

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

Розробка заходів для зниження дефектів на механообробній
дільниці виготовлення корпусних деталей

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМм-21
Беренда Юрій Миколайович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Самчук Людмила Михайлівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.

к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Четвержук Тарас Іванович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

Луцький національний технічний університет
Факультет Транспорту та механічної інженерії
Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки
Другий (Магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри

_____Редько Р.Г.

“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Беренді Юрію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка заходів для зниження дефектів на механообробній ділянці виготовлення корпусних деталей, керівник роботи Самчук Людмила Михайлівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від «14» червня 2025 р. № 391/01-07.
2. Строк подання студентом роботи 1.12.2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: складальне креслення коробки передач,
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Розділ 1. Сучасні підходи до управління якістю. Розділ 2. Засоби і методи зменшення кількості дефектів та оцінки ризиків. Розділ 3. Технологічний процес складання та випробування. Розділ 4. Розробка заходів для зниження кількості дефектів при складанні коробки передач. Висновки. Перелік посилань.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Складальне креслення коробки передач – 1 лист (ф. А1), Технологічна схема складання (ф.А1), Кінематична схема пристрою та методики випробування вузла – 1 лист (ф.А2), Схема впровадження СУЯ та необхідні дії для її реалізації – 1 лист (ф.А1), Загальна характеристик СУЯ та принци роботи – 1 лист (ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 04.03.2025р.

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Примітка
1.	<i>Аналіз сучасних підходів до управління якістю</i>	<i>14.04.2025р.</i>	
2.	<i>Сутність TQM та методи впровадження у виробничі процеси</i>	<i>18.05.2025р.</i>	
3.	<i>Основні інструменти для зменшення кількості дефектів</i>	<i>18.07.2025р.</i>	
4.	<i>Методика оцінки ризиків</i>	<i>12.09.2025р.</i>	
5.	<i>Розробка технологічного процесу складання</i>	<i>17.10. 2025р.</i>	
6.	<i>Розробка методології випробування вузла</i>	<i>10.11.2025 р.</i>	
7.	<i>Розробка заходів для зниження кількості дефектів при складанні</i>	<i>15.11.2025 р.</i>	
8.	<i>Впровадження процесного контролю</i>	<i>19.11.2025 р.</i>	
9.	<i>Впровадження PDCA</i>	<i>28.11.2025р.</i>	
10.	<i>Електронний варіант роботи</i>	<i>1.12. 2025р.</i>	

Студент

(підпис)

(Беренда Ю.М.)

Керівник роботи

(підпис)

(Самчук Л.М.)

АНОТАЦІЯ

Беренда Ю.М. Розробка заходів для зниження дефектів на механообробній дільниці виготовлення корпусних деталей. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття кваліфікації другого (магістерського) рівня вищої освіти із спеціальності 131 Прикладна механіка – Луцький національний технічний університет. – Луцьк, 2025.

У роботі досліджено сучасні світові підходи до організації систем управління якістю в машинобудівній галузі та проведено аналіз їхнього застосування для підвищення надійності та точності виготовлення корпусних деталей. Основну увагу приділено виявленню та усуненню причин виникнення дефектів на механообробній дільниці шляхом впровадження ефективних методів контролю, моніторингу та аналізу даних. Запропоновано комплекс заходів, спрямованих на удосконалення технологічних процесів і підвищення якості продукції, серед яких: проектування технологічного процесу складання коробки передач із впровадженням контрольних точок для поетапних перевірок, застосування контрольних листів для систематизації даних про дефекти, розробка методики моніторингу відхилень і виявлення прихованих проблем, а також створення системи аналітики для оцінки ефективності коригувальних дій.

В роботі використано сучасні інструменти управління якістю, зокрема концепції PDCA, TQM (Total Quality Management) та принципи безперервного вдосконалення виробництва. Запроваджена методика перевірки готового виробу дозволяє виявляти навіть найменші відхилення в роботі механізму та забезпечує своєчасне усунення виявлених недоліків. Результати дослідження доводять, що впровадження розроблених заходів дозволяє оптимізувати процес складання корпусних деталей, підвищити рівень якості продукції, зменшити кількість дефектів і витрат на їх усунення, а також підвищити ефективність роботи механообробної дільниці.

Ключові слова: система управління якістю, технологічний процес, складання, дефекти, контрольні точки, PDCA, TQM, оптимізація виробництва.

ANNOTATION

Berenda Yu.M. Development of measures to reduce defects in the machining section for the production of body parts. – Manuscript.

Master's qualification work for obtaining the qualification of the second (master's) level of higher education in specialty 131 Applied Mechanics - Lutsk National Technical University. - Lutsk, 2025.

The paper examines modern global approaches to the organization of quality management systems in the mechanical engineering industry and analyzes their application to increase the reliability and accuracy of manufacturing body parts. The main attention is paid to identifying and eliminating the causes of defects in the machining area by implementing effective methods of control, monitoring and data analysis. A set of measures aimed at improving technological processes and improving product quality is proposed, including: designing the technological process of assembling a gearbox with the introduction of control points for phased inspections, using checklists to systematize data on defects, developing a methodology for monitoring deviations and identifying hidden problems, as well as creating an analytics system to assess the effectiveness of corrective actions.

The paper uses modern quality management tools, in particular the concepts of PDCA, TQM (Total Quality Management) and the principles of continuous production improvement. The introduced methodology for checking the finished product allows you to detect even the slightest deviations in the operation of the mechanism and ensures the timely elimination of identified shortcomings.

The results of the study prove that the implementation of the developed measures allows to optimize the process of assembling body parts, to increase the level of product quality, to reduce the number of defects and the costs of their elimination, and to increase the efficiency of the machining section.

Keywords: quality management system, technological process, assembly, defects, control points, PDCA, TQM, production optimization.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ	10
1.1. Типи дефектів на виробництві та методи їх усунення.....	10
1.2. 10 головних причин, чому управління якістю має вирішальне значення для успіху виробництва.....	17
1.3. Total quality management (TQM) – всеохоплююче управління якістю в машинобудівній промисловості. Як це працює.....	20
РОЗДІЛ 2 ЗАСОБИ І МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДЕФЕКТІВ ТА ОЦІНКИ РИЗИКІВ.....	28
2.1. Запровадження функції якості на виробництві.....	28
2.2.5 Застосування інструментів бережливого виробництва	33
2.3. Впровадження системи навчання з якості для працівників.....	38
2.4. Реалізація поетапного плану змін в управлінню якістю на виробництві	41
2.5. Стандарти якості: важливість та принципи.....	44
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ.....	48
3.1. Аналіз призначення та технологічності вузла складання.....	48
3.2. Розробка маршрутної карти складання.....	49
3.3. Розрахунок моментів затиску для складання.....	51
3.4. Аналіз можливих дефектів.....	52
3.5. Маршрут, обладнання та методи випробувань.....	53
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДЕФЕКТІВ ПРИ СКЛАДАННІ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ.....	55
4.1. Планування якості. Контрольні листи.....	55
4.2. Навчання персоналу.....	57
4.3. Впровадження процесного контролю.....	59
4.4. Впровадження PDCA.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	63

ВСТУП

Коли організації впроваджують комплексне управління якістю, вони прагнуть цілісного підходу до якості, який пронизує кожен аспект їхньої діяльності. Управління якістю (TQM) – це не просто набір інструментів чи методів, це спосіб мислення, який цінує якість як стратегічну відмінність на конкурентному ринку. Впроваджуючи культуру якості в усій організації, TQM надає співробітникам усіх рівнів можливість брати на себе відповідальність за якість та прагнути досконалості в усьому, що вони роблять.

По суті, управління якістю полягає у задоволенні очікувань клієнтів шляхом постійного надання високоякісних продуктів і послуг. Принципи TQM включають орієнтацію на клієнта, постійне вдосконалення, залучення співробітників, вдосконалення процесів, прийняття рішень на основі даних та відданість керівництва. Дотримуючись цих принципів, організації можуть створити культуру якості, підвищити задоволеність клієнтів та сприяти успіху бізнесу.

Впровадження комплексного управління якістю може принести компаніям значні переваги. Воно допомагає підвищити операційну ефективність, знизити витрати, підвищити лояльність та задоволеність клієнтів, а також отримати конкурентну перевагу на ринку а також сприяє культурі постійного вдосконалення, де працівників заохочують шукати інноваційні рішення та проактивно визначати області для покращення.

Актуальність теми. Впровадження комплексного управління якістю допомагає компаніям глибоко зануритися в тонкощі своєї діяльності, щоб визначити конкретні потреби та цілі. Це дає можливість зробити ретельний аналіз поточних процесів, відгуків клієнтів та переважаючих ринкових тенденцій. Ретельно досліджуючи ці аспекти, організації можуть визначити області, які потребують удосконалення та інновацій. Розуміння їхніх сильних та слабких сторін є ключовим для прокладання шляху до успішного розвитку компаній.

Крім того, компанії виявляють свої сильні та слабкі сторони, можливості, та загрози, щоб отримати цілісне уявлення про свої внутрішні та зовнішні фактори. Цей аналіз допомагає виявити потенційні перешкоди та можливості для зростання, розвитку та вдосконалення.

Цей стратегічний план слугує дорожньою картою, що визначає конкретні дії, розподіляє обов'язки та встановлює реалістичні терміни для безперервного виконання цілей компаній. Розширення прав і можливостей та залучення співробітників є фундаментальними стовпами для успішного впровадження комплексного управління якістю. Для сприяння культурі досконалості якості організації повинні надавати пріоритет навчальним та освітнім програмам, спрямованим на ознайомлення співробітників з фундаментальними принципами та перевагами TQM.

Метою роботи є впровадження системи управління якістю та її інструментів в процес складання корпусних виробів типу «коробка передач», зменшення кількості дефектів при складанні та покращення методів виявлення дефектів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес складання коробки передач FS-476-1.

Предмет дослідження – процеси складання FS-476-1.

Для досягнення поставленої мети у магістерській роботі необхідно вирішити такі завдання:

1. Аналіз сучасних систем управління якістю

Дослідити міжнародні та національні стандарти якості, зокрема вимоги ISO 9001 та TQM, з метою визначення їх застосовності у машинобудівному виробництві.

Розглянути світові та вітчизняні підходи до зниження кількості дефектів на виробництві.

2. Дослідження конструкції коробки передач

Провести аналіз конструктивних особливостей коробки передач та визначити основні вузли складання.

Виявити найбільш критичні деталі та з'єднання, які впливають на надійність і якість готового виробу.

3. Розробка технологічного процесу складання

Скласти поетапний технологічний процес складання коробки передач.

Визначити оптимальні моменти затиску різьбових з'єднань і зусилля запресування деталей із посадкою з натягом.

Передбачити контрольні точки для перевірки якості на всіх етапах складання.

4. Виявлення та аналіз можливих дефектів

Скласти перелік потенційних дефектів окремих деталей і вузлів коробки передач.

Визначити основні причини виникнення дефектів і розробити заходи щодо їх запобігання.

5. Впровадження інструментів системи управління якістю (СУЯ)

Розробити та впровадити контрольні листи для моніторингу якості на кожному етапі складання.

Використати методи PDCA та процесного контролю для вдосконалення управління якістю.

7. Аналіз ефективності впроваджених заходів: Провести оцінку впливу розробленої системи управління якістю на зменшення кількості дефектів. Розробити рекомендації щодо подальшої оптимізації процесів складання та контролю якості.

Методи дослідження. Досягнення поставленої мети та виконання завдань дипломної роботи стали можливими завдяки застосуванню цілісного методологічного інструментарію. Дослідження ґрунтується на використанні системного підходу, що дозволило інтерпретувати управління якістю як взаємопов'язану сукупність елементів. За допомогою історичного аналізу було розкрито еволюційні етапи розвитку систем менеджменту якості.

Деталізація досліджуваних процесів (включаючи петлю якості та оргструктуру) здійснювалася через метод аналізу. Водночас характеристика діючої на підприємстві системи управління якістю базується на процесному методі. Оцінка фінансових та операційних показників діяльності підприємства проводилася з використанням методів фінансових коефіцієнтів, а також табличних і графічних способів візуалізації даних.

Теоретичною та практичною основою для написання роботи слугували законодавчі акти України, міжнародні стандарти якості (ISO), а також фундаментальні та прикладні праці провідних вітчизняних і світових науковців, присвячені проблемам управління якістю.

Новизна одержаних результатів.

Запропоновано комплексний підхід та інструменти для управління якістю які дозволяють зменшити кількість дефектів та скоротити час при складання корпусних виробів типу «коробка передач».

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена система управління якістю є гнучкою і може бути використана для різних типів складальних ліній де використовуються до 12-ти працівників. Застосування контрольних листів дозволяє проводити детальний аналіз дефектів та причин їх виникнення.

Апробація результатів роботи. Ю. Беренда Розробка заходів для зниження дефектів на механообробній ділянці виготовлення корпусних деталей / Ю. Беренда, Л. Самчук /Тези V студентської науково-технічної конференції факультету транспорту та механічної інженерії “ Інноваційні технології в транспорті та механічній інженерії ”. Луцьк: ЛНТУ – 2025р.– с.159-161.

Особистий внесок магістранта. При виконання кваліфікаційної роботи магістра магістрантом проведено поглиблений аналіз систем управління якістю та інструментів для їх виконання. Розроблено технологічний процес складання коробки передач. Послідовність складання на кожному з постів, інструменти, оснастка та інше було вибрано з врахуванням можливості помилки, тобто на одному посту складання є лише ті деталі, які можуть бути змонтовані. Основна суть полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичній реалізації комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності та стабільності виробничих процесів.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

1.1. Типи дефектів на виробництві та методи їх усунення

У конкуруючому світі 21 століття стабільне виготовлення високоякісної продукції є запорукою успіху. Дефекти у виробництві можуть призвести до збільшення витрат, надмірної витрати матеріалів і незадоволених клієнтів. Впровадження стандартизованих підходів до зменшення дефектів не лише покращує якість продукції, але й підвищує ефективність та прибутковість. Розглянемо найпоширеніші типи дефектів на виробництві, зрозуміємо їхній вплив та обговоримо ефективні стратегії та інструменти для їхньої мінімізації.

Дефекти у виробництві - це будь-які недосконалості або відхилення від бажаних специфікацій продукту, різноманітні відхилення від форми, розміру, властивостей деталей чи продукту. Ці дефекти можуть виникнути на будь-якому етапі виробничого процесу і можуть сильно відрізнятися залежно від галузі та типу продукції.

Розглянемо найбільш поширені типи дефектів, що зустрічаються на виробництві [1].

Дефекти вхідної сировини. Дефекти матеріалів виникають через недоліки сировини, що використовується у виробничому процесі. Ці дефекти можуть включати домішки, невідповідність складу матеріалу або пошкодження які виникають під час зберігання та обробки. Приклади: Тріщини або переломи в металевих деталях через неякісні сплави. Деформація пластикових деталей спричинена використанням неякісних або забруднених пластикових смол.

Інструменти для запобігання дефектів матеріалів [1]:

- Системи контролю матеріалів. Використання інструментів для перевірки складу та якості металів перед використанням;
- Програмне забезпечення для управління якістю постачальників. Такі платформи, як SAP Ariba, допомагають оцінювати та обирати надійних постачальників, забезпечуючи стабільну якість сировини.

Дефекти, що виникають через не досконалий виробничий процес. Ці дефекти виникають під час виробничого процесу через несправності обладнання, людські помилки або неправильні технологічні параметри. Для прикладу неспіввісність компонентів при складанні, що призводить до несправності продукції. Не проварені зварні шви при виготовленні металоконструкцій внаслідок неправильного налаштування машини, тощо [1].

Інструменти для запобігання технологічних дефектів:

Системи моніторингу процесів. Такі інструменти, як SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - автоматизований контроль і збір даних), відстежують і контролюють промислові процеси в режимі реального часу, негайно виявляючи аномалії.

