

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ інфокомунікацій _____

(повна назва)

Кафедра _____ інформаційно-вимірювальних технологій _____

(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Тема: Впровадження моделі управління якістю Six Sigma для
підвищення ефективності бізнес-процесів

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЗЯМ-23-1

Костиркін М.С.

спеціальності 175 Інформаційно-
вимірювальні технології

Тип програми освітньо-професійна

освітня програма «Забезпечення якості»

Керівник доц. Мощенко І.О.

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

д.т.н., проф. Захаров І.П.

(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Інфокомунікацій _____

Кафедра _____ Інформаційно-вимірювальних технологій _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність 175 – Інформаційно-вимірювальні технології _____

(код і повна назва)

Освітня програма _____ «Забезпечення якості» _____

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____ (підпис)

« _____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ Костиркіну Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ «Впровадження моделі управління якістю Six Sigma для підвищення ефективності бізнес-процесів» затверджена наказом по університету № 12902Ст від 12.11.2024

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 25 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: ДСТУ EN ISO 9001:2018 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT); IATF 16949:2016 Quality management system requirements for automotive production and relevant service part organizations, ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 1. Методологія (ISO 13053-1:2011, IDT), ДСТУ ISO 13053-2:2016 Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 2. Інструменти і методи (ISO 13053-2:2011, IDT).

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: _____

1. Теоретичні засади управління якістю бізнес-процесів на виробничих підприємствах

2 Аналіз управління якістю процесів на виробничому підприємстві

3 Розробка підходів до підвищення ефективності процесів на підприємстві на основі методології «Шість сигм»


Висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	01.11.2024	Виконано
2	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	10.11.2024	
3	Підготовка довідкових матеріалів та даних для розробки основної частини	15.11.2024	
4	Розробка основної частини	01.12.2024	Виконано
5	Написання пояснювальної записки	15.12.2024	Виконано
6	Підготовка презентації та доповіді	20.12.2024	Виконано
7	Представлення завершеної кваліфікаційної роботи на кафедрі	25.12.2024	Виконано

Дата видачі завдання 01.11.2024

Студент _____  _____ (підпис)

Керівник роботи _____  _____ к.т.н., доцент Мощенко І.О.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи містить 81 сторінку, 17 рисунків, 33 таблиці, 34 джерело, 4 додатка.

Об'єктом дослідження є міжнародна компанія Forvia, яка займається виробництвом і постачанням сидінь, панелей приладів, вихлопних систем та мультимедійних систем для легкових автомобілів.

Предметом дослідження є технологічний процес виробництва основного глушника.

Метою магістерської роботи є розробка заходів щодо вдосконалення технологічного процесу виробництва автомобільного глушника за допомогою впровадження моделі управління якістю «Шість сигм».

В ході дослідження було проведено аналіз теоретичних особливостей управління якістю технологічних процесів у виробничій галузі, проведено аналіз діяльності підприємства міжнародна компанія Forvia, його системи управління якістю, а також технологічного процесу виробництва глушників. В якості удосконалювального заходу пропонується впровадження методології «Шість сигм» в процес виробництва основного глушника.

За результатами дослідження були надані рекомендації та запропоновані конкретні механізми вдосконалення системи управління якістю.

Теоретична і практична значимість роботи визначається актуальністю розглянутих положень в дослідженні, а також можливістю подальшого застосування запропонованих заходів в діяльності компанія Forvia, а також інших підприємств виробничої галузі.

Ключові слова: якість, система управління якістю, технологічний процес, основний глушник, Шість сигм.

ABSTRACT

The explanatory note to the master's qualification thesis contains 80 pages, 17 figures, 33 tables, 34 sources, 4 appendices.

The object of the study is the international company Forvia, which is engaged in the production and supply of seats, dashboards, exhaust systems and multimedia systems for passenger cars.

The subject of the research is the technological process of production of the main muffler.

The purpose of the master's thesis is to develop measures to improve the technological process of manufacturing an automotive muffler through the implementation of the Six Sigma quality management model.

In the course of the study, an analysis of the theoretical features of quality management of technological processes in the manufacturing industry was carried out, an analysis of the activities of the international company Forvia, its quality management system, as well as the technological process of production of mufflers was carried out. As an improvement measure, it is proposed to introduce the Six Sigma methodology into the production process of the main muffler.

Based on the results of the study, recommendations were provided and specific mechanisms for improving the quality management system were proposed.

The theoretical and practical significance of the work is determined by the relevance of the provisions considered in the study, as well as the possibility of further application of the proposed measures in the activities of Forvia, as well as other enterprises of the manufacturing industry.

Keywords: quality, quality management system, technological process, main muffler, Six Sigma.

ЗМІСТ

Вступ	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	11
1.1 Управління якістю процесів на виробничих підприємствах	11
1.2 Принципи та технології реалізації концепції управління якістю «Шість сигм» для вдосконалення процесів на підприємстві	21
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОЦЕСІВ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	27
2.1 Аналіз системи управління якістю виробничих процесів підприємства (на прикладі компанії Forvia)	27
2.2 Аналіз показників ефективності процесу виробництва основного глушника	32
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ «ШІСТЬ СИГМ»	52
3.1 Впровадження методології «Шість сигм» на підприємстві	52
3.2 Розрахунок показників ефективності процесу після впровадження інструментів «Шість сигм»	60
Висновки	70
Перелік джерел посилання	72
Додатки	76

ВСТУП

Бізнес-процес - це сукупність взаємопов'язаних завдань і заходів, спрямованих на досягнення певної мети або результату в рамках організації. Бізнес-процеси можуть включати в себе як виробничі, так і адміністративні функції і є основою для ефективного функціонування підприємства. У даній магістерській роботі акцент робиться на вдосконаленні технологічного процесу виробництва за допомогою впровадження моделі управління якістю «Шість сигм», так як він є ключовим або основним бізнес-процесом на виробничих підприємствах.

Актуальність даної магістерської роботи обумовлена великим значенням технологічного процесу у виробництві продукції, що сприяє постійному підвищенню вимог до виробників. Оскільки технологічний процес можна назвати ключовим у створенні продукту, то заходи, спрямовані на його вдосконалення, матимуть значну економічну ефективність, як для виробника, так і для споживачів. Наприклад, ефективність може виражатися в зниженні собівартості продукції, втратах від браку, підвищенні якості продукції, тощо, що безсумнівно призведе до підвищення конкурентоспроможності підприємства в цілому і до підвищення задоволеності його споживачів.

Для підвищення ефективності виробничих процесів на підприємстві в усьому світі успішно застосовується модель управління якістю «Шість сигм» - високоефективна методологія, заснована на статистичних даних, спрямована на покращення якості процесів та зменшення відхилень для досягнення майже ідеальних результатів.

З точки зору бізнесу, «Шість сигм» допомагає організаціям виявляти та усувати дефекти чи помилки у своїх процесах, що призводить до підвищення ефективності та продуктивності. Впроваджуючи принципи шести сигм, підприємства можуть оптимізувати свою діяльність, скоротити відходи та підвищити задоволеність клієнтів. Це, у свою чергу, сприяє покращенню перспектив виробництва та збільшенню прибутковості.

З точки зору клієнта, «Шість сигм» гарантує, що продукти та послуги відповідають очікуванням клієнтів або перевершують їх. Зосередивши увагу на якості та постійному вдосконаленні, компанії можуть забезпечити максимальну цінність для своїх клієнтів, що призведе до підвищення лояльності клієнтів та позитивних рекомендацій з вуст в уста. Це, у свою чергу, підвищує репутацію та перспективи виробника на ринку.

Метою магістерської роботи є розробка заходів щодо вдосконалення технологічного процесу виробництва автомобільного глушника за допомогою впровадження моделі управління якістю «Шість сигм».

Об'єктом дослідження є міжнародна компанія Forvia, яка займається виробництвом і постачанням сидінь, панелей приладів, вихлопних систем та мультимедійних систем для легкових автомобілів.

Предметом дослідження є технологічний процес виробництва основного глушника.

Досягнення мети роботи супроводжується наступними завданнями:

1. Розглянути теоретичні аспекти вдосконалення бізнес-процесів на сучасних виробничих підприємствах, приділяючи особливу увагу сучасним методам управління якістю, та особливостям їх застосування при підвищенні ефективності технологічних процесів.
2. Визначити принципи та технологію реалізації концепції управління якістю «Шість сигм» для покращення процесів на підприємстві.
3. Проаналізувати систему управління якістю виробничих процесів підприємства компанія Forvia.
4. Описати та проаналізувати технологічний процес виробництва основного глушника.
5. Розробити заходи щодо вдосконалення технологічного процесу виробництва основного глушника за методологією «Шість сигм».
6. Розрахувати показники ефективності досліджуваного процесу після впровадження інструментів «Шість сигм».

Магістерська робота складається з 3 розділів, висновку, списку використаних джерел і 4 додатки. Загальний обсяг роботи становить 81 сторінка.

Матеріали магістерського дослідження пройшли апробацію на VII Міжнародній студентській науковій конференції «Діджиталізація науки як виклик сьогодення», м. Полтава.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

1.1 Управління якістю процесів на виробничих підприємствах

Згідно з міжнародним стандартом якості ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT), процес являє собою сукупність взаємопов'язаних і (або) взаємодіючих дій, які використовують вхідні дані для отримання запланованого результату [2].

Термін «бізнес-процес» на сьогоднішній день є синонімом терміна «процес» в рамках процесного підходу до управління якістю, так як будь-який процес на підприємстві спрямований на створення споживчої цінності.

Бізнес-процес – це повторювана, логічно пов'язана послідовність дій, спрямованих на створення цінності для клієнта та формування результату.

Процесний підхід є обов'язковим на підприємствах з ефективною системою менеджменту якості (СМЯ), яка в більшості випадків використовується виробничими підприємствами [2,3]. В рамках такого підходу всі процеси підприємства поділяються на основні, допоміжні та управлінські.

Основними процесами на виробничих підприємствах є, перш за все, виробничі процеси.

