

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Інженерія вагонів та якість продукції

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ КОНТРОЛЮ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ.175.26.21.00. ПЗ

Розробив:

здобувач групи 217-ЯСС-324

спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології»

(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

Олександр СОЛОНЧУК

Керівник:

доктор технічних наук, професор

Едвін ГЕВОРКЯН

Рецензент:

доцент, кандидат технічних наук,
доцент кафедри ЕТЕМ

Володимир НЕРУБАЦЬКИЙ

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Механіко-енергетичний»

Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

Освітня програма: Якість, стандартизація та сертифікація

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІВ та ЯП,
професор, д-р техн. наук



Василь РАВЛЮК

« 20 » 01 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістра

Солончуку Олександр Петровичу

1. Тема: «Вдосконалення якості контролю відновлених деталей» керівник: Геворкян Едвін Спартаківич затверджена розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від “24” лютого 2025 року № 21/25.
2. Строк подання студентом роботи “30” грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові акти України та міжнародні стандарти у сфері технічного регулювання, промислової безпеки та контролю якості; стандарти, що регламентують методи контролю якості та приймання відновлених деталей; наукова та технічна література з питань технологій відновлення деталей, неруйнівного контролю, механічних випробувань та метрологічного забезпечення якості; виробничо-технічна документація, карти відновлення, журнали контролю, статистичні дані щодо браку та надійності ремонту у підрозділах ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»; а також результати практичних спостережень, аналізу методів контролю та досліджень, виконаних під час переддипломної практики.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1 Теоретичні основи контролю якості та надійності технічних елементів; 2 Аналіз сучасних методів контролю та методик відновлення деталей на прикладі ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»; 3 Розробка науково-обґрунтованої Стандартної Операційної Процедури (СОП) контролю відновлених деталей; 4 Оцінка ефективності та перспективи впровадження СОП; Загальні висновки; Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових):
 1 Актуальність; 2 Життєвий цикл технічного елемента; 3 Системний підхід до управління життєвим циклом; 4 Технологічне обладнання: вузли, що підлягають відновленню; 5 Класифікація дефектів; 6 Основні процедури контролю технічного стану деталей у газорозподільних системах; 7 Ключові методики відновлення; 8 Вимоги до руйнівного та неруйнівного контролю після відновлення технічних елементів; 9 Фактори, що знижують точність контролю; 10 Інтеграція неруйнівного контролю в стандартизовану операційну систему; 11 Необхідність обґрунтування потреби у стандартизації процедур; 12 Вимоги СОП до оснащення та прийняття рішень; 13 Блок-схема алгоритму контролю відновлених деталей; 14 Загальні висновки.

6. Дата видачі завдання 06.10.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз теоретичних основ контролю якості та надійності технічних елементів	06.10 - 10.10	виконано
2	Дослідження існуючих підходів до контролю та технологій відновлення деталей у виробничій практиці ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»	06.10 – 28.10	виконано
3	Ідентифікація критичних факторів точності та формування обмежень діючих процедур контролю	29.10 – 02.11	виконано
4	Розроблення СОП контролю відновлених деталей і визначення її впливу на підвищення достовірності контролю	03.11 – 16.11	виконано
5	Формулювання висновків роботи	01.12– 06.12	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	07.12-15.12	виконано
7	Перевірка МКР на плагіат	16.12– 20.12	виконано
8	Нормоконтроль та отримання рецензії на магістерську роботу	21.12 – 30.12	виконано
9	Підписання роботи керівником	21.12 – 30.12	виконано
10	Підписання роботи завідувачем кафедри	21.12 – 30.12	виконано
11	Підготовка до захисту роботи	31.12 – 11.01.26	виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	12.01 – 17.01.26	

Магістрант



Олександр СОЛОНЧУК

Керівник роботи



Едвін ГЕВОРКЯН

АНОТАЦІЯ

Солончук О.П. Кваліфікаційна магістерська робота другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: «**Вдосконалення якості контролю відновлених деталей**» містить 17 слайдів презентації та 95 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включають 12 рисунків, 13 таблиць та 41 використаних джерел.