Стандартні операційні процедури (SOP). Задокументовані інструкції, які містять покрокові вказівки щодо послідовного та правильного виконання завдань, операцій.

Дефекти конструкції. Дефекти конструкції виникають через помилки або невірні розрахунки на етапі проектування виробу, що призводить до того, що вироби не відповідають функціональним вимогам або очікуванням споживачів. Приклади: продукти, які перегріваються через недостатню вентиляцію в конструкції, незручні меблі внаслідок поганої ергономіки, руйнування деталі через недостатню товщину матеріалу [1].

Для запобігання дефектам конструкції використовують програмне забезпечення автоматизованого проектування (CAD), такі програми, як AutoCAD і SolidWorks, що дозволяють інженерам створювати точні та детальні моделі, завчасно виявляти потенційні проблеми та моделювати гіпотетичні проблеми.

Косметичні дефекти. Такі дефекти впливають на зовнішній вигляд виробу але не обов'язково на його функціональність. Однак вони можуть суттєво вплинути на сприйняття та задоволеність клієнтів. Приклади: подряпини або вм'ятини на поверхні продукту. Нерівномірне фарбування або зміна кольору.

Засоби для запобігання косметичних дефектів використовують системи перевірки поверхні. Такі технології, як системи машинного зору використовують камери та програмне забезпечення для виявлення дефектів поверхні під час

виробництва. Протоколи належного поводження та пакування: впровадження стандартизованих методів поводження та пакування продуктів для мінімізації пошкоджень.

Функціональні дефекти. Функціональні дефекти роблять продукт нездатним виконувати його призначення, що призводить до поломок продукту та потенційної загрози безпеці. Приклади: електроніка, яка не вмикається через несправну схему. Механічні частини, які виходять з ладу під навантаженням через конструктивні недоліки [2].

Інструменти для запобігання функціональних дефектів. Обладнання для функціонального тестування: пристрої, які імітують реальні умови використання для перевірки функціональності продукту перед відвантаженням. Аналіз режиму та наслідків відмови (FMEA): систематичний підхід до виявлення потенційних точок відмови в процесі або дизайні продукту та впровадження коригувальних дій, що діють на причини.

Розуміння наслідків дефектів підкреслює важливість впровадження ефективних стратегій зменшення дефектів. Дефекти не лише впливають на якість продукції, але й мають більш масштабні наслідки, які можуть суттєво вплинути на прибутки, репутацію та довгострокову стабільність компанії. Ось більш детальний огляд впливу дефектів у виробництві [2]:

1. Збільшення витрат на виробництво.

Переробка та брукт. Коли виявляються дефекти, невідповідна продукція вимагає затрат для виправлення дефекту а у випадках, коли дефекти не виправні, продукцію доведеться повністю утилізувати, що призводить до повної втрати матеріалів і праці, вкладених спочатку. Тому переробка та брукт збільшують виробничі витрати та знижують загальну ефективність.

Гарантійні претензії та повернення. Дефектні продукти, які потрапляють до клієнтів, часто призводять до гарантійних претензій і повернень. Ці проблеми вимагають від компанії нести витрати на ремонт або заміну дефектних елементів, а також на логістику повернення. Окрім прямого фінансового впливу, часті претензії щодо гарантії також можуть призвести до довгострокової шкоди довірі та лояльності клієнтів, яку важко відновити.

Втрата продуктивності. Час витрачений на усунення дефектів зменшує продуктивний час виробництва. Така неефективність може призвести до затримок у виконанні нових замовлень, збільшення термінів виконання та, зрештою, втрати можливостей отримання прибутку [2].

2. Невдоволення клієнтів.

Шкода завдана репутації бренду. Постійні дефекти можуть підірвати довіру клієнтів і запламувати імідж компанії. На відновлення зіпсованої репутації можуть знадобитися роки і це може стримати потенційних клієнтів від вибору бренду в майбутньому [2].

Втрата бізнесу. Незадоволені клієнти можуть перейти до конкурентів, що призведе до втрати продажів і частки ринку, що ускладнить ефективну конкуренцію компанії на ринку.

3. Загрози безпеці споживачів.

Ризик отримання травм. Несправні продукти, особливо в таких важливих галузях, як автомобілебудування чи охорона здоров'я, можуть становити серйозну загрозу безпеці користувачів. Наприклад, несправна гальмівна система в автомобілі або несправний медичний пристрій може призвести до нещасних випадків і травм, що може мати серйозні наслідки як для користувачів, так і для відповідальної компанії.

Юридична відповідальність. Компанії можуть зіткнутися з судовими позовами та регуляторними санкціями, якщо дефектна продукція завдає шкоди, що ще більше ускладнює повернення довіри клієнтів і позиції на ринку [2].

4. Витрачені ресурси

Вплив на навколишнє середовище. Викинуті дефектні продукти сприяють забрудненню навколишнього середовища та марнотратству природних ресурсів. Ці відходи викликають особливе занепокоєння в галузях, які виробляють великі обсяги продукції оскільки з часом можуть призвести до значної шкоди навколишньому середовищу [2].

Неефективне використання матеріалів. Матеріали, які використовуються у дефектних продуктах, неможливо відновити, що призводить до нераціонального споживання ресурсів.



Рисунок 1.1 Класичні підходи до зменшення дефектів у виробництві

Зменшення кількості дефектів вимагає систематичного та проактивного підходу, який охоплює кожну стадію виробничого процесу. Нижче наведено ефективні стратегії, а також практичні інструменти та приклади їх реалізації [3]:

1. Впровадити стандартизовані робочі процедури.

Стандартизовані робочі процедури включають документування та послідовне дотримання найвідоміших методів виконання завдань. Це зменшує варіативність, забезпечує якість і підвищує ефективність виробничого процесу.

Кроки для реалізації [3]:

Документуйте процеси, чітко окресліть кожен етап виробничого процесу включаючи використані матеріали, налаштування обладнання та перевірки якості. Це гарантує, що кожен працівник дотримується однакових процедур, зменшуючи ризик помилок. Навчіть працівників, переконайтеся, що всі працівники ретельно навчені точному дотриманню стандартизованих процедур. Навчання має

включати практичні демонстрації та регулярне оцінювання для підтвердження набутих навичок. Постійний перегляд. Регулярно переглядайте та оновлюйте процедури на основі зворотного зв'язку та вдосконалення процесів. Це гарантує, що процедури залишатимуться актуальними та ефективними з часом.

Інструменти та приклади. Програмне забезпечення стандартних операційних процедур (SOP). Такі інструменти, як Process Street, дозволяють створювати, керувати та оновлювати SOP ефективно, забезпечуючи всім співробітникам доступ до останніх процедур [3].

Візуальні робочі інструкції. такі платформи, як orca lean software, надають візуальні посібники із зображеннями та відео, що полегшує працівникам розуміння та дотримання процесів. Це особливо корисно у складних виробничих середовищах, де візуальні посібники можуть бути не ефективними.

2. Впровадити комплексне навчання та розвиток навичок.

Добре навчені працівники мають менше шансів припуститися помилок які призведуть до дефектів. Безперервне навчання гарантує, що працівники є компетентними, розуміють стандарти якості та в курсі останніх процесів і технологій. Регулярне навчання також допомагає підкреслити важливість дотримання стандартизованих процедур і сприяє розвитку культури якості та підзвітності [4].

Кроки для реалізації:

Програми початкового навчання. Потрібно забезпечити ретельний навчальний курс, який охоплює всі необхідні навички, знання та протоколи безпеки. Це початкове навчання має бути комплексним, щоб гарантувати, що нові співробітники повністю підготовлені до своїх ролей.

Постійне навчання. Пропонуйте регулярні курси підвищення кваліфікації, щоб підтримувати навички співробітників на високому рівні. Це особливо важливо, коли впроваджуються нові технології чи процеси [4].

Оцінка навичок. Регулярно оцінюйте компетенції співробітників і визначте сфери, де потрібне додаткове навчання. Це допомагає усунути прогалини в кваліфікації та гарантує, що всі працівники здатні виконувати свої завдання відповідно до необхідних стандартів.

Інструменти та приклади. Системи управління навчанням (LMS). Ці платформи дозволяють компаніям створювати, проводити та ефективно відстежувати навчальні програми [4].

Навчання у віртуальній реальності (VR). Використання інструментів VR забезпечує захоплюючий та інтерактивний досвід навчання, особливо корисний для складних або небезпечних завдань. Навчання VR дозволяє працівникам практикуватися в контрольованому середовищі, зменшуючи ризик помилок на виробництві.

3. Покращення якості вхідних матеріалів.

Дефекти часто виникають ще до початку виробництва. Неякісна або невідповідна сировина може створити проблеми під час робочого процесу незалежно від того, наскільки досконалий процес. Потрібно впровадити цифрові інструменти контролю якості для відстеження та вирішення проблем, оскільки вони перетворюються на серйозні проблеми [4].

Кроки для реалізації:

Встановіть чіткі протоколи вхідного контролю якості. Співпрацюйте з постачальниками для узгодження специфікацій та сертифікатів. Відстежуйте ефективність роботи постачальників з часом та проактивно вирішуйте повторювані проблеми. Що отримаємо в результаті: вища впевненість у якості вхідних матеріалів означає менше прихованих дефектів матеріалів на складах.

4. Впроваджуйте моніторинг якості в режимі реального часу.

Затримки у виявленні дефектів призводять до втрат, надмірної обробки та затримок виготовлення. Для усунення цього потрібно впровадити систему яка миттєво сигналізуватиме про виявлення відхилення. Це дозволить приймати важливі рішення одразу коли щось піде не так, а не в кінці зміни.

Кроки для реалізації [5]:

Впровадьте контрольні пункти внутрішньолінійної або безпосередньої перевірки. Контролюйте ключові параметри в режимі реального часу – тиск, температуру, крутний момент тощо. Швидко ескалюйте відхилення за допомогою структурованих робочих процесів.

5. Застосовуйте системи RCA та CAPA для аналізу даних.

Дефекти траплятимуться завжди. Високопродуктивні виробництва відрізняє те, наскільки швидко та ефективно вони усувають корінні причини виникнення проблем, а не лише їх симптоми.

Кроки для реалізації [5]:

Використовуйте структуровані інструменти вирішення проблем, такі як 5W2H, рибна кістка та PDCA. Документуйте кожен інцидент, його вирішення та призначених відповідальних для підзвітності. Відстежуйте відкриті та закриті дії, а також повторювані проблеми в різних відділах.

6. Використовуйте візуальне управління та засоби зворотного зв'язку.

Оператори часто першими виявляють проблеми з якістю, але без можливості голосового зв'язку чи видимості проблеми для вищого керівництва ці проблеми залишаються невирішеними [5].

Кроки для реалізації:

Використовуйте системи Andon (світлові сигнали, сповіщення) для позначення відхилень у режимі реального часу. Заохочуйте відкрите повідомлення про потенційні дефекти, не точні інструкції або проблеми з виготовленням. Відображайте тенденції дефектів візуально за допомогою інформаційних панелей або дошок, щоб команди завжди пам'ятали про них.

Зменшення дефектів – це не просто виявлення проблем, а створення системи, яка запобігає їх виникненню.

1.2. 10 головних причин, чому управління якістю має вирішальне значення для успіху виробництва

Управління якістю має вирішальне значення для успіху в конкурентному виробничому середовищі. Пріоритет якості покращує пропозицію продукції та сприяє фінансовому зростанню, задоволенню клієнтів та операційній ефективності. Згідно з дослідженням Американського товариства якості (ASQ),

компанії, які ефективно впроваджують практики управління якістю, в середньому збільшують продажі на 9% та прибутковість на 26% [6].

Розглянемо десять основних причин, чому управління якістю є життєво важливим для успіху виробництва.

1. Управління якістю та фінансові показники. Впровадження ефективних методів управління якістю може збільшити продажі та прибутковість. Компанії, що зосереджуються на якості, мають більше шансів залучити та утримати клієнтів, що призводить до вищих доходів та прибутковості [6].

2. Вартість низької якості. Низька якість може призвести до значних витрат для виробничих компаній, включаючи переробку, брак, гарантійні претензії та невдоволення клієнтів. Впровадження надійних систем управління якістю допомагає зменшити ці витрати, виявляючи та вирішуючи проблеми з якістю на ранніх етапах виробництва [6].

3. Управління якістю та задоволеність клієнтів. Управління якістю відіграє ключову роль у задоволенні очікувань клієнтів. Компанії можуть будувати міцні стосунки з клієнтами, постійно постачаючи високоякісну продукцію, підвищуючи задоволеність та лояльність.

4. Зменшення дефектів завдяки сертифікації ISO 9001. Дотримання міжнародно визнаних стандартів управління якістю, таких як ISO 9001, може допомогти компаніям зменшити кількість дефектів та покращити якість продукції. Сертифікація демонструє відданість якості та може покращити репутацію компанії на ринку [6].

5. Залученість співробітників до управління якістю. Компанії, які надають пріоритет управлінню якістю, часто демонструють вищий рівень залученості співробітників. Залучені співробітники більш мотивовані та віддані виробництву високоякісної продукції, що призводить до підвищення продуктивності та покращення задоволеності клієнтів.

6. Частка ринку та репутація бренду. Зосередження уваги на методах управління якістю може допомогти компаніям отримати конкурентну перевагу на ринку. Якісні продукти формують довіру та лояльність клієнтів, збільшуючи частку ринку та сильну репутацію бренду [6].

7. Just in time та управління якістю. ASQ виявила, що організації зі зрілими системами управління якістю мають вищий показник своєчасної доставки, в середньому 92% порівняно з 74% для організацій без зрілих систем. Ефективні системи управління якістю можуть покращити показники своєчасної доставки, гарантуючи, що продукція відповідає стандартам якості, перш ніж вона буде відправлена клієнтам. Дотримання термінів доставки постійно підвищує задоволеність клієнтів та їх довіру.

8. Відповідність продукції та нормативні вимоги. Сильна система управління якістю допомагає компаніям дотримуватися галузевих норм і стандартів. Відповідність вимогам є важливою для уникнення штрафів, юридичних проблем і шкоди репутації, захищаючи діяльність компанії та її позиції на ринку.

9. Утримання клієнтів та управління якістю. Постійне надання високоякісних продуктів та послуг сприяє довгостроковим відносинам з клієнтами. Системи управління якістю, що відповідають очікуванням клієнтів, можуть призвести до вищих показників утримання клієнтів та зменшення їх відтоку [6].

10. Зменшення кількості скарг клієнтів. Інвестування в методи управління якістю може призвести до значного зменшення кількості скарг клієнтів. Компанії можуть підвищити задоволеність клієнтів та їх лояльність, мінімізуючи дефекти та помилки продукції, що призведе до позитивних відгуків та рекомендацій.

Система управління якістю (СУЯ) має вирішальне значення для організацій, оскільки вона забезпечує стабільну якість продукції, підвищує задоволеність клієнтів та сприяє операційній ефективності. Впроваджуючи СУЯ, організації можуть зменшувати ризики, дотримуватися галузевих норм та досягати економії коштів завдяки вдосконаленню процесів та зменшенню відходів [6].

Світова практика дозволяє використовувати повністю інтегровані системи управління якістю ЕСІ, розроблені для оптимізації операцій, підвищення продуктивності та забезпечення відповідності виробничим потужностям. Завдяки своїм інтегрованим програмним модулям, такі системи пропонують цілісний підхід до управління якістю, що охоплює такі ключові сфери, як відстеження

невідповідностей, коригувальні дії, технічне обслуговування інструментів та обладнання, а також контроль документації [6].