Виробничий процес, в свою чергу, складається з наступних процесів:

1) основними процесами є технологічні процеси, в ході яких відбуваються зміни геометричних форм, розмірів і фізико-хімічних властивостей виробів;

2) допоміжні процеси - це процеси, що забезпечують безперервне протікання основних процесів (виготовлення і ремонт інструментів і обладнання; ремонт обладнання; забезпечення всіма видами енергії (електроенергія, тепло, пар, вода, стиснене повітря і т.д.));

3) обслуговуючі процеси - це процеси, пов'язані з обслуговуванням як основних, так і допоміжних процесів і не створюють продукції (зберігання, транспортування, технічний контроль і т.д.).

В умовах автоматизованого, автоматизованого і гнучкого інтегрованого виробництва допоміжні та обслуговуючі процеси в тій чи іншій мірі поєднуються з основними і стають невід'ємною частиною виробничих процесів.

Технологічні процеси виробництва, безсумнівно, відносяться до основних процесів, так як саме цей вид діяльності безпосередньо спрямований на виготовлення продукції. Існує кілька визначень поняття «технологічний процес». Технологічний процес - це частина виробничого процесу, що включає в себе послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього вигляду або фізико-механічних властивостей предмета виробництва і їх контроль [18]. Технологічний процес - це сукупність дій, пов'язаних із забезпеченням необхідних вихідних параметрів даного процесу [19]. Таким чином, технологічний процес є невід'ємною і найбільш істотною частиною виробничого процесу, яка містить дії, спрямовані на створення готового продукту необхідної якості шляхом послідовної зміни вагомого зовнішнього вигляду, форми, розмірів або внутрішніх властивостей сировини і матеріалів за допомогою взаємодії знарядь праці і предметів праці, сервісних і транспортних систем і систем управління.

Побудова технологічних процесів здійснюється на основі методів і технології їх виконання. Основними методами технологічних процесів на виробничих підприємствах є формування, лиття, спікання, гальванопластика, обробка тиском, термічна обробка, електрофізична, електрохімічна та слюсарна обробка, складання та зварювання.

Як правило, технологічні процеси промислового виробництва продукції складаються з елементів, наведених в таблиці 1.1 [18].

Таблиця 1.1 – Структура технологічного процесу виробництва

Елемент процесу	Визначення
Технологічна операція	Повна частина технологічного процесу виконується на одному робочому місці.
Допоміжна операція	Частина технологічного процесу, яка необхідна для виконання технологічної операції, але не змінює розмірів, форми, зовнішнього вигляду або властивостей оброблюваного продукту, тобто не додає цінності готовому виробу.
Встановлення	Частина технологічної операції, що виконується з незмінним кріпленням заготовки або зібраної складальної одиниці.
Позиція	Фіксоване положення, яке займає постійно закріплена заготовка або складальна одиниця для виконання певної частини операції.
Технологічний перехід	Повноцінна частина технологічної операції, що характеризується сталістю використовуваного інструменту і поверхонь, утворених обробкою або з'єднаних в процесі складання.
Допоміжний перехід	Повноцінна частина технологічної операції, що складається з дій людини і (або) обладнання, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і шорсткості поверхонь предмета праці, але необхідні для виконання технологічного переходу.
Робочий хід	Повноцінна частина технологічного переходу у вигляді одиничного руху інструменту щодо оброблюваної деталі, що супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей заготовки.
Допоміжний хід	Повноцінна частина технологічного переходу у вигляді одиничного руху інструменту щодо заготовки, що не супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей заготовки, але необхідна для виконання робочого ходу.
Прийом	Повний набір дій людини, що використовуються під час переходу або його частини і об'єднаних однією метою.

Основним елементом планування процесу є технологічна операція. На технологічні операції встановлюються норми часу, вони визначають трудомісткість і вартість процесу, а також необхідну кількість операторів з кваліфікацією і технологічним оснащенням.

Найважливішою категорією в характеристиці технологічного процесу є якість технологічного процесу, високий рівень якого є фундаментом для виробництва продукції, що відповідає всім вимогам споживача. Якість технологічного процесу - це сукупність властивостей, що визначають ступінь його придатності для досягнення заданих вимог.

Якість процесу можна оцінити з двох сторін. По-перше, ступінь відповідності вимогам процесу визначається шляхом перевірки якості продукції, яка була отримана в результаті його виконання. Тобто якість оцінюється за рахунок виконання допоміжних контрольних операцій. При цьому контроль поділяється на:

- проміжний, тобто контроль під час технологічного процесу (наприклад, перевірка деталей після кожної технологічної операції);
- остаточний, тобто контроль після закінчення технологічного процесу (наприклад, випробування виробу після його остаточного складання).

По-друге, для визначення якості технологічного процесу аналізується сам процес, а точніше ряд його параметрів. При цьому оцінюються основні властивості технологічного процесу з точки зору технічних, економічних, ергономічних параметрів, а також показники безпеки, а також технологічна документація, основні показники виконання технологічного процесу і техніко-економічні показники процесу. У таблиці 1.2 наведені основні властивості технологічного процесу [18].

Таблиця 1.2 – Основні властивості технологічного процесу

Технічні	Економічні	Ергономічні	Показники безпеки
–точність; –стабільність; –надійність; –відтворюваність; –керованість.	– трудомісткість; –вартість; – витрата матеріалу; – енергоємність; –продуктивність.	– простота в обслуговуванні та управлінні; –гігієнічні; –освітлення.	–токсичність; –рівень шуму; – електробезпека – пожежо- та вибухобезпека.

З боку відділу якості підприємства особлива увага приділяється технічним характеристикам технологічних процесів.

Точність процесу - це ступінь відповідності фактичних відхилень відхиленням, допущеним технологічною документацією.

Стійкість процесу характеризується здатністю процесів і їх компонентів зберігати точність якісних показників у часі.

Надійність процесу можна охарактеризувати запасом точності, тобто це здатність процесу достовірно виробляти продукцію, що відповідає заданим параметрам якості.

Технічні властивості процесів оцінюються за допомогою засобів статистичного контролю та засобів логічного аналізу, представлених у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Інструменти оцінки технічних властивостей процесів

Інструменти статистичного контролю	Гістограми стратифікації, які використовуються для сортування даних за обраними критеріями Схеми управління технологічними процесами, які фіксують дані в процесі і служать для визначення керованості процесу Контрольні списки невідповідностей, які використовуються для визначення кількості та частоти невідповідностей Діаграми розсіювання використовуються для визначення взаємозв'язків між факторами, що впливають на параметри
Інструменти логічного аналізу	Причинно-наслідкові діаграми (діаграми риб'ячої кістки), що використовуються для виявлення причин невідповідностей Причинно-наслідкові та кількісні діаграми (діаграми Парето) використовуються для ранжування числа та значущості причин невідповідностей, для виявлення та визначення найбільш значущих причин невідповідностей Блок-схеми (логічні блок-схеми), що показують структуру і послідовність виконання процесів

Відтворюваність є однією з найважливіших властивостей процесу. Основна вимога до відтворюваності процесу полягає в наступному: знову запущений технологічний процес повинен бути таким же, як і раніше [19].

Відтворюваний процес - це процес, який має діапазон параметрів, що не виходять за межі допуску при кожному наступному прогоні.

Крім перерахованих вище показників технологічного процесу, можливі і інші, експертні показники, що відображають детально специфіку розглянутого процесу.

Методи та засоби вдосконалення технологічних процесів можна розділити на три групи за рівнем впливу на процес (рисунок 1.1).

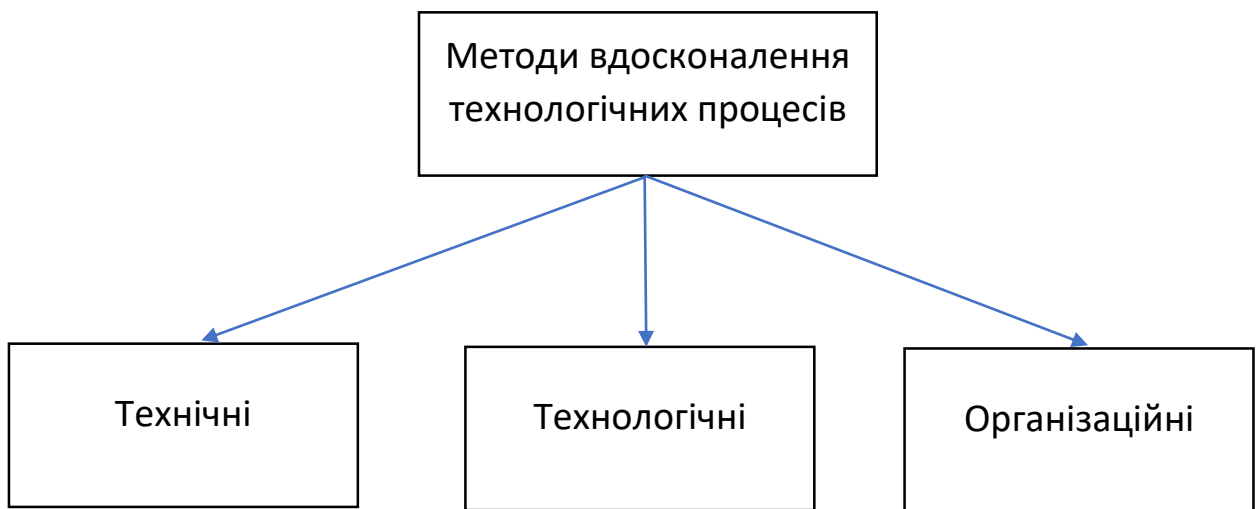


Рисунок 1.1 – Методи вдосконалення технологічних процесів

Технологічні методи - це дії, спрямовані на перепроєктування технології виготовлення продукції. Ці методи застосовуються, коли технологічний процес з якихось причин вже не може задовольнити вимоги споживача і втрачає свою актуальність. Зміна технології виробництва може бути досягнута за допомогою:

- Створення нового, більш оптимального, процесу на основі існуючих на підприємстві методів виробництва. При цьому виробник не робить великих фінансових вкладень.