Ключові слова: МЕТРОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ, ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ПРОЦЕДУР, НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес контролю відновлених деталей газового обладнання.

Предмет дослідження – методи, організаційні підходи та засоби контролю, що забезпечують достовірність оцінки технічного стану відновлених деталей та їх відповідність нормативним вимогам.

Метою роботи є вдосконалення процедур контролю відновлених деталей газового обладнання через розробку та впровадження стандартної операційної процедури, що забезпечує підвищення точності та достовірності оцінки їх технічного стану.

Робота спрямована на підвищення метрологічної надійності контролю відновлених деталей ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ». Ідентифіковано чинники похибки оцінювання стану систем та обґрунтовано застосування неруйнівного контролю. Головним результатом є стандартна операційна процедура (СОП), що уніфікує діагностику та підвищує достовірність даних. Практичне значення полягає у впровадженні методики, яка гарантує простежуваність вимірювань та мінімізує ризики відмов об'єктів критичної інфраструктури.

ABSTRACT

Solonchuk O.P. Master's qualification work of the second (master's) level of higher education on the topic: “**Improving the Quality of Control of Repaired Components**” contains 17 slides of the presentation and 95 pages of the explanatory note in A4 format, including 12 figures, 13 tables, and 41 references.

Keywords: METROLOGICAL RELIABILITY, REFURBISHMENT OF PARTS, STANDARDIZATION OF PROCEDURES, NON-DESTRUCTIVE CONTROL

Object of research – the technological process of controlling repaired gas equipment components.

Subject of research – methods, organizational approaches, and control tools that ensure the reliability of the assessment of the technical condition of repaired components and their compliance with regulatory requirements.

The aim of the work is to improve the control procedures for restored gas equipment parts by developing and implementing a standard operating procedure (SOP) to enhance the accuracy and reliability of their technical assessment.

The thesis improves the metrological reliability of control for reconditioned parts at "GAZMEREZHI". Factors affecting assessment errors were identified, and the use of non-destructive testing was justified. The main result is a standard operating procedure (SOP) that unifies diagnostics and increases data reliability. The practical value lies in implementing a methodology that ensures measurement traceability and minimizes operational failure risks for critical infrastructure.

Зміст

Вступ	6
1 Теоретичні основи контролю якості та надійності технічних елементів	9
1.1 Поняття якості, надійності та працездатності технічних елементів	9
1.2 Типові дефекти та порушення стану деталей після відновлення	21
1.3 Методи технічного та неруйнівного контролю	26
1.4 Фактори, що впливають на точність оцінювання та достовірність результатів	31
2. Аналіз сучасних методів контролю та методик відновлення деталей на прикладі ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»	37
2.1 Характеристика існуючих процедур контролю деталей у газорозподільних системах	37
2.2 Методики відновлення ключових деталей газового обладнання	43
2.3 Ідентифікація факторів, що знижують точність контролю відновлених деталей	48
2.4. Обґрунтування потреби у стандартизації процедур контролю	55
3 Розробка стандартної операційної процедури контролю відновлених деталей	59
3.1 Обґрунтування впровадження СОП	59
3.2 Цілі та структура СОП	61
3.3 Вимоги до виконання процедур та технічного оснащення	67
3.4. Порядок проведення контролю та документування результатів	65
4 Оцінка ефективності та перспективи впровадження стандартної операційної системи (СОП)	72
4.1 Методичні підходи до оцінки ефективності запропонованої СОП	72
4.2 Визначення потенційного впливу на достовірність контролю та шляхи підвищення надійності системи	76
4.3 Рекомендації щодо впровадження та подальшого розвитку СОП у виробничій та ремонтній практиці ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»	79
Загальні висновки	84
Список використаних джерел	86
Додатки	90