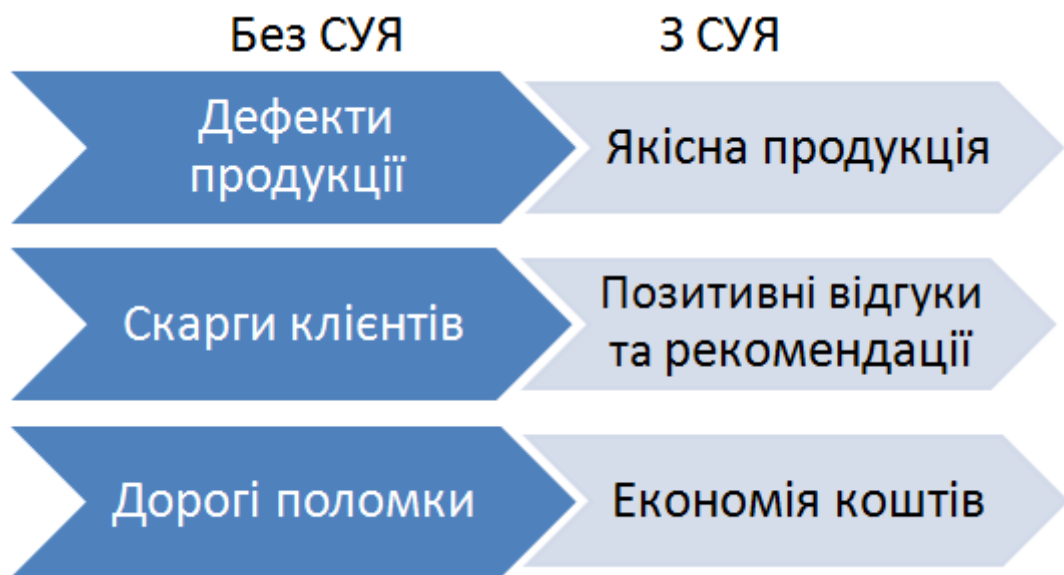


Рисунок 1.2 Переваги впровадження системи управління якістю

Автоматизуючи ручні процеси та забезпечуючи можливості видимості та звітності в режимі реального часу, систем управління якістю надають організаціям можливість досягати досконалості, знижувати витрати та сприяти культурі постійного вдосконалення [6].

1.3. Total quality management (TQM) – всеохоплююче управління якістю в машинобудованій промисловості. Як це працює

Загальне управління якістю (TQM) – це сукупність якісних та кількісних методів управління людськими ресурсами для покращення всіх процедур в організації, щоб задовільнити потреби клієнтів у сьогоденні та майбутньому. Мета TQM – надавати клієнтам якісний продукт, що, у свою чергу максимізує продуктивність та зменшить витрати. Концептуально TQM – це низка основних правил, що зображують основу безперервного вдосконалення організації. Як випливає з назви, акцент TQM полягає у визначенні того, що являє собою якість у функціях та діяльності організації. Зосередження уваги на якості вважається способом отримання конкурентної переваги, тому прихильники TQM

стверджували, що якщо якість покращиться, витрати знизяться, а організація швидше та ефективніше реагуватиме на запити клієнтів [7].

Таким чином, TQM має бути спланованим, кількісно визначеним у часі та виконаним, і до цього має бути залучений весь персонал організації. Інші експерти вважають, що TQM – це орієнтований на клієнта інструмент підвищення ефективності, який можна застосовувати до будь-якого типу організації. Він збалансовує різноманітні елементи бізнесу через лідерство, стратегічне планування; фінансовий менеджмент, систему управлінської інформації, розвиток людських ресурсів, управління робочими процесами та маркетингом, узгоджуючи їх для досягнення результатів. TQM можна підсумувати як «робити речі правильно з першого разу» [7].

Згідно з Британським стандартом (BS 4788), TQM – це управлінська ідея та діяльність компанії, спрямована на підтримку людських та матеріальних ресурсів компанії найефективнішим способом для досягнення цілей компанії. У програмі комплексного управління якістю (TQM) для забезпечення якості виконання завдань забезпечується добровільна участь працівників. У концепції комплексного управління якістю, глобальна якість має нижче значення, тобто якість продукції кожного відділу та кожного співробітника кожної організації.

Концептуальне підґрунтя. Дослідження головним чином мало на меті виявити факти та різні концептуалізації різних авторів та науковців щодо комплексного управління якістю у виробничих організаціях. Компанія Макдональдс розглядає комплексне управління якістю як процес, що використовується для управління змінами в середовищі, що гарантує досягнення компанією мети постійного вдосконалення. Компанія Пепсі (2003) розглядає комплексне управління якістю як процес, за допомогою якого менеджери прагнуть покращити загальну якість своєї продукції, оскільки клієнти зазвичай віддають перевагу продукту вищої якості перед продуктом нижчої якості. Досягти цього допомагає використання семи інструментів, корисних для виявлення проблеми та встановлення заходів щодо покращення. Ці інструменти: діаграма розсіювання, контрольні листи, графік та діаграми, гістограми, контрольні діаграми, діаграма Парето [7].

Компанія Форд розглядає загальне управління якістю як управлінський шлях до організації у всіх сферах компанії. За їх словами, загальне управління якістю (TQM) базується на залученні кожного члена та спрямоване на довгострокову перспективу через задоволення клієнтів та переваги для членів організації та суспільства. Компанія також позиціонує загальне управління якістю як метод управління, який зосереджений на покращенні якості продуктів та послуг і наголошує, що вся функціональна діяльність компанії повинна бути спрямована на досягнення цієї мети. Компанія, орієнтована на загальну якість, повинна мати принаймні такі основні цілі: орієнтація на клієнта, задоволення клієнтів, постійне вдосконалення, постійне та невпинне зниження витрат. Це дозволить створити всю компанію, де кожен працює над тим, щоб зробити свою компанію найкращою у своєму бізнесі та створити організацію світового класу [8].

Походження та сутність комплексного управління якістю. Концепція TQM бере свій початок з японських та американських науковців, таких як Джозеф Джуран та Едвард Демінг. Якщо бути точним, натхненням для неї стала невелика група експертів з якості, найвідомішим серед яких був американський експерт В. Едвардс Демінг. У 1950 році Демінг поїхав до Японії та консультував багатьох провідних японців. Філіп Крусбі та Каону Ісікава також внесли вагомий вклад з розвиток концепцій TQM. Японські фірми використовували ідею TQM для продажу товарів та послуг Європі та Америці за нижчими цінами, ніж європейські та американські. Управління загальним рівнем якості – це управління, орієнтоване на людей, яке спрямоване на постійне підвищення рівня обслуговування клієнтів та постійне зниження реальних витрат. Існує три типові способи досягнення цього. Один із них – знайти результат, якого клієнти дійсно хочуть, та розробити товари та послуги для задоволення цих потреб. Другий спосіб – навчитися забезпечувати цей результат якомога ефективніше, скорочуючи як час, так і витрати. Третій спосіб – постійне вдосконалення процесу шляхом пошуку покращень [9].

Зміст TQM включає десять основних важливих моментів та ідей: (a) якість, орієнтована на клієнта, (b) лідерство, (c) постійне вдосконалення, (d) повна участь усі дотичних до процесу створення цінності, (e) швидке реагування на проблеми,

(f) запобігання проблем, (g) орієнтація на довгострокову перспективу, (h) прийняття рішень на основі фактів, (i) розвиток партнерства, (j) загальна відповідальність. Інші кроки, що мають вирішальне значення для TQM, включають формування бачення якості організації, підтримку вищого керівництва, планування та організацію а також ретельне виконання та контроль процесів [9].

Принципи комплексного управління якістю у виробництві (машинобудівна промисловість). Концепція TQM стала популярною в бізнес-лексиконі в 1990 році. Менеджери, як Демінг, розробили програму з чотирнадцяти (14) пунктів, які в народі називають принципами трансформації організацій, включаючи машинобудівну промисловість. Зміст їх такий [9]:

1. Постійність мети. Завдання даного постулату у тому, щоб зробити так, щоб прагнення до вдосконалення товару і послуг стало постійною метою;

2. Нова філософія. Керівники підприємств повинні усвідомити своє значення та взяти на себе відповідальність, прийняти такий стиль управління, щоб досягти змін і встояти з якісною продукцією та послугами на ринку;

3. Покінчіть з практикою закупівель за найдешевшою ціною. Необхідно постійно враховувати, що ціна повинна оцінювати якість товару. Тому при укладенні контрактів необхідно оцінювати відповідність якості продукції, що постачається, враховувати репутацію постачальника для кожного виду товару, який закуповує організація;

4. Покінчити із залежністю від масового контролю. Підприємства повинні вимагати від замовників та організацій, щоб вони постачали якісну продукцію. Менеджменту необхідно відійти від необхідності в масовому контролі, в першу чергу, зробивши якість невід'ємною характеристикою продукції. Необхідно використовувати статистичні методи, які дають змогу виявити постійні дефекти чи недоліки й уникнути додаткових витрат на їх виправлення;

5. Покращуйте кожен процес. Даний постулат повністю висвічує проблемні питання щоденної роботи менеджменту, який повинен взяти на озброєння упровадження нових рішень. У зв'язку з цим, ключовим напрямом

підвищення ефективності діяльності компанії стає розробка, планування, реалізація і контроль здійснення інноваційних проектів. Інновації для сфери послуг є найважливішим стимулятором росту компанії;

6. Введіть у практику підготовку та перепідготовку кадрів. Розвиток будь якої компанії, потребує підвищення вимог до всіх категорій персоналу, оскільки якість процесів в першу чергу визначається роботою працівників;

7. Установіть лідерство. Лідерство є надзвичайно актуальним у сучасній індустрії;

8. Проганяйте страх. Страх є природною складовою людської сутності. В умовах підприємства страхи можуть мати різний характер: страх розчарувати керівництво, страх невідповідності очікуванням, страх допустити помилку, страх повідомити про помилку тощо. Головне, щоб керівники дбали про позитивний імідж всередині підприємства, ділову атмосферу, заохочували ефективні двосторонні зв'язки і використовували різні засоби для викорінення страхів, у тому числі і свій стиль роботи, щоб не було побоювань і ворожості всередині організації і кожен міг працювати більш ефективно і продуктивно на благо компанії;

9. Зруйнують бар'єри між підрозділами, службами, відділеннями. Широке поняття "колектив" відноситься до будь-якої офіційно організованої групи людей, котрі зайняті суспільно корисним видом діяльності. Міжособистісна взаємодія в колективі породжує соціально-психологічний клімат колективу. Від нього залежить як благополуччя всіх членів колективу, так і їх працездатність;

10. Відмовтеся від порожніх гасел і закликів. Конкуренція у сучасному світі примушує керівників підприємств постійно шукати нові можливості для підвищення ефективності організації роботи персоналу. Чи не найважливіша роль в успішному функціонуванні підприємства належать його працівникам. Як втримати хорошого спеціаліста, підвищити продуктивність праці? В цьому допоможе правильно побудована система мотивації;

11. Усуньте довільні числові норми і завдання;

12. Дайте працівникам можливість пишатися своєю працею. Керівник компанії обов'язково повинен долучатися до мотивації персоналу. Тоді і персонал

і керівництво працюватимуть, як єдина команда, допомагаючи один одному досягати своїх цілей;

13. Заохочуйте прагнення до освіти. Достатньо ефективним інноваційним інструментом у вирішення цієї проблеми є використання технології коучингу, особливо у практиці професійного розвитку управлінського потенціалу підприємства;

14. Прихильність справі підвищення якості і дієвість вищого керівництва. Останній принцип сам говорить про дієвість вищого керівництва і зобов'язує його не тільки на словах упроваджувати якість послуг, але конкретно день за днем працювати над якістю разом з колективом організації.

Хоча програма була розроблена переважно для виробничих підприємств (тобто компаній), очевидно, що її успіх створив можливості для бенчмаркінгу для державного сектору [9].

Підходи до комплексного управління якістю та його переваги. Підходи до комплексного управління якістю (TQM) різняться від організації до організації, однак вони завжди мають спільні риси які включають в себе такі кроки [7]:

1. Дізнайтеся, чого хочуть клієнти;
2. Розробіть продукт, який відповідатиме (або перевершуватиме) очікування клієнтів;
3. Розробіть технологічний процес, який дозволить виконувати роботу точно та з першого разу;
4. Ведіть облік результатів та використовуйте їх для покращеннями системи. Не припиняйте докладати зусиль для вдосконалення;
5. Поширте ці ідеї серед постачальників та дистриб'юторів. Вимагайте впровадження дій на проблеми у своїх постачальників.

Переваги комплексного управління якістю дозволяють покращити:

Ефективність організації: метою системи TQM є підвищення ефективності організації у досягненні цілей та постійне покращення якості продукції та задоволеності клієнтів;

Ефективність процесів: TQM забезпечує досягнення високої ефективності шляхом підвищення якості ресурсів, вхідних та вихідних даних навчання без максимізації обсягу капіталу;

Ланцюги якості: кожен співробітник є частиною ланцюга якості, тобто постачальником продукції/послуг клієнтам. Один підрозділ компанії є вхідним ресурсом (сировиною) для іншого підрозділу. Таким чином, кожен співробітник у ланцюгах якості повинен знати свого клієнта та постачальника, а також їхні очікування;

Витрати на якість: ці витрати є показником успіху, якщо вони низькі – компанія працює правильно. Низька якість коштує грошей [7].

Впровадження комплексного управління якістю в машинобудівній промисловості вимагає наступного [7]:

1. Зобов'язання вищого керівництва: TQM – це принцип стратегічного планування, спрямований на покращення та підтримку стратегічного зв'язку між компанією та її змінними ринковими можливостями. Відданість вищого керівництва принципам та впровадженню TQM визначає її успіх.

Досягнення цілей комплексного управління якістю (TQM) залежить від бачення лідерів (вищого керівництва). Спосіб, яким вище керівництво керує, є важливим для того, щоб допомогти іншим співробітникам стати мотивованими та продуктивними у напрямку покращення якості. Таким чином, вище керівництво повинно бути відданим TQM та готовим його очолювати.

2. Потреба у змінах: будь-який якісний продукт чи послугу можна покращити. Таким чином, краще прагнути досконалості та промахнутися, ніж прагнути до недосконалості та досягти успіху. Потреба у зміні якості продукції також зумовлена високою собівартістю виробництва, відсутністю орієнтації на якість, невдоволенням клієнтів, низькою продуктивністю.

3. Мотивація персоналу: покращення якості вимагає додаткової відданості всіх працівників в організаціях. Їхні обов'язки та відповідальність збагачуються та посилюються. Щоб стимулювати та заохочувати додаткові зобов'язання, персонал слід мотивувати за допомогою різних процедур: заохочувальна виплата, визнання

заслуг, похвальний лист, підвищення по службі, навчання/перепідготовка для підвищення продуктивності тощо.

Ці концепції працюватимуть ефективно та результативно лише за умови правильної культури. Для досягнення цілісного управління якістю (TQM) у машинобудівній промисловості використовується структурований процес, який гарантує правильне виконання всіх пов'язаних з цим видів діяльності та їх бездоганну відповідність вимогам клієнтів з першого разу [7].

Висновки. Програма комплексного управління якістю (TQM) – це стратегія, яка зазвичай спрямована на спрощення та кодифікацію роботи, спрямована на створення простого робочого процесу, який ретельно визначає робочі дії. Тому програми TQM зазвичай включають якісну інформацію та навчання для працівників, окрім можливості контролювати якість своєї роботи. TQM включає десять основних цінностей та ідей, критично важливих для формування бачення організації щодо якості, підтримки вищого керівництва, планування та організації зусиль, а також ретельного виконання та регулювання процесу. TQM визначає якість у функціях та діяльності механічної промисловості. Зосередження уваги на якості вважається способом отримання конкурентної переваги, тому прихильники TQM стверджують, що це стратегія покращення якості у всіх виробничих галузях, яка дозволить швидше та ефективніше реагувати на запити клієнтів. Великий акцент робиться на врахуванні реакції клієнтів, яка сприймається як найбільш доцільний рівень якості.