- Створення нового процесу з використанням інноваційних технологій. В даному випадку можна говорити про те, що підприємство переходить на новий рівень розвитку, але такий метод вдосконалення технологічних процесів вимагає великих фінансових вкладень (на наукові дослідження або придбання патентів, а також на оновлення технологічного обладнання і т.д.).

Технічні методи вдосконалення технологічних процесів не роблять кардинального впливу на технологічний ланцюжок виробництва, але, тим не менш, дозволяють підвищити ефективність процесу. Як правило, технічне вдосконалення процесів досягається за рахунок придбання нових моделей обладнання, інструменту та оснащення для виробничих ліній. Таким чином, не змінюючи технології, можна досягти поліпшення продуктивності технологічного процесу за рахунок підвищення продуктивності праці операторів, зменшення браку продукції, скорочення простоїв з технічних причин, скорочення часу виконання технологічних операцій, тощо.

Організаційні методи включають в себе цілий комплекс методів і інструментів управління якістю, що дозволяють удосконалювати технічні процеси.

Сьогодні виробничі підприємства використовують методи та інструменти управління якістю на всіх етапах виробництва. Це дозволяє вирішувати конкретні завдання на різних рівнях організації, значно знижувати різні види втрат, раціоналізувати всі етапи виробництва, підвищувати продуктивність і ефективність роботи підприємства, підвищувати якість і рентабельність продукції і, як наслідок, досягати максимального задоволення потреб споживачів.

Сучасні темпи роботи і розвитку організацій вимагають максимально швидкого вирішення виникаючих проблем, і, з огляду на широке розмаїття якісних методів і інструментів, основна складність полягає в тому, щоб визначити, які методи якості будуть найбільш ефективні при застосуванні до конкретної організації або етапу створення продукту.

Засоби і методи управління якістю, які сьогодні найчастіше використовуються виробничими підприємствами, представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Засоби і методи управління якістю технологічних процесів

[12]

Назва	Суть методу
	Цикли вдосконалення
Цикл PDCA	Цикл PDCA (Plan, Act, Control, Improve) використовується як філософія діяльності організації та є основним принципом TQM. Ця методологія застосовується компаніями в виробничому секторі на щоденній основі та визначає кроки, які необхідно зробити для досягнення будь-яких покращень. В основі циклу PDCA лежить принцип безперервного вдосконалення, що є однією з основ функціонування системи менеджменту якості.
Петля DMAIC	Це підхід до послідовного вирішення проблем, удосконалення бізнес-процесів, що використовується в управлінні виробництвом за методикою Шість сигм. DMAIC заснований на циклі PDCA, але є більш детальним і включає в себе 5 етапів: визначення, вимірювання, аналіз, поліпшення і контроль.
	Спеціальні інструменти якості
Сім основних інструментів управління якістю	Контрольні листи, гістограми, причинно-наслідкові діаграми (діаграми Ісікава), стратифікаційні діаграми, діаграми розсіювання, діаграми Парето, контрольні діаграми. Правильний підхід до вирішення проблеми полягає в тому, щоб спочатку побачити, чи існує проблема, використовуючи перевірені дані (контрольний список), кількісно і якісно визначити її значущість, а також частоту повторюваності (гістограми, діаграми Парето), а також використовувати такі інструменти, як діаграма Ішікави, діаграми розсіювання, призначені для виявлення першопричини проблеми.
Сім нових інструментів управління якістю	Сім нових інструментів управління якістю – це набір корисних інструментів для прийняття рішень на рівні керівництва. Вони не нові, але за останні двадцять років їх популярність зросла в галузі інженерії та виробництва. Це інструменти планування, управління та аналізу, орієнтовані на управління: діаграма спорідненості, діаграма зв'язків, деревоподібна діаграма, аналіз матриці даних, матрична діаграма, блок-схема процесу прийняття рішень, стрілкова діаграма
	Методи планування
APQP (Advanced Product Quality)	Довгострокове або перспективне планування якості продукції. Це метод планування, розробки, підготовки та виробництва продукту з акцентом на запобігання

Planning, перспективне планування якості продукції)	помилкам, постійне вдосконалення та вдосконалення продукції, яка повинна відповідати та передбачати вимоги клієнтів.
QFD	Розгортання функцій якості. В основі цього підходу лежить діаграма під назвою «будинок якості». Ця методологія визначає вимоги клієнтів і забезпечує дисципліну для забезпечення того, щоб ці вимоги були включені в процес проектування та планування продукту. Це скорочує цикл розробки продукту, покращує якість і знижує витрати.
DOE (Дизайн експерименту)	Метод, який використовується для оптимізації процесу. Його реалізація передбачає скорочення кількості випробувань, тому розробку продукту можна організувати більш економно
Аналіз FMEA (аналіз причин і наслідків потенційних відмов)	Систематизований метод, призначений для виявлення та оцінки потенційного дефекту продукту або збою в процесі та його наслідків, а також для виявлення дій, які можуть знизити ймовірність потенційного збою. Це обов'язковий інструмент в виробничій промисловості, який допоможе вам бути в курсі різних несправностей, які можуть виникнути в будь-який час. Мета полягає в тому, щоб розглянути три аспекти: серйозність збою, ймовірність його виникнення та чи можна його виявити в процесі. Після того, як ці аспекти оцінені, розраховується пріоритетне число ризику (ПЧР), який оцінюється як множення трьох вимірювань. Якщо значення ПЧР вище запитуваного виробником, вживаються дії щодо його зниження.
План контролю (Control plan)	Це документ, який використовується для планування всіх елементів управління, які повинні бути виконані у виробничому процесі, за результатами планування FMEA.
	Методи контролю
SPC (Статистичний контроль процесів)	У кожному виробничому процесі необхідно знати, наскільки продукція відповідає вимогам. Потрібно порівняти процес (варіативність) і «Голос Замовника» (межі специфікації). Таким чином, при вивченні мінливості надаються показники, які називаються індексами спроможності (Cp, Cpk, Pp, Ppk), які інформують про рівень відповідності. У статистичному контролі технологічних процесів активно використовуються контрольні діаграми і гістограми, які

	наочно демонструють тип розподілу і стабільність поведінки характеристик процесу.
Вхідний контроль продукції	Дозволяє уникнути дефектів з вини постачальника
Внутрішній контроль процесів і продукції	Потрібний для того, щоб мінімізувати внутрішні дефекти і виключити поставку бракованої продукції споживачеві
Визначення КРІ (ключових показників ефективності)	Ключові показники ефективності – це кількісні аспекти, які відображають критичні фактори. Є багато важливих показників, пов'язаних з якістю. Вони визначаються на різних етапах розробки проекту, наприклад, «показники якості постачальника», такі як відповідність вихідних зразків і дослідних зразків метричним характеристикам, складу матеріалів або вимогам до системи менеджменту якості постачальника і т.д.
	Методи вдосконалення
Бенчмаркінг	Аналіз конкурентоспроможності. Це систематичний, безперервний процес вимірювання та порівняння для виявлення «найкращих практик» інших підприємств для підвищення ефективності організації.
Рока Yoke	Система захисту від помилок, яка допомагає запобігти людським помилкам
8D	Метод, що використовується для вирішення завдань, пов'язаних із замовником, який включає вісім дисциплін (етапів), що використовуються для вирішення проблем. На кожному етапі використовується кілька інструментів збору та аналізу даних для визначення першопричини. Включає в себе наступні основні етапи: підготовка, формування робочої групи, опис проблеми, визначення тимчасових заходів, визначення першопричини, вибір і перевірка коригувальних дій по першопричині, впровадження і валідація коригувальних дій, підбір профілактичних дій, закриття 8D
Методологія «Шість сигм»	В її основі лежить статистична оцінка фактів, даних процесів, систематичний пошук і розробка заходів щодо підвищення рівня виходу придатної продукції, їх послідовне виконання і подальший аналіз точності процесів для підвищення задоволеності клієнтів.

1.2 Принципи та технології реалізації концепції управління якістю «Шість сигм» для вдосконалення процесів на підприємстві

Одним з найбільш сучасних і перспективних способів вдосконалення всіх процесів в організації, в тому числі і технологічних, є використання методики «Шість сигм» [5,6].

Сигма (σ) - це термін, який використовується в статистиці для позначення стандартного відхилення, яке характеризує величину відхилень (дисперсії) ряду вимірювань або результатів процесу. Шість сигм – це ступінь відхилення в серії вимірювань, що призводить до 3,4 дефектів на мільйон можливостей. У статистиці 2σ , 3σ , 4σ , 5σ і 6σ використовуються для оцінки ступеня відхилення в ряді вимірювань або результатах процесу.

Цілі методики «6 Сигма»:

- стабілізація середнього значення за досліджуваною характеристикою щодо цільового значення;
- зменшення розкиду значень за відстежуваною характеристикою.

Кількість сигм процесу обернене до дефектного числа товарів на мільйон товарів (DPMO), що є одним з основних факторів при оцінці якості виробничого підприємства. Залежність між числом сигм і DPMO наведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Взаємозв'язок між Sigma і DPMO

Yield, %	DPMO	Process Sigma	Yield, %	DPMO	Process Sigma	Yield, %	DPMO	Process Sigma
31	691,462	I	88,5	115,070	2,7	99,81	1,866	4,4
34	655,422	U	90,3	96,800	2,8	99,87	1,350	4,5
38	617,911	1,2	91,9	80,757	2,9	99,90	968	4,6
42	579,260	1,3	93,3	66,807	3	99,93	687	4,7
46	539,828	1,4	94,5	54,799	3,1	99,952	483	4,8
50	500,000	1,5	95,5	44,565	3,2	99,966	337	4,9
54	460,172	1,6	96,4	35,930	3,3	99,977	233	5
58	420,740	1,7	97,1	28,717	3,4	99,984	159	5,1
62	382,089	1,8	97,7	22,750	3,5	99,9892	108	5,2
66	344,578	1,9	98,21	17,964	3,6	99,9928	72	5,3
69	308,538	2	98,61	13,903	3,7	99,9952	48	5,4
73	274,253	2,1	98,93	10,724	3,8	99,9968	32	5,5
76	241,964	2,2	99,18	8,198	3,9	99,9979	21	5,6
78,8	211,855	2,3	99,38	6,210	4	99,9987	13	5,7
81,6	184,060	2,4	99,53	4,661	4,1	99,9991	9	5,8
84,1	158,655	2,5	99,65	3,467	4,2	99,9995	5	5,9
86,4	135,666	2,6	99,74	2,555	4,3	99,9997	3	6

На рисунку 1.2 показано 3 інтервали, на які поділяються процеси за ефективністю і керованістю в залежності від числа сигм.