					МКРМЕ.175.26.21.00. ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
Розробив	Солончук				Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.	Геворкян			27.06.24		5	95
					Вдосконалення якості контролю відновлених деталей		
Н. контр.	Шовкун			29.06.24			
Затв.	Равлюк			30.06.24			

Вступ

Актуальність теми. В умовах сучасного розвитку газорозподільних систем, підвищення вимог до безпеки та надійності їх експлуатації, а також у контексті військових дій на території України, що створюють додаткові ризики для енергетичної інфраструктури, контроль технічного стану деталей і вузлів газового обладнання набуває особливої актуальності. Надійність і безперебійність роботи газорозподільних систем у кризових умовах потребують застосування ефективних процедур контролю та високої точності оцінки стану обладнання.

Використання відновлених деталей є одним із ключових напрямів підвищення надійності газового обладнання. Воно дозволяє продовжити термін експлуатації елементів системи, знизити витрати на придбання нових комплектуючих та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Проте ефективність їх застосування залежить від точності та якості контролю, що забезпечує своєчасне виявлення дефектів, оцінку працездатності та прогнозування надійності деталей.

Підвищення якості контролю відновлених деталей має не лише технічне, а й економічне та соціальне значення. Надійне газопостачання безпосередньо впливає на життєдіяльність населення та роботу підприємств, особливо в умовах обмежених ресурсів та підвищеного навантаження на енергетичну інфраструктуру через військові дії. Недосконалість контрольних процедур може призвести до аварій, втрати ресурсів, простоїв у роботі та додаткових витрат на ремонт або заміну обладнання.

Сучасні відновлені деталі мають специфічні властивості, що впливають на точність оцінки їх стану і підвищують вимоги до методів контролю. Відсутність стандартизованих та науково обґрунтованих процедур перевірки може призводити до суб'єктивної оцінки технічного стану та зниження експлуатаційної надійності. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки

ефективної системи контролю, яка враховує особливості відновлених деталей, забезпечує достовірність оцінки та підтримує стабільну роботу обладнання навіть у складних кризових умовах.

Обґрунтування теми. Сучасні умови експлуатації газорозподільних систем вимагають удосконалення процедур контролю технічного стану деталей і вузлів. Відновлені деталі мають особливі властивості, що впливають на точність оцінки їх стану. Існуючі методи контролю не завжди враховують ці особливості і не забезпечують достатньої стандартизації процедур, що підвищує ризики зниження надійності обладнання та ймовірність аварій. Тому необхідні науково обґрунтовані, стандартизовані процедури контролю, які підвищують достовірність оцінки стану деталей і оптимізують процес перевірки відповідно до сучасних вимог систем управління якістю.

Метою роботи є вдосконалення процедур контролю відновлених деталей газового обладнання через розробку та впровадження стандартної операційної процедури, що забезпечує підвищення точності та достовірності оцінки їх технічного стану.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено комплекс завдань:

- провести аналіз теоретичних основ контролю та надійності технічних елементів;
- дослідити сучасні методи контролю та методики відновлення деталей на прикладі виробничих процесів ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»;
- ідентифікувати фактори, що впливають на точність оцінки та обмеження існуючих процедур;
- розробити структуру та зміст стандартної операційної процедури (СОП) контролю відновлених деталей;
- Оцінити потенційний вплив розробленої процедури на підвищення точності та достовірності контролю відновлених деталей.

Об'єктом дослідження є технологічний процес контролю відновлених деталей газового обладнання

Предмет дослідження — методи, організаційні підходи та засоби контролю, що забезпечують достовірність оцінки технічного стану відновлених деталей та їх відповідність нормативним вимогам.

Методи дослідження. У роботі застосовувався комплекс методів стандартизації та уніфікації для забезпечення достовірності результатів. Використовувався системний аналіз нормативних документів і стандартів, порівняльний аналіз методик вимірювань і відновлення деталей. Застосовано статистичні методи аналізування якості для обґрунтування висновків..