РОЗДІЛ 2

ЗАСОБИ І МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДЕФЕКТІВ ТА ОЦІНКИ РИЗИКІВ

2.1. Запровадження функції якості на виробництві

У кожній компанії є клієнти. Деякі мають лише внутрішніх клієнтів, деякі – лише зовнішніх, а деякі – і тих і інших. Коли ви працюєте над визначенням того,

чого вам потрібно досягти щоб задовольнити або навіть порадувати своїх клієнтів, розгортання функції якості є важливим інструментом.

QFD (Quality Facility Development) – методологія, що дозволяє уважно слухати голос клієнта та ефективно реагувати на його потреби та очікування.

Вперше розроблений у Японії наприкінці 1960-х років як форма причинно-наслідкового аналізу, QFD був привезений до Сполучених Штатів на початку 1980-х років. Він здобув свою ранню популярність завдяки численним успіхам в автомобільній промисловості [10].

У QFD якість – це міра задоволеності клієнтів продуктом або послугою. QFD – це структурований метод, який використовує сім інструментів управління та планування для швидкого та ефективного визначення пріоритетів та очікувань клієнтів. Починаючи з початкової матриці, яку зазвичай називають Будинком якості (Рис 2.1), методологія QFD зосереджується на найважливіших атрибутах або якостях продукту чи послуги. Вони складаються з вражень, бажань та потреб клієнтів [10].

Після того, як ви визначили пріоритети атрибутів та якостей, QFD розгортає їх у відповідній організаційній функції для дії, як показано на Рис. 2.2. Таким чином, QFD – це розгортання якостей, орієнтованих на клієнта, у відповідальних функціях організації.

Розгортання функції якості: найважливіші атрибути або якості продукту/послуги [10].

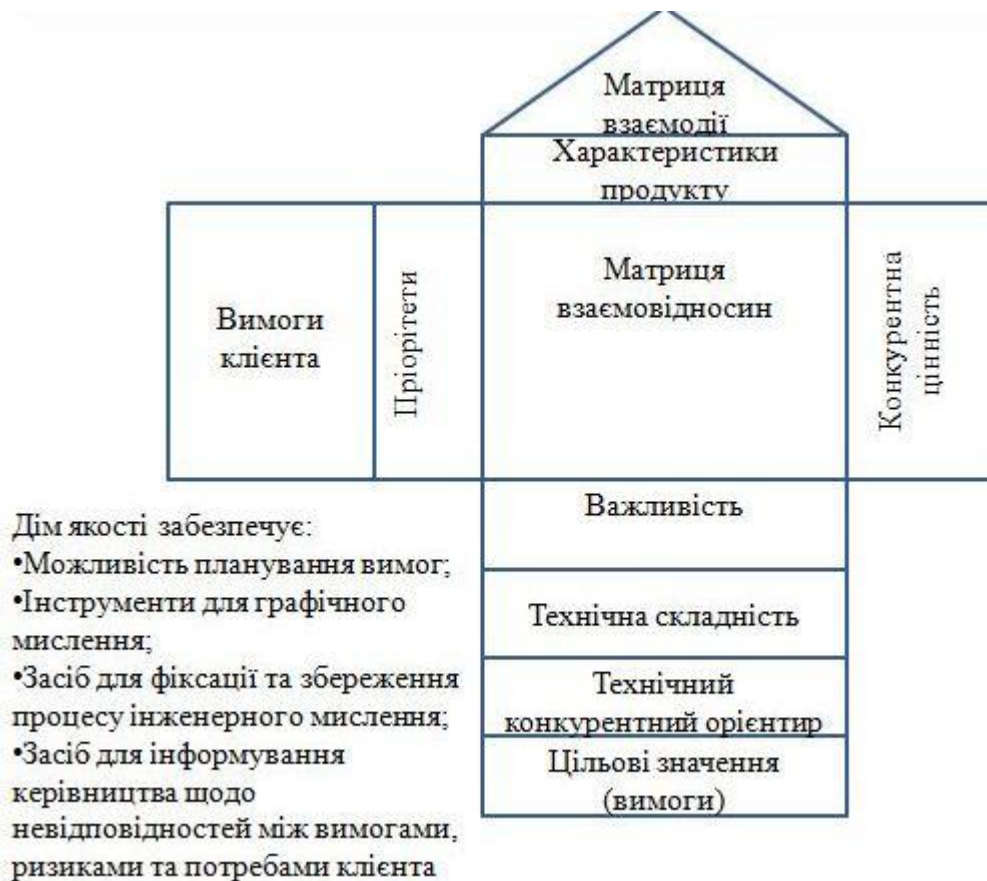


Рисунок 2.1 Будинок якості та функції які він виконує

Будинок якості – це ефективний інструмент, який використовується для перетворення бажань та потреб клієнтів на характеристики дизайну продукту чи послуги за допомогою матриці зв'язків. Зазвичай це перша матриця, яка використовується в процесі QFD. Будинок якості демонструє зв'язок між бажаннями клієнта або «Що» та параметрами дизайну або «Як». Матриця є ресурсоємною та дозволяє команді зібрати велику кількість інформації в одному місці. Матриця отримала назву «Будинок якості» завдяки своїй структурі, що нагадує структуру будинку. Матрицю повинна заповнювати міжфункціональна команда, яка володіє глибокими знаннями продукту, знає вимоги клієнта та можливості компанії [11].

Розгортання функції якості, орієнтованої на клієнта у відповідальних організаційних функціях.

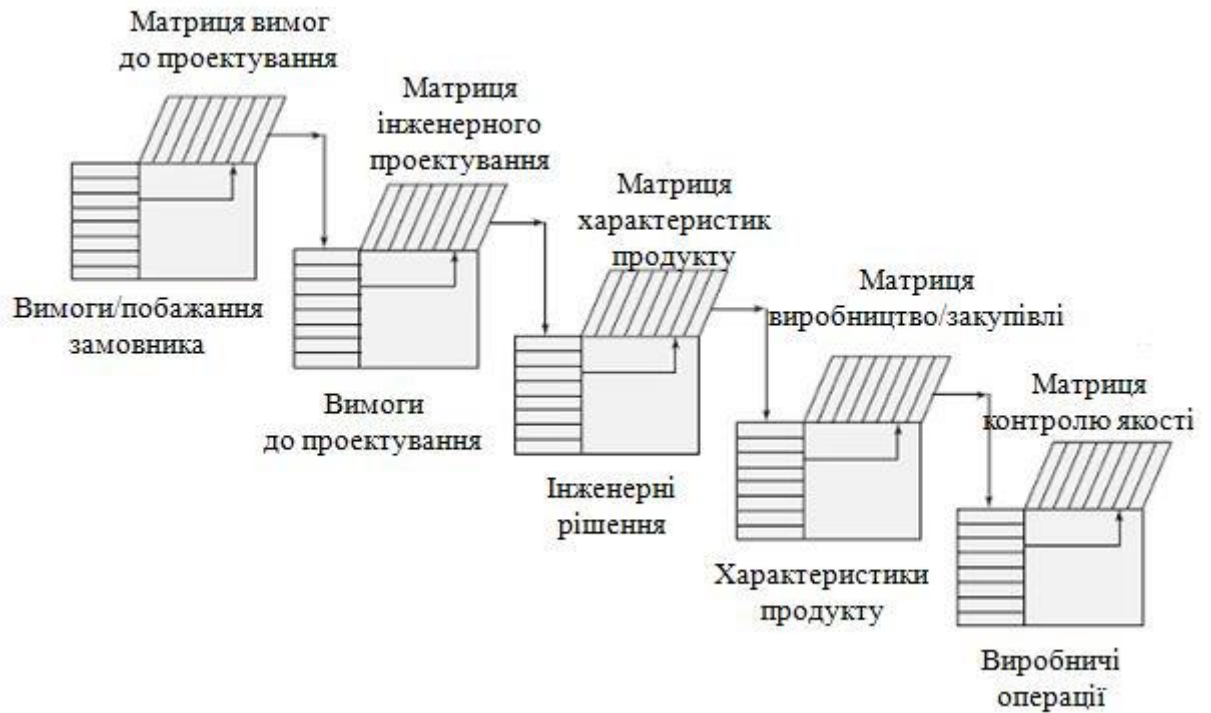


Рисунок 2.2 Водоспадний зв'язок. Матриця QFD

Методологія розгортання функції якості – це 4-фазний процес, який охоплює дії протягом усього циклу розробки продукту. На кожному етапі використовується серія матриць для інтерпретації думки клієнта для розробки вимог до кожної системи, підсистеми та компонента. Розглянемо чотири фази QFD [11]:

Визначення продукту. Фаза визначення продукту починається зі збору основної інформації про продукт та перетворення бажань і потреб клієнта на специфікації продукту. Вона також може включати конкурентний аналіз для оцінки того, наскільки ефективно продукт конкурента відповідає бажанням і потребам клієнта. Початкова концепція дизайну базується на конкретних вимогах до експлуатаційних характеристик продукту та специфікаціях;

Розробка продукту. Під час фази розробки продукту визначаються критичні деталі та вузли. Критичні характеристики продукту каскадно перетворюються на критичні або ключові характеристики чи специфікації деталей та вузлів. Потім для кожного функціонального рівня визначаються функціональні вимоги або специфікації;

Розробка процесу. Під час фази розробки процесу виробничі та складальні процеси проектуються на основі специфікацій продукту та компонентів. Розробляється технологічний процес та визначаються критичні характеристики процесу;

Контроль якості процесу. Перед запуском виробництва процес QFD визначає критичні характеристики деталей та процесу. Визначаються параметри процесу, а також розробляються та впроваджуються відповідні засоби контролю процесу. Крім того, розробляються будь-які специфікації на перевірку та випробування. Повноцінне виробництво починається після завершення досліджень можливостей процесу під час пілотного будівництва.

Матриця QFD 2-го рівня використовується на етапі розробки проекту. Використовуючи QFD 2-го рівня, команда може виявити, які з вузлів, систем, підсистем та компонентів мають найбільший вплив на виконання вимог до проекту виробу, та визначити ключові характеристики проекту. Інформація, отримана в результаті виконання QFD 2-го рівня, часто використовується як прямий вхідний матеріал для процесу аналізу режимів та наслідків відмов проекту (FMEA). QFD 2-го рівня можуть бути розроблені на таких рівнях [12]:

Системний рівень. Технічні специфікації та функціональні вимоги або «Як», визначені та пріоритетизовані в рамках Будинку якості, стають «Що» для QFD системного рівня. Потім вони оцінюються відповідно до того, на які системи або вузли вони впливають. Будь-які системи, які вважаються критичними, потім переходять до QFD підсистеми;

Рівень підсистеми: Вимоги, що виходять з системного рівня, перевизначаються для узгодження з тим, як підсистема сприяє виконанню системою своїх функціональних вимог. Ця інформація потім стає «Що» для QFD (формули якості), а компоненти та інші можливі «Як» перераховуються та ранжуються для визначення критичних компонентів. Компоненти, які вважаються критичними, потім потребують переходу до QFD на рівні компонентів;

Рівень компонента: QFD на рівні компонента надзвичайно корисний для визначення ключових та критичних характеристик або особливостей, які можна детально відобразити на кресленнях. Ключові або критичні характеристики потім

переходять до дій QFD 3 рівня для використання в процесі проектування. Для закуплених компонентів ця інформація є цінною для повідомлення ключових та критичних характеристик постачальникам під час переговорів щодо постачання та як вхідні дані для подання процесу затвердження виробничих деталей (PPAP) [12].

QFD, рівень 3. QFD рівня 3 використовується на етапі розробки процесу, де ми досліджуємо, які з процесів або кроків процесу мають будь-який зв'язок з виконанням специфікацій компонента або деталі. У матриці QFD рівня 3 «Що» – це технічні специфікації компонента, а «Як» – це виробничі процеси або кроки процесу, що беруть участь у виробництві деталі. Матриця виділяє, які з процесів або кроків процесу мають найбільший вплив на виконання специфікацій деталі. Ця інформація дозволяє виробничим та якісним командам зосередитися на процесах, критично важливих для якості (СТQ), які переходять до QFD рівня 4 для подальшого вивчення [12].

QFD, 4 рівень. QFD 4 рівня використовується не так часто, як попередні три. У матриці QFD 4 рівня команда повинна перерахувати всі критичні процеси або характеристики процесів у стовпці «Що» ліворуч, а потім визначити «Як» для забезпечення виробництва якісних деталей та перерахувати їх у верхній частині матриці. Завдяки ранжування взаємодій «Що» та «Як» команда може визначити, які засоби контролю можуть бути найкориснішими, та розробити цільові показники якості для кожного з них. Цю інформацію також можна використовувати для створення робочих інструкцій, аркушів перевірки або як вхідні дані для планів контролю.

Мета розгортання функції якості полягає не в заміні існуючого процесу проектування, а в підтримці та вдосконаленні процесу проектування в організації. Методологія QFD – це системний, перевірений спосіб впровадження «Голосу клієнта» як у процес проектування, так і у виробничий процес. QFD – це метод забезпечення точного перетворення вимог клієнтів у відповідні технічні специфікації, від визначення продукту до проектування продукту, розробки та впровадження процесу. Справа в тому, що кожен бізнес, організація та галузь мають клієнтів. Задоволення потреб клієнтів має вирішальне значення для успіху.

Впровадження методології QFD може дозволити враховувати голос клієнтів у всіх процесах, щоб підвищити здатність задовольняти або навіть захоплювати клієнтів [12].

2.2. 5 інструментів бережливого виробництва для впровадження у робочий процес

За оцінками, у 2023 році у світі налічувалося 213 мільйонів компаній. Незважаючи на велику кількість, що охоплює сотні галузей, ці підприємства мають одну спільну рису — вони прагнуть знайти ідеальний баланс між ефективністю та зниженням витрат. Для цього багато виробників звертаються до методів бережливого виробництва [13].

Бережливе виробництво – це метод який був вперше розроблений як частина виробничої системи Toyota (TPS), щоб допомогти усунути неефективність шляхом зменшення втрат у їхніх операціях. Бережливе виробництво зосереджене на 5 ключових принципах: визначення цінності, картографування потоку створення цінності, створення потоку, налаштування процесу та прагнення до постійного вдосконалення [14].

Щоб застосувати ці принципи до виробничих операцій, знадобляться правильні інструменти бережливого виробництва. Ці інструменти є важливими для того, щоб допомогти знайти способи оптимізації бізнесу та відповідного вирішення проблем з кінцевою метою економії ресурсів, спрощення операцій та підвищення якості. Нижче ми розглянемо п'ять типів інструментів, які використовують у стратегії бережливого виробництва, та переваги кожного з них [14].

1. Інструменти візуального управління

Що таке інструменти візуального управління? Інструменти візуального управління дозволяють керівництву та працівникам першої лінії краще розуміти, як обладнання та процеси працюють в рамках компанії. По суті, інструменти візуального управління дозволяють обладнанню в цеху ефективніше взаємодіяти з іншими машинами та операторами машин. Ці інструменти виявляють проблеми, такі як несправність машини, та передають цю інформацію відповідним

працівникам. Такий огляд процесів у режимі реального часу дозволяє швидко вживати заходів, що може допомогти уникнути будь-яких потенційних затримок або вузьких місць. Інструменти візуального управління також можуть попереджати працівників про те, що виникнуть проблеми, а це означає, що вони миттєво отримують інформацію про проблему та способи її найкращого вирішення. Це створює культуру обізнаності та дисципліни, надаючи команді сили для досягнення ефективності [15].

Переваги інструментів візуального управління. Інструменти візуального управління зменшують кількість помилок у комунікації, одночасно швидко передаючи інформацію працівникам та керівництву. Вони покращують комунікацію між машинами та людьми для більш оптимізованої стратегії управління проектами. Все це разом створює систему, яка зменшує кількість помилок та швидше виявляє проблеми.