Рисунок 1.2 – Типи процесів в залежності від числа сигм

Еволюція «Шість Сигм» почалася в кінці 1970-х років на заводі Motorola в Чикаго. Патент на методологію «Шість сигм» належить Біллу Сміту, старшому інженеру компанії Motorola. У 1984 році він виявив, що продукти, які вироблялися з меншою кількістю невідповідностей, або ті, які мали менше відмінностей у своїх специфікаціях на момент виробництва, найкраще працювали після того, як були доставлені споживачеві.

Білл Сміт і Мікель Гаррі (тодішній корпоративний директор Motorola і старший член технічного персоналу) розробили чотирьохетапний підхід до вирішення проблем — вимірювання, аналіз, удосконалення та контроль

(МАІС) — для пошуку та зменшення варіацій з метою повного усунення дефектів. Пізніше, коли був доданий крок визначення, стандартною схемою для досягнення якості «Шість сигм» став цикл DMAIC (рисунок 1.3).

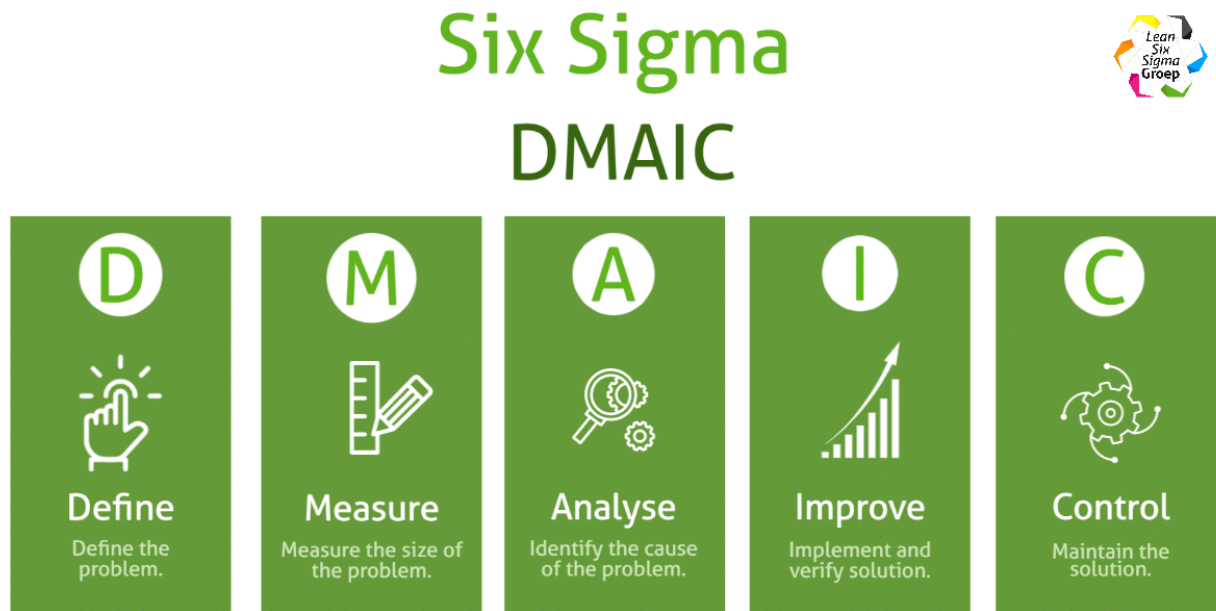


Рисунок 1.3 - Цикл DMAIC [32]

Суть методики «Шість сигм» і циклу DMAIC можна розкрити за допомогою найпростішої математичної функції $Y = F(X)$, де X – незалежна змінна – фактор або подія, що викликає або впливає на інший пов'язаний фактор або подію, зване залежною змінною. Наприклад, тривалість шліфування металу є незалежною змінною (X), оскільки вона впливає на іншу змінну, яка називається гладкістю поверхні, залежну змінну (Y). В експерименті незалежна змінна (X) може бути систематично змінена і вивчається її вплив на поведінку залежної (контрольованої) змінної (Y). Y також називають вихідною змінною.

Результат процесу (Y) є результатом входів процесу або драйверів процесу (X) в процесі.

У теорії «Шість сигм» одним з найважливіших понять є варіативність процесу. Метою більшості процесів у виробництві та сфері послуг є виробництво продуктів або послуг, які практично не мають варіацій або нестабільності.

Варіативність визначається як відсутність двох однакових елементів або послуг. Варіацію також можна визначити як ступінь або діапазон, в межах якого щось змінюється. Варіативність впливає на продуктивність і вартість. Високий ступінь варіативності робить продукти та процеси складними, непередбачуваними та ненадійними. Дефекти, затримки і відхилення (коливання) в системі або процесі викликані змінами. Найбільш поширеними причинами зміни процесу є знос інструменту, вібрація машини, зміни в обладнанні для підтримки роботи. Зміни складу матеріалу і твердості також є джерелами змін.

Специфічними причинами відхилення процесу є надмірне регулювання верстата оператором, помилка при огляді, зміна налаштувань верстата або неправильне співвісуювання деталі перед механічною обробкою і т.д.

Важливим поняттям в методі управління якістю «Шість сигм» є нормальний розподіл. Ключовими положеннями теореми про нормальний розподіл і методу «Шість сигм» є [33]:

1) Використовуючи контрольні межі ± 3 -сигма, можна стверджувати, що якщо процес не змінювався, то вибіркоче середнє значення становить лише 0,27% часу поза контрольними межами в середньому. Або вихід за процесом на рівні 3 сигми становить 99,73%, а коефіцієнт браку – 0,27%.

2) 68% значень знаходяться в межах одного стандартного відхилення від середнього.

3) 95% значень знаходяться в межах двох стандартних відхилень від середнього.

4) Всього 99,7% значень знаходяться в межах трьох стандартних відхилень від середнього.

У таблиці 1.6 наведені основні показники і формули для аналізу процесів в рамках методики «Шість сигм».

Таблиця 1.6 – Основні формули для аналізу процесів

Індекс	Коментарі	Формула
Розмах	Різниця між найвищими та найнижчими значеннями в наборі даних.	$R=USL-LSL$
Варіація	Різниця в значеннях будь-якої ознаки в різних одиницях сукупності	$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%$
Стандартне відхилення	Показник розсіювання значень випадкової величини щодо її математичного сподівання	$S = \frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}$
Індекс відтворюваності процесу C_p	Потенціал процесу для двосторонніх кордонів допуску	$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$
Індекси відтворюваності для одностороннього допуску (C_{pk})	Працездатність процесу відносно верхньої/нижньої межі допуску	$C_{pk} = \frac{USL - X_{cp}}{3\sigma}$ $C_{pk} = \frac{X_{cp} - LSL}{3\sigma}$

При $C_p > 1,33$ процес відтворюваний і керований, при $C_p = 1,00 \dots 1,33$ – процес, контрольований з точки зору відтворюваності з точки зору точності, за умови суворого контролю значень контрольованого параметра, при $C_p < 1,00$ процес вважається невідтворюваним і важко піддається контролю.

«Шість сигм» – це, по суті, процес навчання, який має потенціал для сприяння організаційному розвитку. Проєкт «Шість сигм» передбачає навчання через дослідження процесів, інтеграцію його з цілями організації та специфічними знаннями статистики тощо. «Шість сигм» інтерпретує цю інформацію для отримання покращень через дії. На організаційному рівні обмін найкращими практиками проєкту виводить навчання на вищий рівень.

Вплив навчання «Шість сигм» на організацію полягає в посиленні організаційних можливостей підприємства шляхом надання йому більш

глибокого розуміння процесів і результатів, а також шляхом генерування нових знань та інновацій, які покращують здатність організації реагувати на зміни та нові виклики. По суті, при цьому досягається ефект більш високого порядку, ніж просто поліпшення процесів.

Реалізація управління бізнес-процесами за концепцією «Шість сигм» задокументована в нормативних документах ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 1. Методологія (ISO 13053-1:2011, IDT) та ДСТУ ISO 13053-2:2016 (ISO 13053-2:2011, IDT) Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 2. Інструменти і методи.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОЦЕСІВ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Аналіз системи управління якістю виробничих процесів підприємства (на прикладі компанії Forvia)

Forvia – міжнародна компанія з виробництва автомобільних компонентів, зокрема, є найбільшим у світі виробником сидінь, панелей приладів і вихлопних систем, а також виробляє мультимедійні системи та іншу автомобільну електроніку. Компанії належить понад 290 заводів у 40 країнах світу. Як світовий лідер у всіх сферах своєї діяльності, Forvia пропонує інноваційні рішення для автомобільних викликів. Forvia працює пліч-о-пліч з виробниками автомобілів над розробкою транспортних засобів, які відповідають усім вимогам до якості, безпеки та комфорту. Група Forvia поділяється за напрямком діяльності на три бізнес-групи:

- Вихлопні системи Forvia.
- Деталі інтер'єру Forvia.
- автомобільні сидіння Forvia.

Forvia працює в тісній співпраці зі своїми клієнтами, глобальними партнерами, такими як Volkswagen, Ford, Renault, Nissan, Peugeot, Citroën, Mitsubishi, GM, Hyundai, Mercedes.

