миколаїв: НУК, 2017. – 348 с.

22. **Свідерський, В.П.** Термодинаміка і теплові процеси зварювання : навч. посібник [Текст] / В.П. Свідерський, В.С. Яремчук. – Хмельницький : ХНУ, 2014. – 375 с.

## **ДОДАТКИ**

# Додаток 1

## З А Я В А самостійності виконання письмової роботи

Я,

(ПІБ повністю) студент

Херсонський навчально-науковий інститут НУК,  
суднобудівний факультет

(назва факультету або іншого структурного підрозділу)

131 – Прикладна механіка

(код та назва спеціальності)

IV, денна

(курс та форма навчання)

бакалавр

(здобувач ОС, освітньо-наукового ступеня)

заявляю, що моя письмова робота на тему:

(назва роботи)

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з чинним положенням «Про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску письмової роботи до захисту та застосування відповідних заходів.

20

р.

Дата

Підпис

## Додаток 2

Завідувачу кафедри зварювання Матвієнку М.В.  
здобувача освітнього ступеня «бакалавр»

Чумакова Марка Сергійовича

(ПІБ студента, факультет, група)

ХННІ НУК, суднобудівний факультет, гр. 4121

### З А Я В А

Цим я підтверджую, що був поінформований про правила функціонування системи виявлення збігів / ідентичності / схожості щодо перевірки на ознаки плагіату. Тому заявляю, що згоден на обробку моєї роботи.

Надаю Університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в Системі виявлення збігів / ідентичності / схожості та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які завантажувалися / завантажуються для перевірки Системою виявлення збігів / ідентичності / схожості та користувачами, які мають доступ до цієї Системи, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Надаю свою згоду на обробку, збереження та оприлюднення Університетом моєї роботи в Електронний інституційний репозитарій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (eIR NUOS).

Крім цього, заявляю, що подана для перевірки електронна версія моєї роботи співпадає (ідентична) з друкованою.

Дата 29.03.2026 р.

Підпис \_\_\_\_\_

### Додаток 3

Гаранту освітньої програми

\_\_\_\_\_ (ПІБ гаранта ОП)

\_\_\_\_\_ (ПІБ здобувача вищої освіти)

групи \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ курсу

\_\_\_\_\_ (спеціальність, освітня програма)

### *Заява*

Прошу затвердити тему випускної кваліфікаційної роботи:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ дата

\_\_\_\_\_ підпис здобувача вищої освіти

Узгоджено керівник роботи

\_\_\_\_\_ Підпис керівника

## Додаток 4



### НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ імені адмірала Макарова

\_\_\_ . \_\_\_\_ . 202\_ р .

м. Миколаїв

№

Про затвердження тем і  
керівників кваліфікаційних  
робіт

#### НАКАЗ

З метою якісної підготовки до випускної атестації здобувачів ступеня бакалавра

#### НАКАЗУЮ:

1. Затвердити теми та призначити керівників кваліфікаційних проєктів (робіт) здобувачів ступеня бакалавра:

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти	Тема кваліфікаційної роботи (проєкту)	Посада, науковий ступень, вчене звання, прізвище та ініціали керівника
Код і назва спеціальності та освітньої програми			
1		Назва теми роботи українською та англійською мовами	
2			
3			

Ректор НУК

Проєкт наказу вносить  
Директор (декан)

Проєкт наказу узгоджено

Проректор з НПП

Начальник навчального відділу

## Додаток 5

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет кораблебудування імені адмірала**  
**Макарова**  
**Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра зварювання

«Допущений до захисту»  
Завідувач кафедри

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»**  
(потрібне залишити)

**на тему:** \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ групи  
\_\_\_\_\_ **Іванов І.І.**  
(підпис)

Керівник роботи:  
\_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступень вчене звання)  
\_\_\_\_\_ **Петров В.І.**  
(підпис)

Херсон – 202\_ р.