Інструменти візуального управління: кольорове кодування, системи комунікації «Andon», розмітка та тіньова візуалізація.

2. Комплексне виробниче обслуговування (TPM) [15].

Що таке TPM? Комплексне продуктивне обслуговування (TPM) спрямоване на підвищення надійності та зниження витрат на обслуговування обладнання, машини. Дозволяє залучити досвід операторів, щоб зосередитися на прогностичних, профілактичних та автономних стратегіях обслуговування. Це поєднання використання датчиків, моніторингу стану, даних машин та аналізу для моніторингу систем на предмет можливих ризиків та поломок.

Цей метод був вперше розроблений після Другої світової війни японським консультантом з виробництва Сейїчі Накадзімою, оскільки він прагнув поєднати прогностичне/профілактичне обслуговування з загальним контролем якості (TQC). Пізніше TQC став відомим як Загальне управління якістю (TQM), яке пізніше було адаптовано та модифіковано в TPM.

Переваги TPM. TPM дозволяє виробникам вирішувати проблеми до їх виникнення, надаючи інструменти та ресурси для проведення планового технічного обслуговування, профілактичного обслуговування та інших програм технічного обслуговування. Підтримка обладнання в належному стані значно

зменшує ймовірність непередбачених поломок та збоїв. В результаті, ТРМ скорочує кількість незаплановане технічне обслуговування та зменшує непередбачувані простої. Це також знижує виробничі витрати, зберігаючи при цьому стандарти безпеки [15].

Деякі інструменти, що використовуються для ТРМ:

Навчальні посібники;

Картки інспекції;

Мітки ТРМ;

Форми ТРМ.

3. Виробництво «точно в строк» (JIT) [15].

Що таке JIT? Виробництво «точно в строк» (JIT) – це метод виробництва, за якого деталь не виготовляється, доки клієнт не розмістить на неї замовлення. Як метод виготовлення продукції «на вимогу», після надходження замовлення виріб негайно виготовляється та відправляється клієнту.

JIT був прийнятий у 1970-х роках компанією Toyota як стратегія управління запасами. Ця методологія зменшує втрати на складі в операціях, оскільки немає потреби зберігати партії готової продукції. Таким чином, продукт не застрягає на полицях в очікуванні коливань попиту клієнтів.

JIT впроваджується у виробничий процес за допомогою аналітики в режимі реального часу для перегляду та оцінки виробничих процесів, робочої сили, термінів виконання та можливостей. Він забезпечує видимість продуктивності та потужностей, щоб виробники могли оптимізувати графіки виробництва.

Переваги JIT. JIT дозволяє контролювати запаси, зменшуючи кількість продукції, що створюється, коли немає поточних замовлень. Це знижує накладні витрати на зберігання запасів. Компанії витрачають менше грошей на купівлю надлишкових матеріалів, оскільки вони отримують лише те, що потрібно для виконання замовлень на продукцію.

Приклад роботи JIT. Одна з компаній, яка ефективно використовувала JIT у виробничих процесах, – це Harley-Davidson. Американська компанія з виробництва мотоциклів зіткнулася з перевиробництвом мотоциклетної

продукції, що розширило її діяльність і призвело до зниження якості продукції [15].

Вони впровадили систему витягування як частину своїх стратегій ЛТ, де запаси значно скорочуються на всіх рівнях виробничого ланцюга. Потім було вдосконалено спосіб переміщення деталей через кожен робочу зону. Таким чином, стратегії покращення процесів компанії зосереджувалися на якості, а не на кількості, і переходили до виконання замовлень у міру їх надходження.

4. Аналіз вузьких місць [15].

Що таке аналіз вузьких місць? Аналіз вузьких місць використовується в бережливому виробництві для виявлення потенційних уповільнень у виробничих процесах. Цей інструмент допомагає визначити першопричину вузького місця, щоб виробники могли легко працювати над вирішенням проблеми.

Переваги аналізу вузьких місць. Аналіз вузьких місць приносить користь виробникам, підвищуючи прозорість виробничого процесу. Він усуває втрати, виявляючи повільні та неефективні кроки, що дозволяє внести покращення для оптимізації виробничої лінії.

Інструменти аналізу вузьких місць [15].

Теорія обмежень (ТОС) – один із поширених методів аналізу вузьких місць. Методологія ТОС розроблена для визначення обмеження в межах області процесу, щоб гарантувати дотримання часу такту. Час такту, який часто називають просто тактом, – це швидкість, з якою потрібно виробляти продукт, щоб задовольнити попит клієнтів на цей продукт. ТОС зосереджується на визначенні обмеження, перевірці того, як обмеження впливає на процеси, та перевірці необхідності внесення інших змін для подолання обмеження. Потім користувачі вдосконалюють процес, щоб мінімізувати або усунути обмеження для безперервного потоку продукту через кожен етап [15].

5. Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій (PDCA) [15].

Що таке PDCA? Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій (PDCA) – це ітеративний інструмент бережливого виробництва, який зосереджений на циклі постійного вдосконалення шляхом пропозиції змін у виробничому процесі.

Цей чотириетапний підхід починається з етапу планування. Ви збираєте необхідні показники та дані для виявлення та розуміння проблеми, а також виконуєте аналіз першопричин. На етапі виконання ви розробляєте рішення та одночасно створюєте тести для виконання вимірювань. На етапі перевірки ви переглядаєте та вивчаєте результати, щоб оцінити ефективність вашого рішення. Нарешті, на етапі дії ви документуєте результати, інформуючи керівництво та акціонерів про можливі зміни в процесі, та розробляєте рекомендації щодо майбутніх дій PDCA [15].

Переваги PDCA. PDCA пропонує інфраструктурну основу для виявлення можливостей для покращення. Це простий метод, який допомагає виробникам проактивно вносити зміни та постійно вирішувати проблеми. Це призводить до покращення операцій, а також до розробки стандартизованих робочих стратегій.

Методологія PDCA часто використовується з кайдзен, японським словом, яке поєднує два поняття: кай (покращення) та дзен (добре). У бережливому виробництві метою кайдзен є постійне покращення продуктивності, якості продукції та безпеки [15].

Приклад PDCA. Впровадження PDCA не обмежується лише виробничою галуззю. Сервісні компанії та освітні організації отримали вигоду від використання методів PDCA.

У 2001 році шкільний округ Перл-Рівер використав цикл PDCA для кращого розуміння своїх робочих процесів. Використовуючи PDCA, округ зміг краще визначити своє стратегічне планування та вдосконалити розробку навчальної програми за допомогою різних оцінювань. Персонал зміг ставити цілі, а також надавати учням розширені послуги підтримки. Методи викладання в класі були стандартизовані для задоволення потреб усіх учнів [15].

Хоча існує низка інструментів бережливого виробництва, які ви можете використовувати, всі вони мають універсальну мету – максимізувати ефективність. Ви можете адаптувати ці інструменти до своїх операцій, щоб проводити аналіз та виявляти дієві кроки у короткостроковій та довгостроковій перспективі [15].

2.3. Впровадження системи навчання з якості для працівників

Система управління якістю — це не просто набір інструкцій та документів, це загальна структура, яка спрямовує діяльність організації, підтримує реалізацію стратегії, досягає задоволеності клієнтів та сприяє постійному вдосконаленню. Завдяки їй компанія може гарантувати, що продукти та послуги відповідають встановленим вимогам та очікуванням клієнтів. Водночас система якості допомагає керувати ризиками та забезпечує послідовну роботу на всіх рівнях [16].

За допомогою системи управління якістю процеси організації стають чіткішими та плавно повторюються. Вона закладає основу для того, як виконується робота, як реагують на помилки та як керують розвитком. Коли система управління якістю інтегрована в щоденну діяльність, вона стає природною частиною мислення та моделей роботи співробітників. Це, у свою чергу, зменшує мінливість в операціях, підвищує ефективність та підтримує відданість співробітників спільним цілям [16].

Крім того, система управління якістю слугує свідченням відповідальності та надійності організації перед зовнішніми зацікавленими сторонами. Особливо сертифіковані системи управління якістю, такі як ISO 9001, демонструють клієнтам та партнерам, що організація прагне постійного розвитку якості та відповідності вимогам стандартів. Це може забезпечити конкурентну перевагу та відкрити двері до нових ринків.

Роль працівників у функціонуванні системи якості.

Навіть якщо система якості розроблена ідеально, її успіх значною мірою залежить від того, як працівники її використовують. Вони є практичними виконавцями системи та тими, хто відчуває її вплив. Тому роль працівників у системі якості є центральною – вони не лише користувачі, а й розробники та спостерігачі [16].

Навички, мотивація та відданість працівників безпосередньо впливають на те, наскільки гладко працює система якості. Якщо вони розуміють мету системи та відчувають, що вона підтримує їхню роботу, її впровадження зазвичай

відбувається гладко. З іншого боку, якщо система виглядає для них як розрізнена та незрозуміла бюрократія, її використання залишається поверхневим [16].

Важливо, щоб працівникам чітко пояснювали, як система якості підтримує їхню щоденну роботу: як вона допомагає вирішувати проблеми, уточнювати завдання та дозволяє впливати на якість роботи. Коли працівники беруть участь у проектуванні, впровадженні та розробці системи, вони відчують її причетність. Таким чином, система є не просто інструментом управління, а колективним засобом для досягнення кращих результатів [16].

Розвиток якості вимагає постійного діалогу та врахування зворотного зв'язку. Спостереження, ідеї та досвід співробітників є цінними, оскільки вони найкраще розуміють щоденні виклики та можливості. Організації повинні зосередитися на тому, щоб заохочувати співробітників та забезпечувати їхню здатність надавати відгуки щодо функціональності системи, а також щоб відгуки мали реальний вплив.

Оцінка потреб у навчанні – з чого почати?

Перш ніж персонал можна буде навчити користуватися системою якості, важливо визначити рівень знань та навичок організації та її співробітників. Визначення потреб у навчанні є ключем до успішного процесу навчання. Це допомагає правильно розподілити ресурси, вибрати відповідні методи та достовірно донести важливість навчання [17].

Гарною відправною точкою для складання карти є оцінка поточного стану організації за допомогою таких питань:

Наскільки добре співробітники знають чинну систему якості?

Які частини системи найскладніше зрозуміти або впровадити?

Як персонал наразі сприймає систему якості?

На яких посадах потрібне глибше розуміння вимог до системи та її використання?

Чи відбулися в організації зміни, які потребують додаткового навчання (наприклад, нове програмне забезпечення, новий стандарт або практика)?

Які відгуки були отримані в результаті аудитів або опитувань клієнтів?

У контексті оцінки потреб у навчанні також корисно вивчити цілі організації. Якщо метою є, наприклад, підвищення задоволеності клієнтів, зменшення кількості помилок або отримання сертифікації ISO, зміст та основні напрямки навчання слід вибирати таким чином, щоб вони підтримували ці цілі. Таким чином, навчання не стає ізольованою ціллю, а пов'язане зі стратегією та розвитком організації [17].

Ключові моменти, які слід враховувати під час впровадження навчання з управління якістю [17]:

Визначення чітких цілей та завдань навчальної програми;

Визначте конкретні потреби вашої організації та адаптуйте навчання до цих потреб;

Надайте комплексні навчальні матеріали та ресурси для підтримки навчання та розвитку;

Залучайте працівників усіх рівнів до процесу навчання, щоб забезпечити їхню згоду та участь;

Регулярно оцінюйте та аналізуйте ефективність навчальної програми, щоб вносити необхідні корективи.

Як це працює: Навчання системі управління якістю. На рисунку 2.3 зображено схему розробки навчальної програми та перевірку її ефективності.



Рисунок 2.3 Схема розробки системи навчань

Приклади навчання системі управління якістю. Впровадження процедур контролю документації допомагає забезпечити узгодженість та точність в управлінні документацією, пов'язаною з процесами управління якістю.

Навчання працівників методам управління ризиками дає їм змогу виявляти потенційні проблеми та зменшувати ризики, перш ніж вони вплинуть на якість продукції [17].

Проведення регулярних внутрішніх аудитів навчає персонал оцінювати процеси та системи, щоб визначити області для покращення та забезпечити дотримання стандартів якості.

Навчання з аналізу відгуків клієнтів надає працівникам навички збирати, інтерпретувати та реагувати на відгуки клієнтів для підвищення якості продукції та задоволеності клієнтів [17].

Навчання з постійного вдосконалення сприяє культурі інновацій та досконалості, заохочуючи працівників шукати можливості для вдосконалення процесів та систем якості.

Навчання з питань Системи управління якістю (СМЯ) має вирішальне значення для організацій, які прагнуть підвищити ефективність, послідовність та задоволеність клієнтів.

Розуміння того, як ефективно впроваджувати СМЯ за допомогою навчання, дає співробітникам усіх рівнів можливість підтримувати стандарти якості, дотримуватися правил та сприяти постійному вдосконаленню.

Це надає персоналу необхідні знання та навички для швидкого виявлення та вирішення проблем, що призводить до зменшення кількості помилок, підвищення продуктивності та загального покращення результатів діяльності організації. Без належного навчання цілісність СМЯ може бути порушена, що перешкоджатиме досягненню стратегічних цілей та зменшуватиме довіру клієнтів [17].

2.4. Реалізація поетапного плану змін в управлінню якістю на виробництві

Впровадження якості стосується процесу втілення в життя планів і стратегій, розроблених під час діяльності з планування та забезпечення якості. Це передбачає забезпечення дотримання встановлених стандартів і процедур якості протягом усього процесу розробки продукту чи послуги. Впровадження якості є невід'ємною частиною процесу управління якістю, який включає постійне вдосконалення процесів і процедур для забезпечення постійної якості продуктів і послуг. Впровадження заходів контролю якості включає визначення областей, які потребують покращення, встановлення контрольних показників і моніторинг прогресу для забезпечення досягнення цілей якості.

Методи впровадження якості стосуються конкретних заходів, що використовуються для втілення в життя планів і стратегій, розроблених під час діяльності з планування якості та якості. Деякі поширені методи впровадження якості: Стандартні операційні процедури (SOP): SOP – це документи, які окреслюють кроки, необхідні для виконання конкретного завдання або процесу. Вони допомагають забезпечити узгодженість і стандартизацію процедур у всій організації.

Вдосконалення та навчання: Надання працівникам можливість навчатись є важливим заходом для ефективного впровадження змін в управління якістю. Це може включати навчання з використання конкретних інструментів або методів, а також навчання важливості якості та її впливу на організацію. Аудит якості: Регулярний аудит якості допомагає забезпечити дотримання стандартів якості та процесів належним чином. Аудит також може допомогти виявити ланки, які потребують покращення та надати можливості для вжиття коригувальних заходів.

Статистичний контроль процесу (SPS): SPS – це метод, який використовується для моніторингу та контролю процесу шляхом аналізу статистичних даних. SPS може допомогти виявити та виправити відхилення в процесі перш ніж вони призведуть до дефектів або помилок [18].

Six Sigma: SPS – це методологія покращення якості, яка використовує аналіз даних для виявлення та усунення відхилень у процесі. Вона передбачає структурований підхід до вирішення проблем з використанням набору статистичних інструментів та методів.

Загальне управління якістю (TQM): TQM – це управлінський підхід, який зосереджений на постійному вдосконаленні процесів і продуктів. Він передбачає культуру якості в усій організації з прагненням задовольнити або перевершити очікування клієнтів. Це лише кілька прикладів багатьох доступних методів впровадження якості. Вибір методу залежить від конкретного контексту та цілей процесу впровадження якості [18].

Бережливе виробництво: Бережливе виробництво – це підхід до управління якістю, який зосереджений на зменшенні відходів, підвищенні ефективності та оптимізації виробничих процесів. Він підкреслює необхідність постійного вдосконалення та усунення діяльності, що не створює доданої вартості.