Штаб-квартира Faurecia Group знаходиться в місті Нантер, Франція.

На момент заснування Forvia група Peugeot Citroën володіла понад 70% акцій. У 1998 році були відкриті заводи в Польщі та Бразилії. У наступному році був придбаний американський виробник вихлопних систем AP Automotive Systems. У 2001 році був придбаний підрозділ автомобільних компонентів французької групи Sommer Allibert; його основною продукцією були вироби з пластмас. У 2002 році в Китаї було створено спільне підприємство в КНР та у 2003 році в Республіці Корея.

У грудні 2011 року компанія завершила будівництво нового заводу в Польщі, який включає виробничий цех площею 14 500 м², 1 600 м² офісних приміщень і 1 500 м² технічних приміщень:

У 2022 році Forvia об'єдналася з німецьким виробником автозапчастин Nella і стала 7-м за величиною постачальником компонентів для автомобільної промисловості [25]

Важливу роль у вдосконаленні роботи підприємства та підвищенні ефективності діяльності відіграє грамотно організована та функціонуюча система менеджменту якості, що представляє собою сукупність організаційної структури, методів, процесів та ресурсів, необхідних для загального управління якістю.

Компанія Forvia має інтегровану систему управління якістю, засновану на стандартах, викладених у Таблиці 2.1 [25].

Таблиця 2.1 - Перелік стандартів, з яких складається інтегрована система управління якістю Forvia

Номер стандарту	Найменування стандарту
Міжнародні стандарти	
IATF 16949:2016	«Системи менеджменту якості в автомобільній промисловості» [4]
ISO 14001:2015	Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування
Внутрішні стандарти підприємства (в складі стандарту FAU-C-LSG-0001 «Forvia Group. Керівництво по системам управління») [25]	
FAU-S-PSG-5006	"Основи методики 5S"
FAU-S-PSG-0650	"Рока Yoke і випробувачі"
FAU-S-PSG-0620	«Процедури самоконтролю та stop defect»
FAU-P-LSC-5800	"Основи охорони здоров'я та навколишнього середовища"
FAU-S-PSG-0630	"1-ша ОК деталь"
FAU-S-PSG-0630	«Процедура доробки під контролем»

FAU-S-PSG-0660	"Червоні кошики"
FAU-S-LSG-5420	«Швидке реагування на проблеми якості (QRCI)»
FAU-S-PSG-0661	«12 питань фінального контролю»
FAU-S-PSG-0610	«10 питань Стіни Якості»
FIS-S-DSE-1001	«Вихлопні системи Forvia. Процес FMEA»
FAU-S-PSG-9012	"План управління"
FAU-S-DSG-3530	"Управління основними характеристиками"
FAU-S-DSG-6030	«Вихлопні системи Forvia. Процедура PPAR»
FAU-S-DSG-6220	«Вихлопні системи Forvia. Процедура APQP»

Політика компанії в області якості Forvia звучить так: «Надавати замовнику якісну, інноваційну продукцію, що відповідає вимогам нормативної документації; перевершувати очікування замовника в сервісі та технічних рішеннях [25]»

Основою роботи системи менеджменту якості (СМЯ) є партнерство з постачальниками, внутрішня робота організована за «7 Основами якості», функціонування яких підтримується системою 5S з особливим акцентом на стандартизацію всіх видів діяльності.

Особливу увагу варто приділити «7 Основам якості». Дана система діє на всіх підприємствах Forvia Group, і була розроблена з урахуванням специфіки діяльності компанії. До «7 основ якості належать» процедури «ОК 1-ий виріб Forvia», РокаУоке, самоконтроль, фінальний контроль, червоні кошики, доробка під контролем і QRCI (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – 7 Основ якості Forvia

Документовані процедури	Суть
1. ОК 1-ий виріб	<p>ОК 1-ий виріб гарантує, що були виконані наступні 4 умови:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лінія готова до початку роботи, згідно з інструкцією по запуску лінії; - деталі виготовляються в нормальних умовах виробництва; - Деталі перевіряються при остаточному огляді, згідно з інструкцією з контролю; - ОК 1-ий виріб розміщується в спеціальній зоні на лінії. <p>Якщо хоча б одна з цих 4 умов не виконується, лінію не слід починати.</p> <p>У процесі запуску докладно описана перевірка та валідація наступних обов'язкових правил: HSE, 5S, полівалентність, Рока-Үоке, тестери, червоні кошики, доробка під контролем, налаштування параметрів обладнання</p>
2. Рока-Үоке	<ul style="list-style-type: none"> - Надійний засіб захисту від помилок. Регулярна перевірка працездатності Рока-Үоке - Кожен Рока-Үоке має супровідний лист. - Кожне робоче місце з Рока-Үоке позначається зеленим/червоним тегом.
3. Самоконтроль	<ul style="list-style-type: none"> - Основне правило: оператор повинен зупинитися при виявленні першого дефекту! - Передавати тільки справні деталі на наступне робоче місце
4. Фінальний контроль / Часова стіна якості	<p>Додаткова гарантія постачання якісної продукції замовнику.</p> <p>Оператор фінального контролю:</p> <ul style="list-style-type: none"> - працює на останній операції перед замовником; - знає, що перевіряти (контрольні точки, порядок перевірки) <p>Часова стіна якості перед запуском нового виробництва або за рішенням керівництва.</p>
5. Червоні кошики	<p>Невідповідна деталь (бракована) - це деталь, яка не відповідає специфікації за геометрією або візуально, а тому переміщується в червоний кошик / червону стійку.</p> <p>Виявлення невідповідної продукції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Покладіть деталь в червоний кошик для дефектів або на червону стійку (для зібраних деталей). Відзначте всі дефекти маркером або спеціальними наклейками.

	<p>2. При досягненні порогу stop defect припинити операцію, повідомити бригадира / майстра, відкрити QRCI на лінії.</p> <p>3. З'ясуйте, чи не є підозрілими інші деталі.</p> <p>4. Дефекти повинні бути зафіксовані на кожному робочому місці відразу після їх виявлення.</p>
6. Доопрацювання під контролем	<ul style="list-style-type: none"> - Зрозумілий і визначений потік непридатних для використання деталей. Відповідна інструкція та обладнання. - Доступні інструкції з переробки. - Роздільний потік деталей для доопрацювання. - Допрацьовані деталі перевіряються перед поверненням на лінію.
7. QRCI. Швидке реагування на проблеми з якістю	<ul style="list-style-type: none"> - Вирішення різних питань на рівні бригади. - Аналіз проблем на місці (виробничий майданчик). - Визначення термінів виконання термінів і відповідальних фахівців.

Також важливим є принцип 5S: сортуйте, «своє місце для всього», тримайте в чистоті, стандартизуйте, вдосконалюйте (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Принцип 5S

Крім методики 5S, компанія Forvia використовує такі елементи Бережливого виробництва, як:

- Безперервне вдосконалення (Кайдзен).

Всі співробітники компанії залучені в досягнення цілей постійного вдосконалення, завдяки чому досягається синергетичний ефект.

- Система Kanban, яка допомагає знизити втрати, надлишкові запаси та перевиробництво.

- TPM – універсальне предиктивне обслуговування обладнання.

- Andon – система повідомлення про виникаючі проблеми. На кожній виробничій лінії компанія Forvia встановлюється пульт дистанційного керування для негайного інформування фахівців тих чи інших підрозділів про виниклу проблему. Інформація з консолі відправляється на екран, встановлений в офісному приміщенні в поле зору фахівців підрозділів, що беруть участь в системі Andon.

- Побудова потоку створення цінності, що виключає різні види втрат.

- JIT (Just-in-Time), що забезпечує поставку стільки комплектуючих, скільки потрібно споживачеві в даний момент.

Поряд з перерахованими вище методами та інструментами також використовуються 6 процедур, які є обов'язковими в рамках стандарту IATF 16949:2016, що впроваджений в компанії Forvia: APQP (Advanced Product Quality Planning and Management Plan), MSA (Measurement Systems Analysis), FMEA (Potential Failure Cause and Effect Analysis), SPC (Statistical Process Control), PPAP (Automotive Components Manufacturing Approval Procedure) і QSA (Quality System Assessment).

Також компанія Forvia використовує методологію 8D, яка дозволяє вирішувати завдання щодо якості виробничих процесів аналітичним та методичним способом.

2.2 Аналіз показників ефективності процесу виробництва основного глушника

Для виявлення найбільш проблемного технологічного процесу в компанії Forvia необхідний поетапний огляд різних показників якості. Так, у таблиці 2.3 наведено дані про кількість бракованої продукції за рядками за

період з 11.2023 по 04.2024 р., що дозволяє проаналізувати частку браку по кожному рядку в загальній сумі бракованої продукції для підприємства.

Таблиця 2.7. – Дані про кількість бракованої продукції за період з 11.2023 по 04.2024

Виробнича лінія	Кількість бракованих виробів за період, шт.	Частка від загальної кількості, %
Bending line	3365	36,70 %
Welding line	163	1,78 %
Catbody line/GM	24	0,27 %
H-Wender line	572	6,24 %
Manifold	430	4,69 %
Muffler line	4211	45,93 %
Niva line	3	0,03 %
Maniverter/2180 UFC	399	4,35 %
Підсумок	9169	100 %

Розглянувши дані в таблиці 2.3, можна зробити висновок, що найбільша кількість бракованої продукції припадає на лінію виробництва глушника (Muffler line) і лінію згинання труб (Bending line).

Ключовим фактором при оцінці та виявленні проблемних місць на підприємстві є розмір фінансових втрат від браку, що представляють собою собівартість продукції, яка була списана через невідповідність вимогам якості. У таблиці 2.4 наведені дані про кількість бракованої продукції по рядках в євро.