## Додаток 6

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет кораблебудування імені адмірала**  
**Макарова**  
**Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Гарант освітньої програми

\_\_\_\_\_ (підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**  
на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**  
(потрібне залишити)

Здобувачу вищої освіти \_\_\_\_\_  
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: \_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
Затверджені наказом ректора № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ року

2. Термін подання роботи: \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані по роботі: \_\_\_\_\_

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

5. Перелік презентаційних матеріалів \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів роботи \_\_\_\_\_

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)

## Додаток 7

### ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	3
ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. (НАЗВА) .....	7
1.1. (Назва) .....	7
1.2. (Назва) .....	17
1.3. (Назва) .....	25
РОЗДІЛ 2. (НАЗВА) .....	33
2.1. (Назва) .....	33
2.2. (Назва) .....	48
РОЗДІЛ 3. (НАЗВА) .....	66
3.1. (Назва) .....	66
3.2. (Назва) .....	79
ВИСНОВКИ.....	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	94
ДОДАТКИ	
Додаток 1.....	97
Додаток 2.....	101

## Додаток 8

### ПОДАННЯ ГОЛОВІ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Направляється здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ до захисту  
кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

за спеціальністю \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма \_\_\_\_\_  
(назва ОП)

на тему: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(назва теми)

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.  
Директор інституту (декан факультету) \_\_\_\_\_

#### Довідка про успішність

\_\_\_\_\_ за період навчання на факультеті  
(прізвище та ініціали студента)

\_\_\_\_\_ з 20\_\_\_\_ року до 20\_\_\_\_ року пов-  
ністю виконав навчальний план за, спеціальністю з таким розподілом  
оцінок за:

шкалою НУК: «90–100» \_\_%, «82–89» \_\_%, «74–81» \_\_%, «64–73» \_\_%,  
«60–63» \_\_%;

шкалою ECTS: A \_\_%; B \_\_%; C \_\_%; D \_\_%; E \_\_%.

Методист \_\_\_\_\_  
(підпис, ПІБ)

#### Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис, ПІБ)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року

## Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційна робота розглянута на засіданні кафедри, протокол № \_\_  
від \_\_\_\_\_

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

допускається до захисту кваліфікаційної роботи в атестаційній комісії.  
*(За умови захисту кваліфікаційної роботи з оцінкою «90–100», враховуючи рівень навчальних і наукових (творчих) досягнень, рекомендується видати здобувачу(-ці) вищої освіти \_\_\_\_\_ диплом з відзнакою)*

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(назва кафедри, підпис, ПІБ)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

## Додаток 9

### РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня вищої освіти «бакалавр»,

виконану на тему \_\_\_\_\_  
(повна назва теми КР)

здобувачем вищої освіти \_\_\_\_\_  
(ПІБ)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ініціали, прізвище)

#### *Пам'ятка рецензенту*

*Рецензія складається у довільній формі (використання бланків-шаблонів неприпустимо) із зазначенням: відповідності кваліфікаційної роботи затвердженій темі та завданню; актуальності теми; реальності роботи (виконання на замовлення підприємств, організацій, за науковою тематикою кафедри, НДІ тощо); загальний огляд змісту роботи, при цьому рецензент оцінює кожний розділ роботи, глибину техніко-економічного обґрунтування прийняття рішень (для проєкту); ступеня використання сучасних досягнень науки, техніки, виробництва, інформаційних та інженерних технологій; оригінальності прийнятих рішень та отриманих результатів; правильності проведених розрахунків і конструкторсько-технологічних рішень; наявності і повноти експериментального (математичного моделювання) підтвердження прийнятих рішень; якості виконання пояснювальної записки, відповідності креслень вимогам стандартів; можливості впровадження результатів; недоліків; загальна оцінка (за 100-бальною шкалою), яку, на думку рецензента заслуговує робота та її відповідність вимогам, можливості присвоєння студенту-випускнику відповідної кваліфікації (формулювання згідно з навчальним планом напряму підготовки або спеціальності та освітньої програми).*