Організації можуть вибрати та впровадити модель управління якістю, яка найкраще відповідає їхнім потребам і цілям. Головне — створити культуру постійного вдосконалення та використовувати цю модель для підвищення продуктивності та задоволеності клієнтів [18].

Забезпечення якості – це процес який гарантує, що продукти чи послуги відповідають вимогам та очікуванням клієнтів або перевищують їх. Першим кроком у забезпеченні якості є визначення вимог до якості продукту чи послуги. Це включає визначення потреб, специфікацій та очікувань клієнтів [18].

Розробка процедур контролю якості: Після визначення вимог до якості необхідно розробити процедури контролю якості. Це включає визначення контрольних точок протягом усього процесу виробництва або надання послуг та уточнення процедур, яких необхідно дотримуватися на кожній контрольній точці.

Впровадження процедур контролю якості: Наступним кроком є впровадження процедур контролю якості. Це включає навчання працівників процедурам та забезпечення їх послідовного дотримання протягом усього процесу виробництва або надання послуг [18].

Проведення перевірок: Перевірки якості слід проводити на різних етапах процесу виробництва або надання послуг, щоб забезпечити дотримання стандартів якості. Це може включати візуальні перевірки, функціональні випробування та випробування.

Виявлення та виправлення дефектів: Якщо під час перевірок виявлено дефекти, слід негайно вжити коригувальних заходів. Це може включати переробку, ремонт або заміну дефектного продукту чи послуги.

Моніторинг та покращення якості: Забезпечення якості – це безперервний процес, який вимагає моніторингу та постійного вдосконалення. Слід проводити регулярні аудити та огляди, щоб визначити області для покращення та забезпечити дотримання стандартів якості [18].

Дотримуючись цих кроків, компанії можуть гарантувати, що їхні продукти чи послуги відповідають або перевищують очікування клієнтів, що призводить до підвищення їхньої задоволеності та лояльності.

Управління якістю важливе з кількох причин:

Задоволеність клієнтів. Управління якістю гарантує, що продукти чи послуги відповідають або перевищують очікування клієнтів;

Зменшення витрат. Управління якістю допомагає виявляти та усувати дефекти, помилки та втрати у своїх процесах;

Конкурентна перевага. Високоякісні продукти чи послуги можуть відрізнити організацію від конкурентів, забезпечуючи конкурентну перевагу на ринку;

Дотримання законодавчих вимог. Управління якістю забезпечує відповідність продуктів або послуг законодавчим вимогам та галузевим стандартам [18].

2.5. Стандарти якості: важливість та принципи

Що таке стандарти якості, як вони пов'язані із забезпеченням та контролем якості, їх принципи та деякі приклади. Стандарти якості стосуються наборів інструкцій, систем, методів, вимог та специфікацій, яких дотримується організація для забезпечення стабільної якості процесів та продукції. Стандарти якості, що найчастіше зустрічаються у виробництві встановлюються галузевими регулюючими радами щоб допомогти підвищити задоволеність клієнтів та підтримувати відповідність вимогам. У світі стандарти якості ISO є найбільш

широко визнаним набором стандартів, що застосовуються до різних галузей промисловості [19].

Будь-який продукт або послуга, що не мають виробничих дефектів, недоліків або варіацій процесу, вважаються якісними. Це досягається завдяки цілісному процесу забезпечення та контролю якості.

Таким чином, для забезпечення та підтримки належної виробничої практики необхідно встановити та дотримуватися набору стандартів якості виробництва з метою забезпечення однаковості протягом усього виробничого процесу.

Крім того, деякі переваги стандартів якості включають [19]:

Постійне покращення результатів якості;

Ефективне дотримання нормативних вимог та відповідності;

Зменшення варіацій у процесах та дефектів продукції;

Підвищення продуктивності та безпеки працівників;

Підвищення задоволеності клієнтів;

Безперебійний потік операцій.



Рисунок 2.4 Основні принципи підходів до побудови стандартів якості

Під час встановлення стандартів забезпечення якості також застосовуються 7 принципів управління якістю, які допоможуть встановити більш відповідний стандарт управління якістю на основі конкретного бізнесу та галузі. Тим не менш, принципи стандартів якості є такими [20]:

Орієнтація на клієнта – це націлення організації у забезпеченні задоволення потреб та очікувань клієнтів шляхом встановлення стандартів якості, що відповідають їм;

Лідерство – це стосується зобов'язання організації впроваджувати принципи лідерства в усій організації для сприяння здоровій культурі співпраці;

Залучення людей – це ключ до підтримки працівників щодо забезпечення кращої цінності для організації та клієнтів;

Процесний підхід – це спосіб розглядання всіх проектів та процесів як частини цілісної функціонуючої системи, щоб спрямувати всі зусилля на підтримку бізнесу;

Вдосконалення – підкреслює необхідність постійного вдосконалення організації шляхом заохочення проактивних інновацій та послідовного визнання успішних ініціатив;

Прийняття рішень на основі доказів – дає людям змогу оцінити важливість даних та аналізу, а також те, як вони можуть застосувати їх на практиці, наприклад, підтримка стандартів якості; Управління взаємовідносинами – дозволяє організаціям розглядати загальне управління ланцюгом поставок та те, як воно впливає на процеси, зацікавлених сторін та постачальників.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) опублікувала ISO 9000, сімейство стандартів належної практики управління для СУЯ. ISO встановлює стандарти контролю якості для виробничих компаній, яких вони повинні дотримуватися, щоб вони могли підтримувати відповідність галузевим стандартам та нормативним вимогам. ISO 9000 включає ISO 9001, який визначає детальні вимоги до створення СУЯ, що спеціально відповідає потребам їхньої галузі [20]. Забезпечення дотримання та моніторинг стандартів якості в компанії вимагає оптимізованого підходу, щоб гарантувати, що критичні проблеми не будуть упущені. Проводьте перевірки якості та аудити процесів, щоб

переконатися, що всі команди, керівники та співробітники дотримуються стандартів якості для максимальної ефективності [21].

Використовуйте контрольні списки перевірок контролю якості, щоб легко виявляти проблеми, призначати коригувальні дії та стандартизувати регулярні перевірки для оптимізованої СУЯ. Максимізуйте дані перевірок, результати аудитів та загальні аналітичні звіти, щоб створювати практичні висновки, які мають вирішальне значення для ваших зусиль щодо постійного вдосконалення.

Висновки. У другому розділі магістерської роботи проведено комплексне дослідження сучасних підходів до підвищення якості продукції та оптимізації виробничих процесів на механообробній дільниці виготовлення корпусних деталей. На основі аналізу сучасних методів управління якістю, концепцій TQM та Lean Manufacturing було розроблено й обґрунтовано комплекс заходів, спрямованих на зниження рівня дефектності та підвищення ефективності роботи підприємства. Запровадження функції якості дозволило створити єдину систему контролю на всіх етапах виробництва та забезпечити чіткий розподіл відповідальності між підрозділами. Впровадження п'яти інструментів бережливого виробництва (5S, Kaizen, Kanban, Poka-Yoke, SMED) сприяло оптимізації робочого простору, підвищенню продуктивності праці, скороченню часу простоїв і зменшенню кількості помилок у процесі складання. Особливу увагу приділено системі навчання працівників, що підвищило рівень їхньої компетентності, сформувало культуру відповідальності за якість та забезпечило зменшення дефектів, спричинених людським фактором. Аналіз і застосування стандартів якості показали, що їх дотримання є критично важливим для забезпечення стабільності виробничих процесів, підвищення довіри клієнтів та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку. Загалом, реалізація запропонованих заходів дозволила досягти таких результатів: зменшення кількості дефектів і відходів; скорочення часу виробничого циклу та підвищення ефективності роботи обладнання; покращення організації праці та взаємодії між підрозділами; підвищення якості готової продукції та задоволеності замовників. Отримані результати підтверджують ефективність розробленої системи удосконалення управління якістю. Її впровадження створює основу для

подальшого розвитку підприємства, підвищення рівня автоматизації контролю та застосування сучасних цифрових інструментів моніторингу якості.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ

3.1. Аналіз призначення та технологічності вузла складання

Складання є завершальною стадією виготовлення машин і механізмів, що багато в чому визначає експлуатаційну надійність і довговічність виробу. Саме в процесі збирання сходяться результати праці конструкторів та технологів зі створення нової машини. Обсяг складальних робіт на нинішньому рівні машинобудівного виробництва значний і становить у загальній трудомісткості виготовлення виробу: у масовому та крупносерійному виробництвах 20...25%, у серійному – 25...35%, у одиничному та дрібносерійному – 40...50% [22].

У різних галузях машинобудування частка складальних робіт різна. Наприклад, у важкому машинобудуванні трудомісткість складання складає 30...35% від загальної трудомісткості виготовлення виробу.

Слід зазначити, що основну частину складальних робіт (до 50...80%) становлять ручні слюсарно-складальні роботи, що вимагають іноді великих витрат фізичної праці та високої кваліфікації виконавців. Тому економічні показники підприємства у часто залежать від трудомісткості складального виробництва, а проблема підвищення якості та продуктивності складання є однією з найважливіших проблем науково-технічного прогресу сучасного машинобудування [22].

В роботі розглянута коробка передач FS-476-1 трактора LOVOL FT 244K.

Коробка передач є важливим конструктивним елементом трансмісії автомобіля. Коробка передач призначена для зміни крутного моменту, швидкості і напрямку руху трактора, а також тривалого роз'єднання двигуна від трансмісії. Схема коробки передач показана на рисунку 3.1.

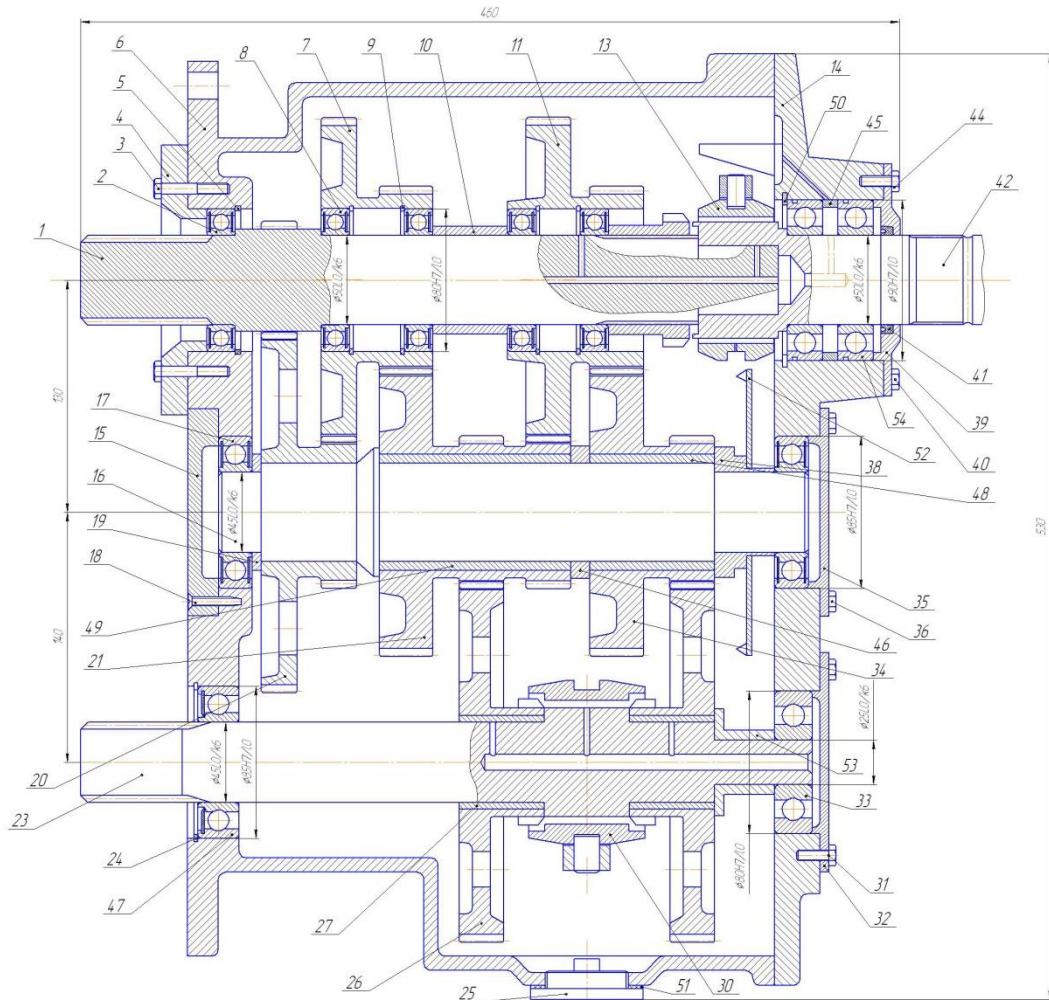


Рисунок 3.1 Коробка передач FS-476-1

Дана коробка складається з нижнього валу 23, проміжного 16 і верхнього 1 валів. Ці вали встановлені в корпус 6 на підшипниках. Корпус закритий кришкою 14. На валах коробки встановлені шестерні та муфти для перемикання передач. Проміжний вал з обох сторін закритий кришками 15 і 35, які утримують підшипники. Верхній вал кришками 4 і 39. Нижній закритий кришкою 32 з одного боку.

3.2. Розробка маршрутної карти складання

Вихідними даними для проектування технологічного процесу є: Складальне креслення коробки передач (FS-476-1); Специфікації. Операції технологічного процесу складання:

1. Операція 005 «Складання валу 23».

Включає 8 деталей. Вал поз. 23, втулка поз. 27, муфта поз. 30, зубчасті колеса поз. 26, втулка поз. 53, підшипник поз.33, підшипник поз. 47, втулка поз. 27, зубчасте колесо поз. 26 та підшипник поз. 47. Запресувати із зусиллям $F=120$ Н. Підшипник поз.33 запресувати із зусиллям $F=70$ Н.

2. Операція 010 «Складання валу 16».

Включає 12 деталей. Вал поз. 16, зубчасте колесо поз. 20, втулка поз.19, втулка поз. 49, зубчасте колесо поз. 21, втулки поз. 46 та поз. 48, зубчасте колесо поз. 34, втулка поз. 38, розбризкувач поз. 52, підшипники поз. 17. Зубчасте колесо поз. 20, втулка поз. 49, втулка поз. 48, зубчасте колесо поз. 34, підшипники поз. 17 запресувати із зусиллям $F=120$ Н.

3. Операція 015 «Складання зубчастого колеса 7».

Включає 5 деталей. Зубчасте колесо 7, кільця поз. 9, підшипники поз. 8. Підшипники поз. 8 запресувати із зусиллям $F=120$ Н.

4. Операція 020 «Складання зубчастого колеса 11».

Включає 5 деталей. Зубчасте колесо 7, кільця поз. 9, підшипники поз. 8. Підшипники поз. 8 запресувати із зусиллям $F=120$ Н.

5. Операція 025 «Складання валу 1».

Включає 3 деталі і 2 підзбірки. Вал поз. 1, зубчасте колесо у зборі (збірка 3), втулка поз.10, зубчасте колесо у зборі (збірка 4), підшипник поз. 2. Підшипник поз. 2 запресувати із зусиллям $F=120$ Н.

6. Операція 030 «Складання валу 42».

Включає 5 деталей. Вал 42, підшипники поз. 54, кільце поз. 45, муфта поз. 13. Підшипники поз. 54 запресувати із зусиллям $F=120$ Н.

7. Операція 007 «Складання коробки передач».

Включає 34 деталі і 4 підзбірки. Остаточна операція зі збирання всієї коробки передач. У корпус 6 встановлюються збірки 1, 2, 5 і 6. Корпус 6 закривається кришкою 14. Кришки валів затягуються болтами з моментом $M=44$ Н·м.