Таблиця 2.4 – Вартість списання бракованої продукції

Виробнича лінія	Сума браку, євро	Частка браку в сумі продаж, %	Частка в загальній сумі браку, %	Накопичена частка в загальній сумі браку, %
Muffler line	731 463,24	0,0954	46,09	46,09
Bending line	487 179,55	0,0635	30,70	76,79
H-Wender line	225 290,28	0,0294	14,20	90,98
Manifold	98 853,27	0,0129	6,23	97,21
Welding line	25 247,52	0,0033	1,59	98,80
Catbody line/GM	12 748,76	0,0017	0,80	99,61
Maniverter/2180 UFC	4 726,98	0,0006	0,30	99,90
Niva line	1 520,00	0,0002	0,10	100,00

На підставі даних таблиці 2.4 побудована діаграма Парето, яка наочно демонструє, які виробничі лінії є основними джерелами втрат від браку (рис. 2.2).

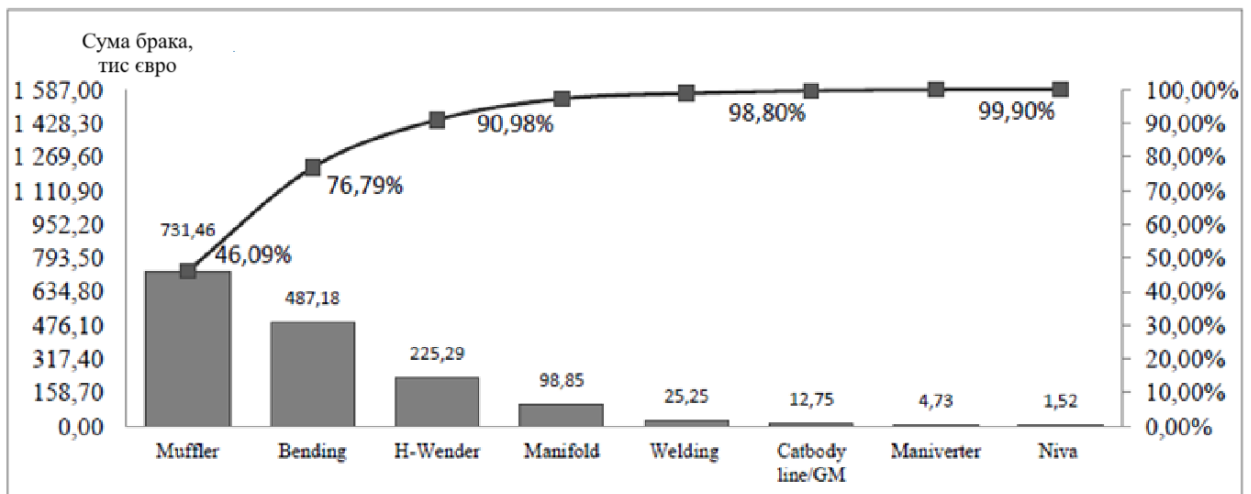


Рисунок 2.2 – Діаграма Парето за кількістю бракованої продукції

Проаналізувавши схему на рисунку 2.2, можна зробити висновок, що найбільші втрати від браку (76,79%) приносять потокові лінії: лінія виробництва глушника (Muffler line) і лінія згинання труб (Bending line). Також слід зазначити, що лінія з виробництва глушників є лідером як за кількістю бракованої продукції, так і за фінансовими втратами від браку.

На лінії Muffler виробляються основні і додаткові глушники під конкретні проекти (2180 VEST, C254, B189, Datsun, Grantas, K4M, PQ26, P954 і C520), які потім поставляються на складальну лінію, поряд з іншими комплектуючими, і стають частиною вихлопних систем, що поставляються споживачам У таблиці 2.5 відображена інформація про статистику дефектів за аналізований період по кожному з проектів, що дає можливість виявити конкретний вид продукції з найбільшими втратами від дефектів.

Таблиця 2.5 – Втрати від браку на лінії Muffler

Проект	Кількість бракованої продукції за проектом, шт	Розмір збитків від браку, євро	Частка від суми збитків, %
2180 VEST	870	94504	12,92
C254	432	49521	6,77
B189	203	29815	4,08

Datsun	282	38837	5,31
Grantas	63	10164	1,39
K4M	355	31510	4,31
PQ26	1451	533604	45,61
P954	125	44180	6,04
C520	430	99321	13,58
Підсумок	4211	731463	100

Таким чином, виходячи з даних таблиці 2.5, впливає, що найбільші втрати від дефектів приносить проект PQ26. Об'єктом виробництва в даному проекті є задній глушник (основний). Цей виріб є частиною системи шумозаглушення, схематично показаної на малюнку у додатку А. Задній глушник (основний) використовується для зниження шуму та викидів вихлопних газів, підвищення ефективності двигуна та зниження витрати палива.

При виготовленні цього компонента Forgia використовує послідовно-паралельний тип виробництва. Схема технологічного процесу у вигляді карти потоку створення цінності наведена в додатку Б. Технологічний процес складається з семи технологічних операцій, що виконуються чотирма операторами. По завершенню останньої операції - випробування на герметичність, виконується ще одна операція, яка є вимогою системи менеджменту якості Forgia - фінальний контроль.

Розглянемо статистику дефектів по проекту PQ26 (табл. 2.6)

Таблиця 2.6 – Статистика дефектів Forgia на проекті PQ26 на лінії глушника

Код дефекту	Кількість бракованої продукції, шт	Розмір збитків від браку, євро	Частка в загальному обсязі збитків від дефектів, %
5003 Дефект пресування	89	11549,77	3,5%
5004 Витік	155	19199,15	5,8%
5006 Тріщина	99	1654,75	0,5%
5010 Дефект зварювання	53	10559,94	3,2%

5013 Дефект закачування	352	63192,38	18,9%
5016 Налаштування Обладнання	41	6708,94	2,0%
5018 Дефект постачальника	5	6749,87	2,0%
5024 Різання	213	19756,24	5,9%
5026 Деформація	10	1170,89	0,4%
5009 NOK Геометрія	392	185353,57	55,6%
5038 Розрив	20	2952,88	0,9%
5039 NOK отвір	7	1917,83	0,6%
5042 Задня конфігурація Зупинити	14	2837,79	0,9%
Підсумок	1451	333604,00	100,0%

Як видно з таблиці 2.9, найбільші втрати від браку (55,6% від загальної суми втрат від брухту в проекті) виникають через брак «5009 NOK Геометрія». При цьому під невідповідною геометрією виробу розуміють вихід конкретних кількісних параметрів виробу за межі допуску.

Ці параметри принципово важливі, так як від точності дотримання цих розмірів в подальшому залежить якість збірки всієї вихлопної системи. Значення параметрів отримують шляхом безпосередніх вимірювань в ході технологічного процесу.

Перелік параметрів і встановлених на них межі допусків наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Параметри для вимірювань в процесі виробництва основного глушника

Номер операції, на якій проводиться вимірювання	№ параметра	Контрольований параметр	Значення ОК
20	1	Довжина корпусу	500,0±1,2 мм
60	2	Калібрування вхідної труби	40,3+0,4 мм
	3	Калібрування вихідного патрубка	43,2+0,4 мм

	4	Виступ вхідної труби	7,0±0,7 мм
	5	Виступ вихідної труби	7,0±0,7 мм

Вимірювання параметра номер 1 проводиться на підставі відомостей, зазначених в інструкції по роботі (додаток В) без запису інформації про отримані значення. Фактичні показники вимірювань параметрів під номерами 2, 3, 4 і 5 записуються на паперові носії (додаток В) і, якщо значення потрапляють в поле допуску, відправляються в архів. Тобто статистичний аналіз даного технологічного процесу не проводиться, незважаючи на те, що інструменти статистичного контролю процесів (SPC) використовуються на підприємстві в рамках обов'язкових вимог стандарту IATF 16949:2016 [4].

Для більш детального вивчення проблем процесу виробництва глушника необхідно провести його статистичний аналіз за основними якісними показниками.

Щоб оцінити відповідність ключових розмірів, параметри були виміряні протягом семи робочих днів.

При операції 20 вимірювався параметр «довжина корпусу». Результати вимірювань наведені в додатку Г в таблиці Г1. Важливість цього параметра полягає в його впливі на якість збірки системи, а також на відповідність розмірів вихлопної системи вимогам замовника.

Для цього параметра встановлено ряд нормативів, які вказані в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Вимоги до параметра «довжина корпусу»

Межі	Номінальне значення	Ширина поля допуску на параметр
Верхня – 501,2 мм	500,00 мм	2,40 мм
Нижня – 498,8 мм		

За результатами вимірювань ніяких невідповідностей виявлено не було, всі значення знаходяться в межах поля допуску. На малюнку 2.3 показана гістограма розподілу значень вимірюваного параметра.

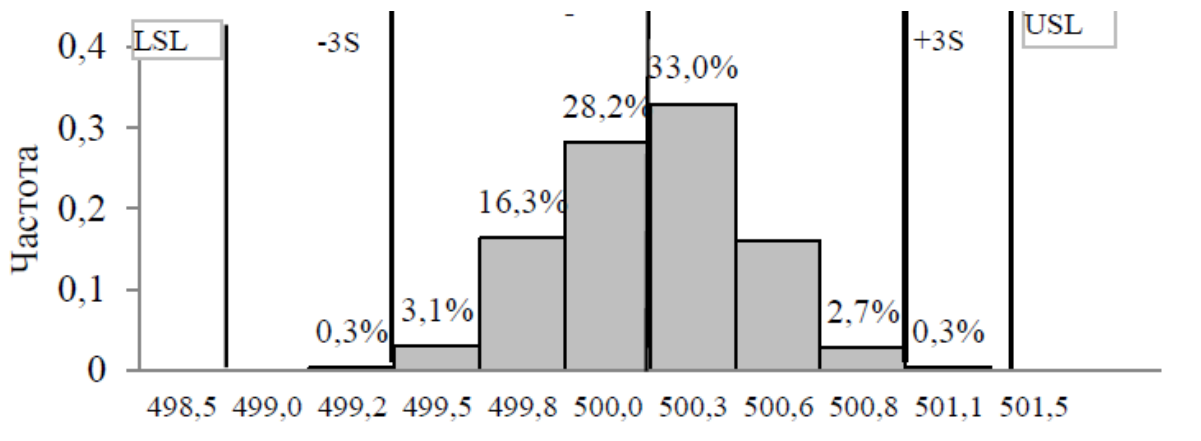


Рисунок 2.3 – Гістограма розкиду значень параметра "довжина корпусу", мм

Аналізуючи цю гістограму, можна зробити висновок, що розподіл значень параметрів близький до нормального. У таблиці 2.9 наведені отримані значення показників процесу для розглянутого параметра.