## Додаток 10

### Основні критерії оцінювання кваліфікаційної роботи

Оцінка за 100-бальною шкалою університету	Оцінка за шкалою ЄКТС	Орієнтовні критерії
90–100	A	Робота відповідає всім вимогам або містить окремі недоліки, що не мають істотного значення: тема розкрита повністю; засвідчена новизна роботи; передбачене практичне значення; матеріал проаналізований ефективно; одержані результати достовірні й систематизовані; висновки логічні й розкривають результати розв'язання поставлених завдань; оформлення роботи відповідає вимогам; відгук і рецензія позитивні; доповідь на захисті є логічною, змістовною, проголошена з вільним володінням матеріалу представлена у вигляді мультимедійної презентації та цілісно відображає зміст роботи; відповіді на запитання членів АК правильні
82–89	B	Тема роботи розкрита, але є окремі недоліки непринципового характеру: використано менше 75 % літературних джерел за останніх 10 років видання; елементи новизни та практичного значення не зовсім чітко виражені; недостатньо використані інформаційні матеріали; робота загалом оформлена згідно з чинними вимогами, але має окремі незначні недоліки; є незначні зауваження в рецензії або відгуку наукового керівника; доповідь на захисті логічна, але відображає не всі змістові акценти роботи, відсутнє представлення матеріалів у вигляді презентації; відповіді на запитання членів АК переважно вичерпні й переконливі

74–81	С	Тема роботи розкрита, але є окремі недоліки принципового характеру: поверхово проаналізовані літературні джерела; елементи новизни та практичного значення не мають чіткого вираження; робота загалом оформлена згідно з чинними вимогами, проте містить окремі недоліки; є окремі зауваження в рецензії та відгуку наукового керівника; недостатньо використані інформаційні матеріали; доповідь логічна, але відображає не всі змістові акценти роботи, відсутнє представлення матеріалів у вигляді презентації; окремі відповіді на запитання членів атестаційної комісії неповні й недосить переконливі
64–73	D	Тема роботи в основному розкрита, але є окремі недоліки змістового характеру: в аналітичній частині спостерігається надлишок елементів описовості; висновки сформульовані з надмірною узагальненістю; добір інформаційно-ілюстративних матеріалів (таблиці, графіки, схеми тощо) не завжди вмотивований; є зауваження щодо оформлення роботи; доповідь на захисті не представлена у вигляді мультимедійної презентації; рецензія та відгук наукового керівника містять зауваження; відповіді на запитання членів атестаційної комісії є некоректними або вони не одержали належної аргументації
60–63	E	Тема роботи в основному розкрита, але є чисельні недоліки змістового характеру: теоретичний розділ має реферативний характер, не містить аналізу підходів до висвітлення проблем, заявлених у темі дипломної роботи; в аналітичній частині спостерігається надлишок елементів

		описовості; висновки сформульовані з надмірною узагальненістю; добір інформаційно-ілюстративних матеріалів (таблиці, графіки, схеми тощо) не завжди вмотивований; є зауваження щодо оформлення роботи; подані в роботі авторські наукові положення і пропозиції щодо їх практичного використання обґрунтовані непереконливо; рецензія та відгук наукового керівника містять суттєві зауваження; не всі відповіді на запитання членів АК правильні
35–59	FX	Тема роботи розкрита поверхово, є такі недоліки: зміст роботи не відповідає темі; немає огляду сучасних літературних джерел з обраної теми; у роботі переважають описовість і реферативність, відсутня системність; є численні зауваження щодо оформлення роботи; висновки не видаються достовірними; рецензія та відгук наукового керівника містять принципові зауваження; відповіді на запитання членів АК неточні, неповні або неправильні
1–34	F	робота виконана не самостійно; структура роботи не відповідає вимогам; зміст роботи не розкриває її теми; робота вкрай недбало або неправильно оформлена

Навчальне видання

**ЛЕБЕДЄВ** Володимир Олександрович  
**ЛОЙ** Сергій Анатолійович  
**МАТВИЄНКО** Максим Валентинович  
**СПИХТАРЕНКО** Володимир Володимирович  
**ЯРОС** Юрій Олександрович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**щодо виконання**  
**КВАЛІФІКАЦІЙНИХ (БАКАЛАВРСЬКИХ) РОБІТ**  
**для здобувачів вищої освіти,**  
**що навчаються за освітньо-професійною програмою**  
**«Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»**  
**спеціальності G9 Прикладна механіка**  
**галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво**

Комп'ютерна правка й коректура *О. Є. Вакула*  
Комп'ютерне верстання *Ю. С. Семенченко*

---

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 5,30. Вид. № 7. Зам. № 2705-42.  
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007  
E-mail : [publishing@nuos.edu.ua](mailto:publishing@nuos.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.