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до аналізу і вдосконалення контролю відновлених деталей газового обладнання. У роботі запропоновано методологію розробки стандартної операційної процедури, яка інтегрує сучасні методики неруйнівного контролю, стандартизацію процедур та організаційні підходи до перевірки деталей. Розробка структурованої стандартної операційної процедури дозволяє забезпечити уніфікацію процедур і підвищити достовірність оцінки технічного стану відновлених деталей. Визначено фактори, що впливають на точність і достовірність оцінки технічного стану, і запропоновано ефективні заходи щодо їх мінімізації.

Практична цінність роботи полягає у можливості застосування розробленої стандартної операційної процедури у виробничо-ремонтних процесах підприємств газорозподільної сфери, зокрема на прикладі ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ». Впровадження процедури дозволяє підвищити надійність контролю, зменшити вплив людського фактору, оптимізувати витрати на технічне обслуговування та ремонт деталей, а також забезпечити відповідність сучасним вимогам систем управління якістю.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи були висвітлені у тезах доповіді «Підвищення ефективності системи відновлення деталей на основі вдосконалення контролю якості» на 85-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ (10-11 грудня 2025р.) [41].

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 9001:2018 Системи управління якістю. Вимоги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 32 с.
2. ДСТУ ISO 9000:2018 Системи управління якістю. Основні положення і словник термінів. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 42 с.
3. ДСТУ EN 14161:2014 Газова інфраструктура. Трубопроводи. Вимоги до цілісності та безпеки.
4. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення : чинний від 1994–01–01. Київ : Держстандарт України, 1994. 45 с.
5. Савуляк В. В. Управління якістю продукції : навч. посіб. Київ : ДУІКТ, 2020. 260 с. *Доступ:* https://www.duikt.edu.ua/uploads/1_912_66022803.pdf
6. Статистичні методи контролю якості : навчальний посібник. Державний університет інфраструктури та технологій. Київ, 2022. 98 с. *Доступ:* <https://dfkip.ust.edu.ua/wp-content/uploads/2022/09/2.2.14-statystychni-metody-kontrolyu-yakosti.pdf>
7. Єременко В. С., Патлай І. М., Кутова Н. І. Статистичний аналіз даних вимірювань : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 124 с. *Доступ:* https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/44902/1/statistical_analysis.pdf
6. Коваленко І. М., Кузнєцов О. М. Теорія надійності та ремонту машин : підручник. Київ : Вища школа, 2015. 320 с.
7. Надійність, експлуатація та ремонт радіоелектронної та телекомунікаційної техніки : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 180 с.
8. Oakland J. S. Statistical Process Control. 5th ed. London : Routledge, 2008. 459 p. *Free access:* <https://cdn.chools.in/.../Statistical%20Process%20Control-Joan%20S.Oakland.pdf>
9. Montgomery D. C., Runger G. C. Applied Statistics and Probability for Engineers. 7th ed. New York : John Wiley & Sons, 2018. 792 p.