Таблиця 2.9 – Фактичні значення показників процесу за параметром «довжина корпусу»

Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення значень параметрів	Індекси придатності процесів
500,02 мм	0,299 мм	$C_p=1,338$
		C_{pk} для лівого поля допуску=1,360
		C_{pk} для правого поля допуску=1,316

Виходячи зі значень індексів C_p і C_{pk} , які більше одиниці, можна зробити висновок про придатність процесу за заданим параметром.

Далі наводяться результати вимірювань параметрів «калібрування вхідної труби» і «калібрування вихідної труби» наведені в таблицях Г2 і Г3 в додатку Г. Ключова важливість цих параметрів полягає в їх впливі на якість збірки вихлопної системи, а саме на показник герметичності глушника і якість зварних швів при складанні.

Вимоги до параметра «калібрування вхідної труби» наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Вимоги до параметрів «калібрування вхідної труби»

Межі	Номінальне значення	Ширина поля допуску на параметр
Верхня – 40,7 мм	40,5 мм	0,40 мм
Нижня – 40,3 мм		

На малюнку 2.4 показана гістограма розкиду значень параметра "калібрування вхідної труби".

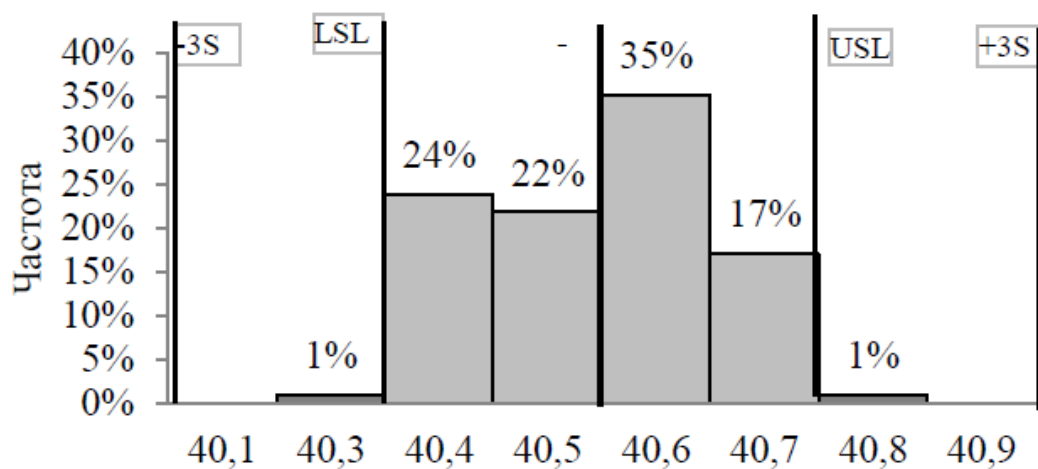


Рисунок 2.4 – Гістограма розкиду значень параметра "калібрування вхідної труби", мм

З малюнка 2.4 видно, що кілька значень параметрів знаходяться за межами контрольних меж, тобто при вимірюваннях були виявлені браковані вироби. Фактичні показники процесу, отримані для параметра «калібрування вхідної труби», наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Фактичні значення технологічних показників за параметром "калібрування вхідної труби"

Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення значень параметрів	Індекси придатності процесів
40,501 мм	0,109 мм	$C_p=0,71$
		C_{pk} для лівого поля допуску=0,71
		C_{pk} для правого поля допуску=0,70

Той факт, що отримані значення індексу менше одиниці, говорить про те, що в процесі є невідповідності, які впливають на цей параметр, що призводить до високого ризику появи дефектів.

Карта середніх значень, наведена на рисунку 2.5, підтверджує наявність особливої причини: більшість точок занадто близькі до середнього значення, а значення вибірок 6, 7, 8 і 16 різко відхиляються від цієї тенденції.

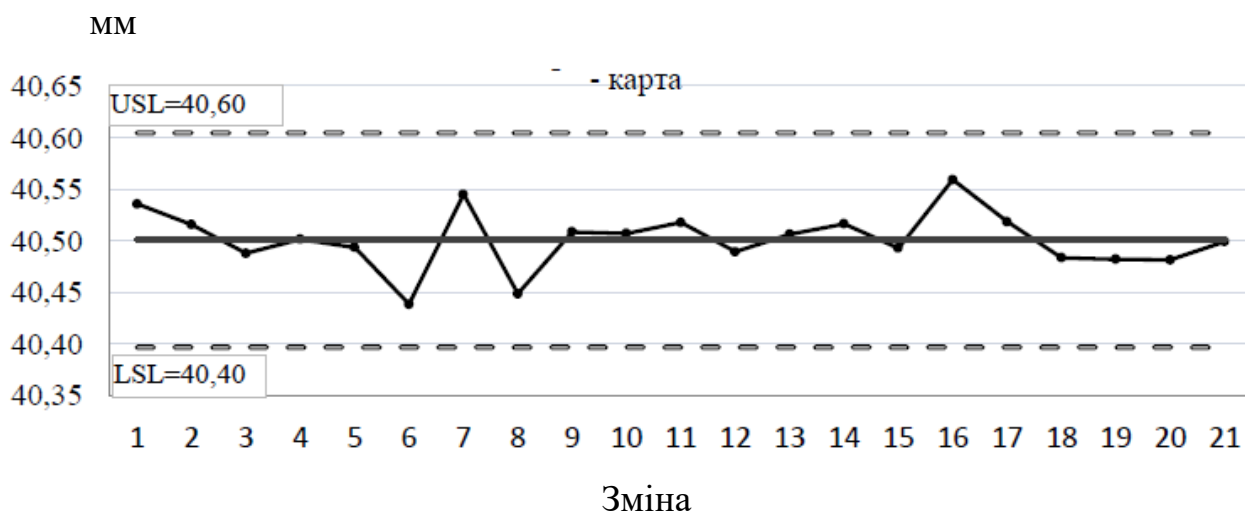


Рисунок 2.5 – Карта середніх значень (X-карта) для параметра "калібрування вхідної труби"

На малюнку 2.6 показана карта розмахів для параметра "калібрування вхідної труби", яка показує динаміку розмахів отриманих значень.

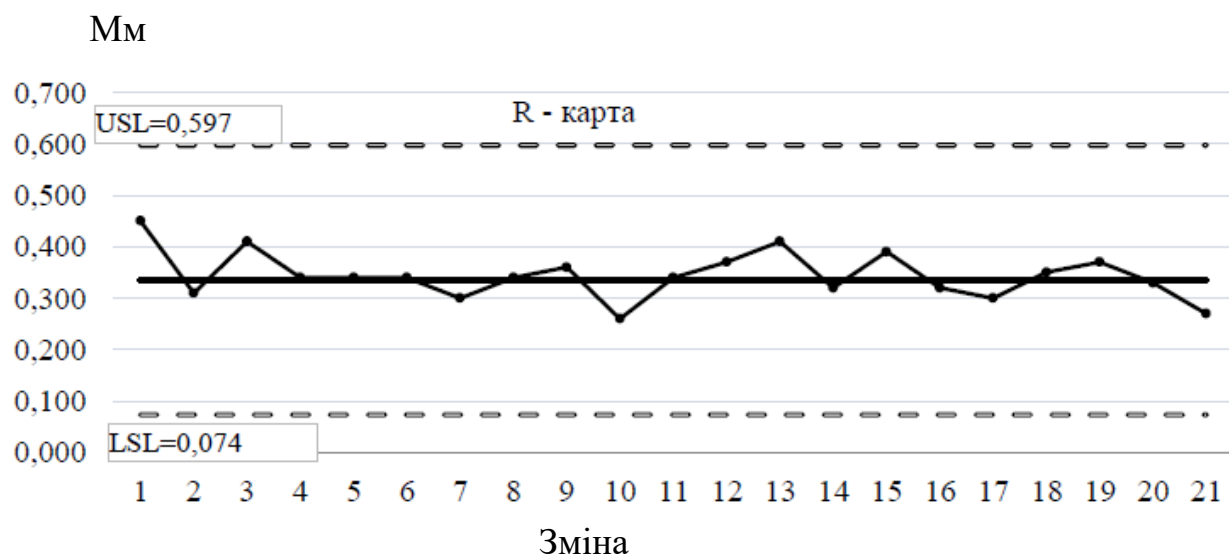


Рисунок 2.6 – Карта розмахів для параметра "калібрування вхідної труби"

Також встановлено ряд нормативів для параметра «калібрування вихідної труби» (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – Вимоги до параметра «калібрування вихідної труби»

Межі	Номінальне значення	Ширина поля допуску на параметр
Верхня – 46,6 мм	46,4 мм	0,40 мм
Нижня – 46,2 мм		

У таблиці 2.13 наведені показники процесу за параметром «калібрування вихідної труби».

Таблиця 2.13 – Фактичні значення технологічних показників за параметром «калібрування вихідної труби»

Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення значень параметрів	Індекси придатності процесу
46,39 мм	0,072 мм	$C_p=0,92$
		C_{pk} для лівого поля допуску=0,91
		C_{pk} для правого поля допуску=0,92

Індекси C_p і C_{pk} мають значення менше 1, що вказує на те, що деякі значення параметрів процесу виходять за межі специфікації, як це видно на малюнку 2.7.