3.3. Розрахунок моментів затиску для складання

У разі встановлення деталі з натягом необхідне зусилля запресування $F_{пр}$, Н визначається за формулою [23]:

$$F_{пр} = \frac{\pi \cdot d \cdot l \cdot f \cdot (\Delta - R_{z1} - R_{z2})}{2 \cdot 10^3 \cdot \Gamma} \quad (3.1)$$

де: π – число π ($\pi=3.14$);

d – номінальний діаметр пари «вал-втулка», мм;

l – довжина пари «вал-втулка», мм;

f – коефіцієнт тертя деталей, що сполучаються (для пари тертя «сталь по сталі без оливи») $f=0,1$);

Δ – величина натягу, тобто різниця діаметрів деталей, що сполучаються, мм;

R_{z1}, R_{z2} – шорсткості поверхонь деталей, що сполучаються, мм;

Γ – параметр Герца, що обчислюється за формулою [23]:

$$\Gamma = \frac{\left(\frac{D^2+d^2}{D^2-d^2}\right) + \mu_1}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \quad (3.2)$$

де: D – зовнішній діаметр втулки, мм;

μ_1 – коефіцієнт Пуассона матеріалу вала (для сталі $\mu_1 = 0,27$);

μ_2 – коефіцієнт Пуассона матеріалу втулки;

E_1 – модуль Юнга матеріалу валу (для сталі $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа);

E_2 – модуль Юнга матеріалу втулки.

Параметр Герца та зусилля запресування підшипника поз. 17 на вал поз. 16:

$$\Gamma = \frac{\left(\frac{85^2+45^2}{85^2-45^2}\right) + 0,27}{2,1 \cdot 10^5} + \frac{1 - 0,27^2}{2,1 \cdot 10^5} = 0,000014$$

$$F_{пр} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 19 \cdot 0,1 \cdot (0,1 - 0,25 - 0,20)}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,000014} = 120\text{Н}$$

Параметр Герца та зусилля запресування підшипника поз. 33 на вал поз. 23:

$$\Gamma = \frac{\left(\frac{80^2+25^2}{80^2-25^2}\right) + 0,27}{2,1 \cdot 10^5} + \frac{1 - 0,27^2}{2,1 \cdot 10^5} = 0,000012$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 21 \cdot 0,1 \cdot (0,1 - 0,25 - 0,20)}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,000012} = 70\text{Н}$$

При з'єднанні деталей за допомогою болтових з'єднань розраховується момент затягування [23]:

$$M = - 100 + 18 \cdot d \quad (3.3)$$

де d – зовнішній діаметр різьби, мм.

Моменти затяжки для болтових з'єднання приведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Моменти затяжки болтових з'єднань

Найменування	Позиція	Діаметр, мм	Момент затяжки, Нм
Болт 2М8-8gx18 Болт DIN 933	44	8	44
Болт 2М8-8gx16 Болт DIN 933	36	8	44
Болт М8-8gx38 Болт DIN 933	3	8	44

3.4. Аналіз можливих дефектів

Коробка передач може мати такі дефекти: тріщини, зношування внутрішніх поверхонь посадкових місць під підшипники і осі шестерень заднього ходу, зношування або пошкодження різьбових з'єднань.

Тріщини в картері відновлюються зварюванням. Трудність зварювання стінок картера, виготовленого з сірого чавуну, полягає в тому, що в результаті швидкого нагріву та охолодження наплавленого металу і великої усадки чавуну при охолодженні з розплавленого стану в деталях виникають значні внутрішні напруги, що може призвести до утворення тріщин.

Відновлення внутрішніх поверхонь під підшипники валів коробки можна проводити наплавленням або розмірним калібруванням після нанесення клейової композиції [24].

Зрив або знос різьбових з'єднань відновлюється напиленням, наплавленням з наступним нарізанням різьби або напресування ремонтної втулки [24].

Дефекти вторинного валу коробки передач можуть бути наступні: тріщини або обломи, знос поверхні шийок під втулки і підшипники (під передній роликопідшипник, втулку шестерні 4-ї передачі, роликопідшипник шестерні 3-ї передачі, втулку шестерні задньої ходи, валу (під фланець карданного валу, муфту включення 1-ї передачі та заднього ходу, маточину синхронізатора 4-ї та 5-ї передачі), зрив або знос різьби під гайку кріплення фланця карданного валу [24].

У підшипниках ковзання найбільш характерними дефектами є знос робочої поверхні, тріщини, відколи та пошкодження втулок. Вибраковуються втулки з тріщинами, відколами і значними пошкодженнями на робочій поверхні зі зносом, що перевищує допустимий.

3.5. Маршрут, обладнання та методи випробувань

Випробування коробок передач проводять з метою перевірки правильності збирання вузлів, механізмів та перевірки герметичності ущільнень. Випробування коробок передач проводять на обкатувальних стендах без навантаження та під навантаженням. Схема стенду наведена на рисунку 3.2

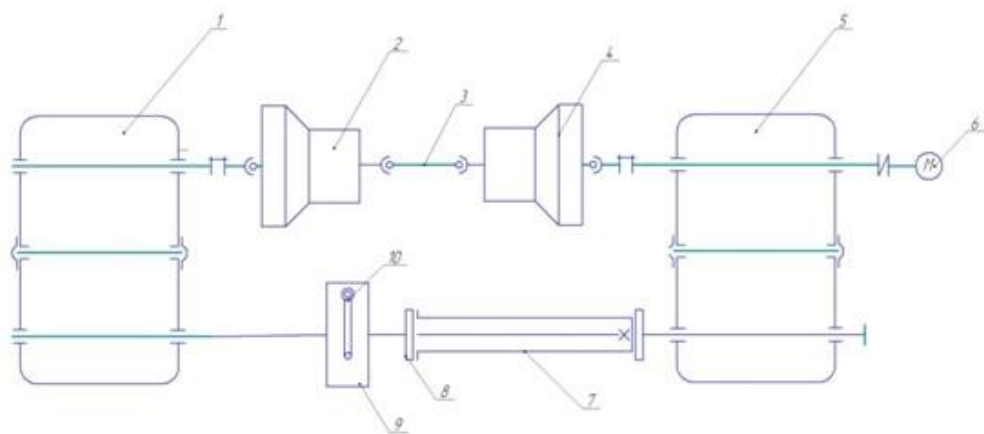


Рисунок 3.2 Кінематична схема стенду для випробування коробки передач

Стенд, виконаний за схемою замкнутого силового контуру, складається з рами, на якій встановлені кронштейни для кріплення еталонної 2 та випробовуваної 4 коробок передач. Коробки приводяться в дію від електродвигуна 5; між собою вони з'єднані карданним валом 3. Для розподілу крутних моментів передбачені два редуктори: лівий 1 і правий 5 – з однаковим передаточним числом (1:1). Замикаючий вал забезпечений торсіоном 7 і фіксуєчим пристроєм 9 з градуйованим диском 8, що показує степінь скручування торсіону. Другий кінець торсіону жорстко пов'язаний із правим редуктором.

Висновки. У розділі проведено комплексний аналіз конструкції коробки передач із детальним вивченням її основних вузлів та особливостей складання. У результаті дослідження визначено критично важливі елементи конструкції, що впливають на надійність, довговічність та працездатність механізму.

Розроблений технологічний процес складання коробки передач передбачає поетапне виконання операцій із дотриманням встановлених вимог щодо точності, послідовності дій та використання необхідного інструменту. Визначено оптимальні моменти затиску різьбових з'єднань, що забезпечує належну герметичність, міцність та стійкість конструкції під час експлуатації. Для деталей, які з'єднуються посадкою з натягом, встановлено розрахункові значення зусиль запресування, що мінімізує ризик пошкодження деталей і гарантує правильність складання. У ході роботи виконано аналіз можливих дефектів як окремих деталей, так і вузлів коробки передач. Серед основних виявлених ризиків розглянуто похибки під час механічної обробки, відхилення від заданих геометричних параметрів, порушення співвісності, перевищення зазорів і недотримання моментів затягування. Для кожної групи дефектів визначено причини виникнення, наслідки для працездатності вузла та шляхи їх усунення або попередження. Додатково розроблено кінематичну схему випробування коробки передач у двох режимах: без навантаження — для перевірки правильності складання, виявлення люфтів, сторонніх шумів та відхилень у роботі механізму; під навантаженням — для оцінки реальної працездатності вузлів, надійності зчеплення деталей та стійкості конструкції під робочими навантаженнями.

Отримані результати дозволили сформувати цілісну методичку складання та контролю якості коробки передач, яка забезпечує високу точність виконання операцій, мінімізує ризики виникнення дефектів і підвищує надійність готового виробу. Розроблені рішення створюють передумови для подальшого вдосконалення технологічних процесів, оптимізації витрат часу та ресурсів, а також підвищення загальної ефективності виробництва.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДЕФЕКТІВ ПРИ СКЛАДАННІ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

4.1. Планування якості. Контрольні листи

Контрольні листи якості є важливими інструментами у виробничому секторі. Вони допомагають у створенні систематичного методу, що забезпечує послідовне дотримання стандартів протягом усіх етапів виробництва. Стандартизуючи процеси, ці контрольні списки гарантують ретельне виконання кожного кроку, мінімізуючи ризик помилок та підвищуючи відповідальність [25].

Створення списків перевірок вимагає зосередження на основних стандартах, забезпечуючи при цьому стислість. Чітка мова та візуальні засоби, такі як прапорці або марковані списки, можуть значно підвищити зручність використання. Адаптація списку до конкретних проектів або завдань гарантує, що він залишиться актуальним та корисним.

Мета збору даних у процесі контролю полягають у наступному [25]:

- Контроль та регулювання виробничого процесу;
- Аналіз відхилень від встановлених вимог;
- Контроль продукції.

Коли ціль збору даних встановлена, вона стає основною для визначення типу даних, які потрібно зібрати. Важливо в процесі збору ретельно впорядкувати дані, щоб полегшити їхню подальшу обробку.

Тому, по-перше, треба чітко зареєструвати джерела даних (без такої реєстрації дані виявляться мертвими). Дуже часто, незважаючи на те, що було витрачено багато часу на збір даних про показники якості, з них можна отримати мало корисної інформації, оскільки не зафіксовано день тижня, коли збиралися дані, верстат, якому проводилася обробка, робітник, який виконав операцію, партія використуваних матеріалів та інше.

По-друге, дані треба реєструвати таким чином, щоб їх було легко використовувати. Оскільки дані часто застосовуються для обчислення статистичних характеристик (середні значення та розмах), то краще їх записувати так, щоб полегшити ці обчислення. Якщо дані потрібно збирати постійно, треба заздалегідь розробити стандартні форми реєстрації даних.

Контрольний листок – паперовий бланк, на якому надруковано заздалегідь контрольовані параметри, щоб можна було легко і точно записати дані вимірів.

Його головне призначення [25]:

- Полегшити процес збору даних;
- Автоматично впорядкувати дані для полегшення їх подальшого використання.

Для контролю частоти відхилень виявлених при перевірці коробки передач впроваджено чек лист перевірки роботи коробки передач під навантаженням.

Впровадження контрольного листа для перевірки та фіксації моментів затяжки гвинтових з'єднань.

Спеціаліст з контролю якості здійснює перевірку першого виробу з партії, а також перевірку серійних виробів відповідно до технічних умов, що містять, наприклад, вимоги: «При виконанні операції контролювати кожен п'ятий виріб». Для окремих операцій можуть бути задані вимоги щодо спеціальних умов проведення вимірювань. Поточний та вихідний контроль якості виробів здійснюється на базі Карт Операційного/Вихідного Контролю, що містять повні списки контрольованих розмірів. Карта операційного/вихідного контролю складається на базі відповідного технологічного опису процесу виготовлення деталі. Карта розробляється з урахуванням вимог, заданих загальними технічними умовами виконання операції. Перелік контрольованих параметрів складається

методом "кругового обходу" всіх елементів ескізу на цю операцію: загальних технічних умов, проекцій, видів та перерізів. На підставі операційного опису до карти контролю вносяться вказівки на застосування відповідних вимірювальних інструментів та обладнання [25].

У разі виявлення виробничих дефектів на приймаються спеціальні рішення, що мають три основні цілі:

- звести до мінімуму можливу шкоду від неякісної роботи;
- проаналізувати причини виникнення відхилень;
- впровадження заходів для усунення причини виникнення дефектів.

Рішення щодо деталей, що пройшли контроль якості, але з виявленими виробничими дефектами, оформляються на спеціальному бланку «Аркуш дозволів»; їх можна поділити на чотири групи.

Рішення щодо деталей, що пройшли контроль якості, але з виявленими виробничими дефектами, оформляються на спеціальному бланку «Аркуш дозволів»; їх можна поділити на чотири групи:

- Якщо дефекти повністю усунуті – дозвіл на доопрацювання деталі/деталей;

- Якщо дефекти частково усунуто – визначення меж застосування та умов експлуатації деталі / деталей; у ряді випадків потрібне доопрацювання деталей та виготовлення індивідуальних складальних комплектів; дозвіл слід узгоджувати з Розробником та Замовником; на деталі / деталях слід наносити спеціальне маркування;

- Якщо дефекти мають несуттєвий характер – дозвіл на штатне використання деталі/деталей, виконаних з відхиленнями; дозвіл слід узгоджувати з Розробником та Замовником; спеціальне маркування не потрібне.

- Якщо дефекти невиправні - рішення про відбракування деталі / деталей, оформлення картки дефектів.

4.2. Навчання персоналу

Програма навчання виробничників – це структурована освітня програма, розроблена для того, щоб надати працівникам необхідні знання та навички для безпечного та ефективного виконання своїх обов'язків, адаптуючись до швидкозмінного характеру галузі [26].

Такі навчальні програми є важливими для вирішення критичних проблем у виробничому секторі, таких як дефіцит кваліфікованих кадрів, нестача робочої сили та умови праці з високим рівнем ризику.

Програма навчання охоплює такі основні області:

- Процедури безпеки – виявлення, запобігання та повідомлення про ризики та небезпеки на робочому місці.

- Відповідність – ознайомлення з новими законами та нормативними актами, галузевими стандартами, політиками компанії та етичними практиками.

- Навчання бережливому виробництву – мінімізація відходів, методологія 5S та способи оптимізації ефективності.

- Контроль якості – процедури, методи інспекції, методи тестування та аналіз дефектів.

Галузеві технічні навички – інструменти, такі як Six Sigma тощо.

Крок 1. Оцінка потреб у навчанні

Оцінка потреби навчання. Цей процес допомагає визначити, який тип навчання є найважливішим на даний момент.

Він не лише виявляє прогалини в навичках, але й визначає, чи є навчання правильним рішенням проблеми, чи інший підхід може спрацювати краще.

Крок 2. Визначення цілей та завдань

Після визначення напрямків, настав час встановити навчальні цілі та завдання для програми навчання робітників.

Крок 3. Розробка програми навчання.

Оскільки галузь значною мірою залежить від машин, навчання виробничих працівників має навчити їх правильно ним керувати. Тому потрібно переконатись, що план навчання охоплює практичні демонстрації основних елементів керування машинами та усунення поширених проблем.

Також потрібно додати уроки з планового технічного обслуговування, щоб забезпечити безпечну та безперебійну роботу обладнання. Це допомагає скоротити час простою працівників, запобігти пошкодженню машин та підтримувати виробниче навчання в потрібному руслі [26].

Протоколи та контроль якості. Якість продукції компанії повинна відповідати необхідним стандартам. Ця частина вашого плану навчає співробітників розуміти специфікації якості, рівні допусків та процедури перевірки. Вони також повинні навчитися виявляти дефекти у виробничому процесі, використовувати такі інструменти, як SPC (статистичний контроль процесів), та виявляти проблеми на ранній стадії. Це допомагає підтримувати високі стандарти та підвищувати задоволеність клієнтів. Після розробки програми навчання та її реалізації слід також запровадити періодичні перевірки знань працівників та аудити.