10. The Book of SPC. Zontec Inc. Cincinnati, OH, 2022. 65 p. *Free access*: <https://zontec-spc.com/wp-content/uploads/.../The-Book-of-SPC.pdf>
11. ДСТУ ISO 14224:2018 (ISO 14224:2016, IDT). Нафтова, нафтохімічна та газова промисловість. Збирання та обмін даними про надійність і технічне обслуговування обладнання : чинний від 2018–01–01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 104 с.
12. ISO 7870-1:2019 Control charts — Part 1: General guidelines. Geneva : ISO, 2019.
13. ISO 7873:1993 Control chart methods for process control. Geneva : ISO.
14. Технологія ремонту машин та відновлення деталей : підручник для інженерних спеціальностей / за заг. ред. І. М. Яцка. Харків : ХНАДУ, 2018. 412 с.
15. Відновлення деталей машин. Молодик М. В., Лангерд, Бредун А. — К.: “Урожай”.– 1989. – 256 с.
16. Молодик М.В., Зенкін М.А. Ремонт промислового обладнання: Підручник для учнів проф.-тех. навч. закладів освіти. – К.: Техніка, 2000. – 256с
17. Чередніков О.М. Технологічні основи ремонту машин і відновлення деталей: Навчальний посібник.– Чернігів:ЧДТУ, 2008. – 212с.
18. Ружило З. В. Надійність машин та обладнання. Ч.2. Ремонт машин та відновлення деталей. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2023. 310с.
19. Закон України «Про стандартизацію» від 5 червня 2014 р.№ 1315-VII (в редакції від 12.05.2022, № 2254-IX). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text>
20. Сусліков Л. М., Дьордяй В. С. Основи стандартизації та управління якістю: навчальний посібник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». / рец. : В. М. Рубіш, І. М. Юркін. – Ужгород : Видавництво «Говерла», 2022. – 151 с.
21. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : навчальний посібник / укл. : Воробець М.М., Кондрачук І.В. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2022. 104 с/

22. Кропивна А. В., Бондаренко Г. С., Кропивний В. М. Стандартизація : Навчальний посібник /Електронне видання/; – Кропивницький; ЦНТУ, 2021 – 307 с. Управління якістю : словник термінів і понять / укладач : О. В. Грідін; ДБТУ. – Харків : [б. в.], 2024. – 36 с.

23. Гуменюк Г.Д. Технічне регулювання в Україні, на міжнародному рівні та в Європейському Союзі: навч. посібник / Г.Д. Гуменюк, В.В. Кійко, М.В. Янчик. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021, - 241 с.

24. МІЖНАРОДНИЙ СТАНДАРТ СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДЛЬНІСТЬ (SA8000) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0015697-07#Text>

25. ДСТУ 3414-96. Метрологія. Забезпечення якості продукції. Основні положення. — Київ: Держстандарт України, 1996. — 28 с.

26. ДСТУ EN 1779:2005 Неруйнівний контроль.

27. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення.

28. ДСТУ 3760:2019 Газорозподільні системи. Вимоги безпеки.

29. Правила безпеки систем газопостачання України (ПБСГУ), 2015.

30. ДСТУ EN 13445 Неруйнівний контроль обладнання під тиском.

31. Металознавство та обробка металів (у запитаннях і відповідях): Підручник для учнів проф.-техн. навч. закладів / С. Є. Кондратюк, М. В. Кіндрачук, В. О. Степаненко, Ю. Н. Москаленко. - К. : Вікторія, 2000. - 372 с.

32. Геворкян Е.С., Мельник О.М. Неруйнівні методи контролю якості: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 42 с.

33. ДСТУ EN 1330-2:2008 Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю (EN 1330-2:1998, IDT)

34. ДСТУ 9049:2020 Технічна діагностика. Діагностування та контролювання технічного стану посудин і трубопроводів під впливом агресивного робочого середовища. Загальні вимоги

35. Сусліков Л. М., Студеняк І. П. Неруйнівні методи контролю : навч. посіб. / рец. : П. П. Пуга, І. І. Небола – Ужгород : Говерла, 2016. – 192 с. [URI https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45064](https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45064)
36. ISO/IEC Guide 98-3:2008. Uncertainty of Measurement — Part 3: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). *International Organization for Standardization*, 2008.
37. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. *Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій*. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
38. ДСТУ 3215-95. *Метрологія. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Терміни та визначення*. Київ: Держстандарт України, 1995.
39. ДСТУ EN ISO 9712:2019. *Неруйнівний контроль. Кваліфікація і сертифікація персоналу НК*. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
40. Офіційний сайт ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ» <https://khm.grmu.com.ua/>
41. Солончук О.П. Теоретичні засади та практичні підходи до підвищення точності й надійності вимірювальних процесів. *Тези доповідей на 85-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ (10-11 грудня 2025р.)* Харків : УкрДУЗТ. 2025.