4.3. Впровадження процесного контролю

Контроль процесів включає моніторинг різних аспектів виробничого процесу, щоб переконатися, що все в порядку. Це сприяє забезпеченню якості, мінімізуючи варіації та дефекти, що зрештою призводить до продуктів, які відповідають або перевищують очікування клієнтів.

Контроль виробничих процесів – це систематичний підхід до моніторингу та управління ключовими ланками виробничого та логістичного процесу, щоб забезпечити відповідність якості продукції проектним вимогам, мінімізуючи при цьому відходи та оптимізуючи використання ресурсів. Основою сучасного контролю виробничих процесів є застосування технологій автоматизації, які не тільки значно знижують ризик людських помилок, але й забезпечують точну підтримку даних для аналізу якості, ефективності та відповідності. Завдяки моніторингу в режимі реального часу та точному регулюванню, контроль виробничих процесів може підтримувати стабільність процесу та забезпечувати стабільні та надійні результати виробництва.

Для контролюваного процесу слід запровадити методи автоматичного вимірювання, встановлюючи інтелектуальні та ефективні пристрої моніторингу. Таким чином, менеджери з якості, фахівці з безпеки та співробітники можуть своєчасно отримувати сповіщення та приймати проактивні рішення щодо операцій.

Важливість контролю виробничого процесу [26]:

- Оптимізація планування виробництва: Контроль виробництва забезпечує відповідність планування виробничих процесів фактичному робочому процесу, тим самим зменшуючи втрати ресурсів та підвищуючи ефективність виконання.

- Покращення виробничих потужностей: Контроль виробничих процесів допомагає ефективно керувати ресурсами, уникати дефіциту поставок та забезпечувати наявність матеріалів у необхідному місці.

- Забезпечення якості продукції: Контроль виробництва суворо забезпечує дотримання стандартів якості протягом усього виробничого процесу, щоб гарантувати, що кожен готовий продукт відповідає необхідним вимогам якості.

- Зниження виробничих витрат: Завдяки моніторингу процесів у режимі реального часу компанії можуть швидко виявляти дефекти, зменшувати витрати на брак, оптимізувати час виробництва та мінімізувати час простою.

Впровадження комплексного контролю процесів виробництва, охоплюючи кожен ланку від зберігання сировини до поставки готової продукції усі ключові компоненти (такі як ротори, статори, колектори та задні кришки) повинні пройти 100% інспекцію. Водночас оператори проводитимуть перші перевірки та зміни під час виробничого процесу, а також багаторівневу перевірку ключових показників, таких як продуктивність, випробування під навантаженням, довжина вала та наявність накатки, щоб переконатися, що продукція відповідає вимогам проектування та стандартам якості перед відправкою з заводу.

4.4. Впровадження PDCA

Цикл PDCA (Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій) – це потужний інструмент для досягнення постійного вдосконалення в будь-якій організації. Дотримуючись цього систематичного підходу, компанії можуть визначити сфери для вдосконалення, розробити та виконати плани, оцінити результати та внести необхідні зміни. У цій статті ми розглянемо кроки для впровадження циклу PDCA, подолання труднощів, вимірювання успіху та підтримки постійного вдосконалення [26].

Цикл PDCA починається з фази планування. На цій фазі визначають проблему або мету, ставлять завдання та формулюють план для їх досягнення. План має бути чітким, конкретним та практичним, з визначеними термінами та обов'язками.

На етапі планування важливо залучати ключових зацікавлених сторін та експертів з предметної області, щоб забезпечити комплексність плану та охоплення всіх відповідних аспектів проблеми або мети. Співпраця та внесок різних точок зору можуть призвести до більш надійного та ефективного плану, який враховує різні потенційні виклики та можливості.

Цикл PDCA має вирішальне значення для постійного вдосконалення, оскільки він забезпечує структуровану основу для компаній, щоб вони могли навчатися на своєму досвіді та вносити поступові зміни. Завдяки циклу PDCA компанії можуть визначати області для вдосконалення, впроваджувати рішення та оцінювати їхню ефективність.

Постійне вдосконалення є фундаментальним аспектом збереження конкурентоспроможності в сучасному швидкозмінному бізнес-середовищі. Застосовуючи цикл PDCA, організації можуть сприяти розвитку культури інновацій та адаптивності, що дозволяє їм ефективно реагувати на зміну ринкових умов та потреб клієнтів.

Фаза планування: Визначення цілей

На цій фазі компанії визначають свої цілі, визначають потенційні рішення та створюють детальний план. Важливо залучити відповідних зацікавлених сторін

до процесу планування, щоб забезпечити їхню участь та відданість запропонованим покращенням.

Під час фази планування компанії проводять ретельні дослідження та аналіз, щоб визначити області, які потребують покращення. Це може включати збір даних, проведення опитувань та консультації з експертами з предметної області. Залучаючи зацікавлені сторони з різних відділів та рівнів організації, можна розробити комплексний план, який враховує різні точки зору та досвід.

Фаза виконання: Виконання плану

Після того, як план складено, настає час втілити його в життя. На цьому етапі організації впроваджують заплановані зміни або покращення. Важливо ретельно стежити за виконанням, забезпечуючи правильне та своєчасне впровадження плану.

Виконання плану передбачає ефективну комунікацію та координацію між усіма зацікавленими сторонами. Слід чітко розподілити ролі та обов'язки, а також регулярно оновлювати інформацію про хід виконання, щоб усі були в курсі подій. Цей етап вимагає активної участі та співпраці всіх залучених сторін для забезпечення безперебійного впровадження.

Фаза перевірки: Оцінка результатів

На етапі перевірки компанії оцінюють результати впроваджених змін. Це включає вимірювання ключових показників ефективності, збір відгуків від зацікавлених сторін та аналіз даних, щоб визначити, чи досягнуто бажаних цілей. Якщо результати незадовільні, організації необхідно дослідити першопричини та визначити напрямки для подальшого вдосконалення.

Оцінка результатів вимагає систематичного та об'єктивного підходу. Компанії можуть використовувати різні інструменти та методи, такі як аналіз даних, статистичні методи та опитування клієнтів, для оцінки впливу впроваджених змін. Залучаючи зацікавлені сторони до процесу оцінювання, організації можуть отримати цінні знання та перспективи, які можуть спрямувати майбутні вдосконалення.

Фаза дій: Впровадження змін

Фаза дій включає впровадження необхідних змін на основі оцінки, проведеної на попередньому етапі. Якщо результати показують, що впроваджені зміни були успішними, компанії можуть стандартизувати та документувати нові процеси або практики. Якщо результати не відповідають очікуванням, компаніям необхідно визначити альтернативні рішення та повторити цикл PDCA.

Впровадження змін вимагає ретельного планування та координації. Компанії повинні повідомити про переглянуті процеси або практики всім зацікавленим сторонам та забезпечити необхідне навчання та підтримку. Завдяки постійному моніторингу та оцінці впроваджених змін, компанії можуть забезпечити їх ефективність та сталий розвиток.

Висновки. У четвертому розділі роботи було запропоновано комплекс заходів для зниження кількості дефектів, серед яких: використання контрольних листів для систематизації інформації про відхилення та своєчасного усунення проблем; організація навчання персоналу для підвищення рівня кваліфікації працівників, формування культури відповідальності за якість та зменшення впливу людського фактора; впровадження процесного контролю для моніторингу ключових параметрів складання коробки передач; застосування циклу PDCA (Plan–Do–Check–Act) для забезпечення безперервного вдосконалення виробничих процесів.

Отримані результати підтверджують ефективність розроблених заходів. Впровадження запропонованих рішень дозволило: зменшити кількість дефектів під час складання коробки передач; підвищити стабільність та керованість процесів за рахунок системного контролю на всіх етапах; оптимізувати витрати часу та ресурсів, що позитивно вплинуло на загальну економічну ефективність виробництва; підвищити якість готової продукції, надійність її роботи та рівень задоволеності замовників. Практична значимість полягає у можливості використання розроблених технологічних рішень, методик контролю та навчальних програм для працівників на підприємствах машинобудівної галузі. Запропонований підхід може бути інтегрований у систему управління якістю, а також адаптований для інших вузлів і агрегатів з аналогічними технологічними процесами.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра було вирішено важливе технічне завдання – розроблено технологічний процес складання коробки передач з вбудованою в процес системою управління якістю. Запропоновано методи СУЯ для зменшення кількості дефектів при складанні. Запропонована система управління якістю дозволяє вирішувати два основні завдання: 1. Забезпечення стабільної якості продукції та послуг, що відповідає регуляторним нормам і вимогам замовників. 2. Формування культури постійного вдосконалення, спрямованої на підвищення лояльності клієнтів і конкурентоспроможності підприємства.

Технологічний процес складання передбачає визначення оптимальних моментів затиску різьбових з'єднань, зусиль запресування деталей із посадкою з натягом, контрольних точок перевірок та процедур моніторингу якості. Аналіз конструкції коробки передач дозволив виділити основні вузли, визначити потенційні ризики помилок та розробити заходи для їх усунення. Для забезпечення надійності механізму створено кінематичну схему випробувань у режимах без навантаження та під навантаженням, що дозволяє виявляти приховані дефекти та перевіряти працездатність виробу. Використання контрольних листів перевірок якості під час складання забезпечило можливість оперативно виявляти проблеми, призначати коригувальні дії та стандартизувати процеси. Аналіз результатів перевірок, аудитів та аналітичних звітів дозволив отримати практичні висновки, які стали основою для впровадження концепції безперервного вдосконалення виробництва за циклом PDCA. Отримані результати можуть бути використані: на машинобудівних підприємствах – для удосконалення технологічних процесів складання коробок передач та інших механізмів зі схожою структурою; у системах управління якістю – для побудови ефективних процесів контролю, моніторингу та аналізу дефектів у межах стандартів ISO 9001; У навчальних закладах – як приклад практичної реалізації методів підвищення якості у виробничих системах; при автоматизації виробництва – для інтеграції цифрових систем моніторингу, контролю моментів затиску та збору статистики щодо дефектів.

Рекомендації для подальших досліджень та вдосконалень: 1. Впровадження цифрового моніторингу параметрів складання. Використання датчиків моменту затиску та систем збору даних у реальному часі для автоматизації контролю складання. 2. Застосування методів статистичного управління процесами (SPC) Розробка контрольних карт і впровадження математичного аналізу даних для прогнозування можливих дефектів. 3. Інтеграція принципів Індустрії 4.0. Використання IoT-рішень, хмарних аналітичних платформ і систем візуального контролю для створення «розумної» механообробної дільниці. 4. Автоматизація випробувань коробки передач. Розробка стенду з автоматичним налаштуванням режимів навантаження та збором діагностичної інформації для підвищення точності оцінки працездатності механізму. 5. Розширення програми навчання персоналу. Включення тренінгів з цифрових технологій контролю якості, сучасних методів аналізу дефектів та принципів Lean Manufacturing. 6. Розробка корпоративної бази знань. Формування електронної системи для накопичення та аналізу інформації про дефекти, причини їх виникнення та ефективність впроваджених заходів. Результати магістерської роботи є основою для впровадження комплексної системи управління якістю на підприємстві. Запропоновані методики дозволяють зменшити кількість дефектів, оптимізувати технологічні процеси, підвищити ефективність виробництва та забезпечити стабільність якості готової продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Allianz (ed.) Defekte Produkte und Qualitätsmängel treiben Schäden bei Bauprojekten in Deutschland in die Höhe, 2019, January 14, P.1-4.
2. Шаповал Г. М. Управління якістю продукції в системі фінансовоекономічної безпеки підприємства. Інфраструктура ринку. 2020. Вип. 45, 176-180с.
3. Suparan, J., & Chutima, P. Defect reduction in the manufacturing process of in-mold decoration of injection molded components. Materials Science Forum, 962, 2019, P181–188.
4. Лищенко М. О., Овчаренко Є. І., Гук О. В., Мохонько Г. А. Формування конкурентних переваг на основі удосконалення системи управління якістю продукції підприємства в контексті забезпечення фінансово-економічної безпеки. Формування ринкових відносин в Україні. 2022. № 2. 170-178 с.
5. Imaroh, T. S., & Mustofa, A. Defect reduction analysis to improve glass bottle packaging products quality using statistical process control (SPC) at PT. Muliaglass Container (MGC). Journal of Social Science, 3(5), 2022, P.1003–1018
6. Мальцев А. С., Крамський С. О. Управління якістю продукції проектів: методологічні та прикладні аспекти. Управління розвитком складних систем. 2019. Вип. 37. С. 25-31.
7. Zakiah & Nurazwa, Research In Management Of Technology And Business Vol. 1 No. 1, 2020, p. 13-27 .
8. Кравченко М. С., Ксеніта М. О. Теоретично-методологічні основи управління якістю продукції на промислових підприємствах. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : Економічні науки. 2019. Вип. 37. 14-20 с.
9. Власенко І. В. Роль системи управління якістю в забезпеченні конкурентоспроможності продукції промислового підприємства. Економіка і організація управління. 2021. Вип. 3. 194-203с.
10. Нестеренко С. В. Управління якістю: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітньої

програми «Цивільний захист») / С. В. Нестеренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 85 с.

11. Sirimongkol, W., Chutima, P., & Nilpairach, S. Defect reduction in forming process of fired clay floor tiles by six sigma approach. *Solid State Phenomena*, 305, 2020, 147–153

12. Barone, A. (2022). Quality Management. investopedia.com. Retrieved from: <https://www.investopedia.com/terms/q/quality-management.asp> [in English].

13. Тарасова О.В., Левицька О.В. Сучасні концепції управління якістю продукції. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/19494/05-Tarasova.pdf> (дата звернення: 04.09.2025).

14. Управління якістю. Конспект лекцій для здобувачів ступеню вищої освіти «магістр» спеціальності 075 «Маркетинг» / Укладач С.О.Полковниченко. Чернігів: ЧНТУ, 2020. 165 с.

15. Русавська В.А., Таран М.Д. Теорія та практика управління якістю в історичній ретроспективі та їх вплив на сучасні концепції управління якістю. *Економіка та суспільство*. №31. 2021.

16. Франчук В.М. Управління та контроль якості на виробництві при виготовленні деталей типу корпус / Франчук В.М., Самчук Л.М. / Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2024, Випуск № 79-80. 93-99 с.

17 Франчук В.М. Порівняльний аналіз систем управління якістю та вибір найбільш ефективної системи для механообробного виробництва / Франчук В.М., Самчук Л.М. / Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2024, Випуск № 79-80.123-128 с.

18. Франчук В. Використання методології 5s у машинобудівному виробництві / Франчук В., Самчук Л. /Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Цифрова трансформація: виклики та стратегії» 25 лютого 2025 р., м. Луцьк: ЛНТУ, 2025..116-119 с.

19. Цвіркун Л.О., Омельченко О.В. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. 117 с.

20. Системи управління якістю : курс лекцій для здобувачів вищої освіти СВО «магістр» спеціальності 152-«Метрологія та інформаційно-вимірвальна

техніка» / уклад. : Г. А. Коцюбенко, І. В. Каницька. Миколаїв: МНАУ. 2020. – 226 с.

21. ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення.

22. Магопець, О. А. Фінансовий аналіз : навч. посіб. / О. А. Магопець, Н. С. Шалімова, О. М. Черновол ; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т. – [2-ге вид., випр. та доп.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 230 с.

23. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.

24. Дефектація деталей технологічного обладнання Методичні вказівки для студентів, напряму підготовки 6.050503 „Машинобудування“ ОКР Бакалавр - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2019 - 14 с.

25. Brigitte M Hales. The Checklist—A Tool for Error Management and Performance Tracking / October 2020, Journal of Critical Care 21(3): P.231-531

26. Hasan, Md. Z., Rezwan, A., Islam, Md. R., & Dutta, A. Defect reduction by total quality management in a crackers manufacturing system. World Scientific News, 98. 2020, P.150-171.