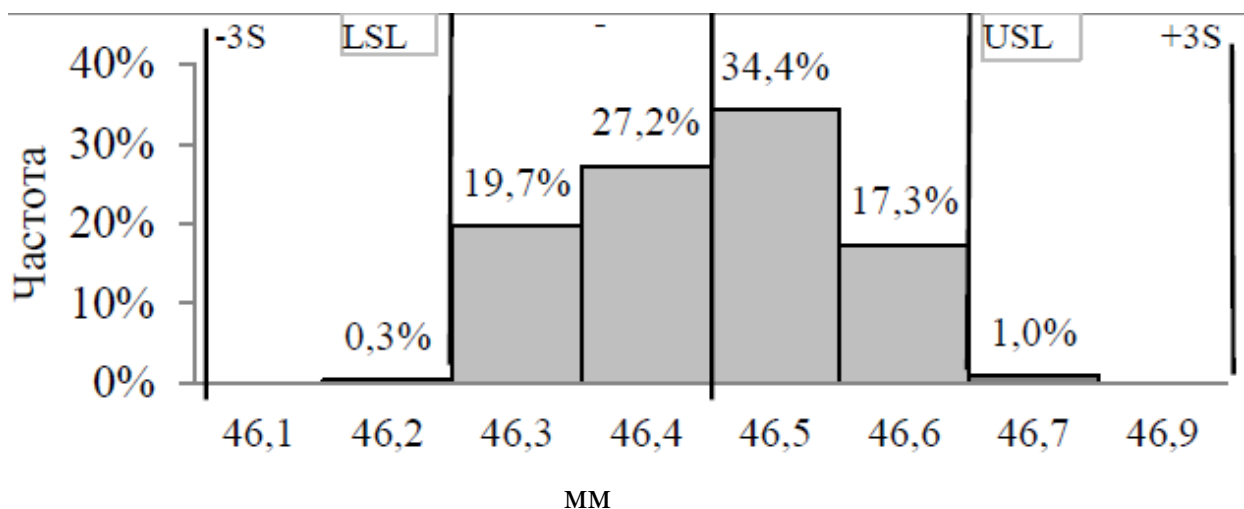


Рисунок 2.7 – Гістограма розкиду значень параметра "калібрування вихідної труби"

На карті середніх значень, показаної на малюнку 2.8, є кілька серій точок, які розташовані по один бік від середньої лінії. Однак значення за межами контрольних меж не були виявлені, що свідчить про своєчасне реагування на виниклі невідповідності.

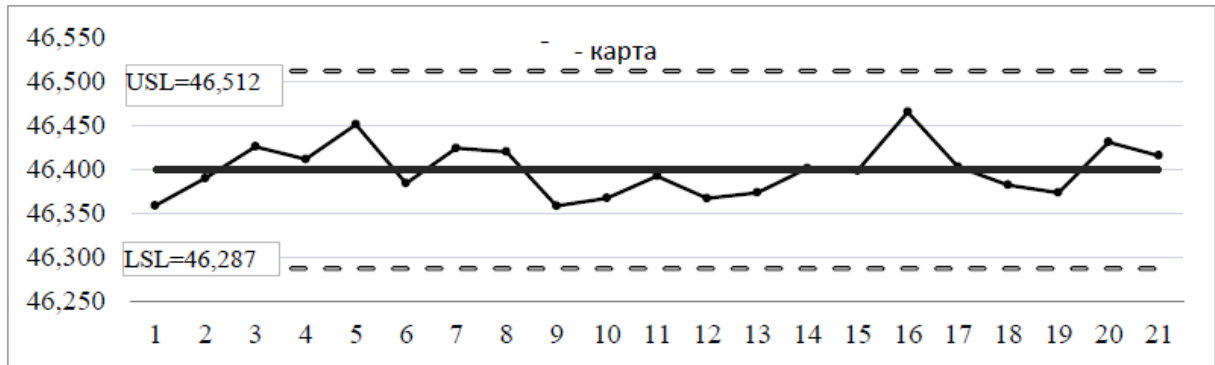


Рисунок 2.7 – Карта середніх значень за параметром "калібрування вихідної труби"

На малюнку 2.8 показана карта розмахів розглянутого параметра, яка також не виявляє критичних невідповідностей.

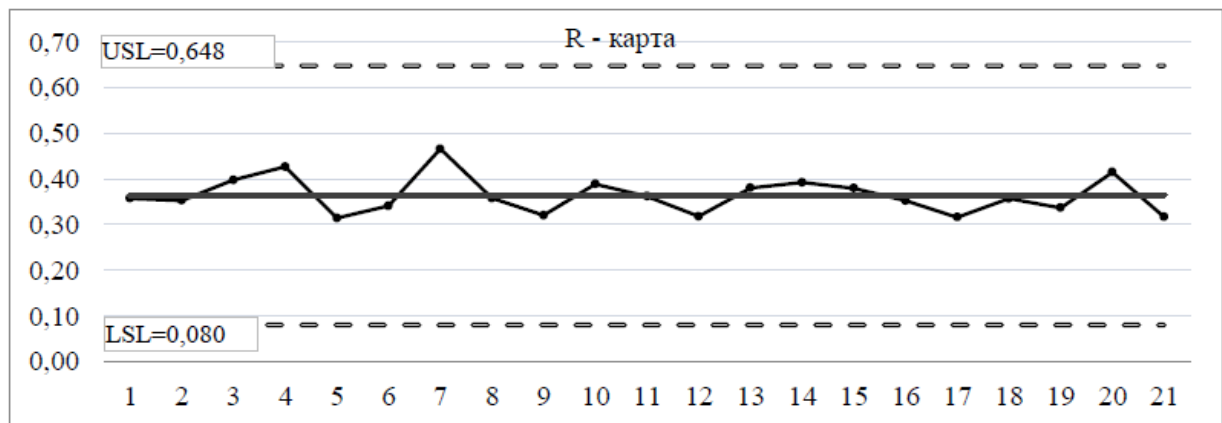


Рисунок 2.8 – Карта коливань для параметра "калібрування вихідної труби"

Наступними розглянутими параметрами є «виступання вхідної труби» і «виступання вихідної труби», результати вимірювань яких представлені в таблицях Г4 і Г5 в додатку Г. Значимість цих параметрів обумовлена їх значним впливом на якість зварного шва при зборці системи випуску вихлопних газів. Невідповідність параметрів вимогам може призвести до

порушення герметичності глушника, пропалити метал при зварюванні, а також унеможливити збірку системи. Вимоги до цих параметрів наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Вимоги до параметрів «виступання вхідної труби» і «виступання вихідної труби»

Межі	Номінальне значення	Ширина поля допуску на параметр
Верхня – 7,7 мм	7,00 мм	1,4 мм
Нижня – 6,3 мм		

На малюнку 2.9 показана гістограма розкиду значень параметра «виступання вхідної труби» за період, що розглядається.

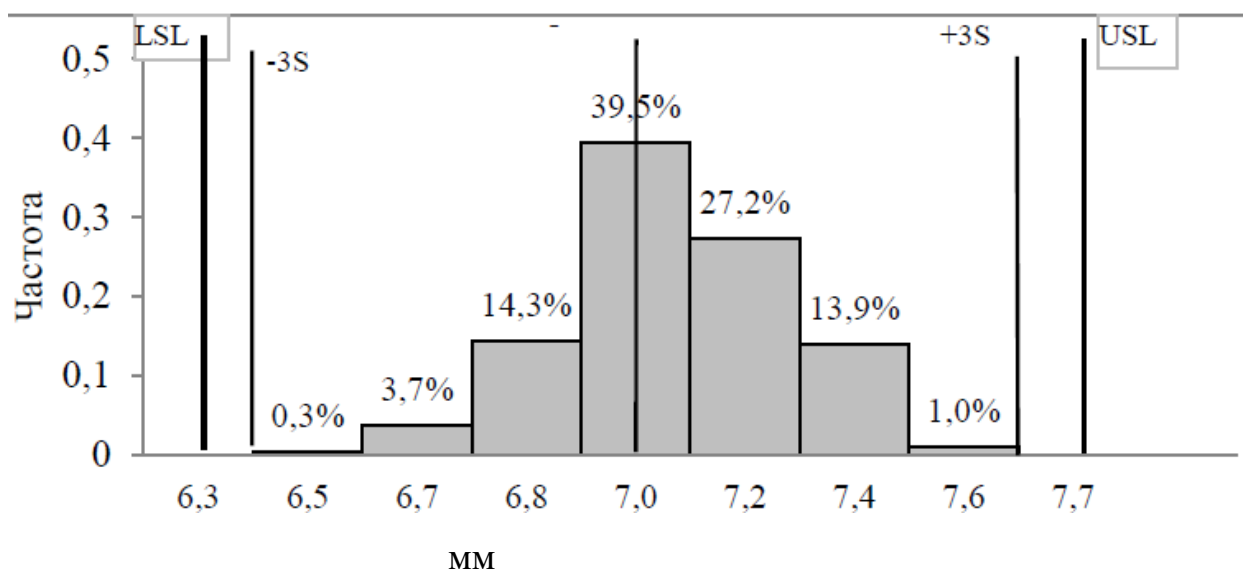


Рисунок 2.9 – Гістограма розкиду значень параметра "виступання вхідної труби"

Як видно з рисунку 2.9, розподіл значень параметрів близький до нормального. Фактичні значення технологічних показників за параметром «виступання вхідної труби» наведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Фактичні значення показників процесу

Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення значень параметрів	Індекси придатності процесу
6,99 мм	0,18 мм	$C_p=1,31$
		C_{pk} для лівого поля допуску=1,30
		C_{pk} для правого поля допуску=1,32

Отримані значення індексів є допустимими, і свідчать про те, що значення розглянутого параметра процесу не наближаються до межі, що знижує ризик виникнення невідповідності одиниць виробництва.

Однак в ході вимірів суміжного параметра - «виступання вихідної труби» були виявлені браковані вироби, що можна побачити на схемі, наведеній на малюнку 2.10. Незважаючи на те, що гістограма виглядає близькою до нормального розподілу, занадто великий розкид значень призвів до того, що деякі з них виходили за межі специфікації параметрів.

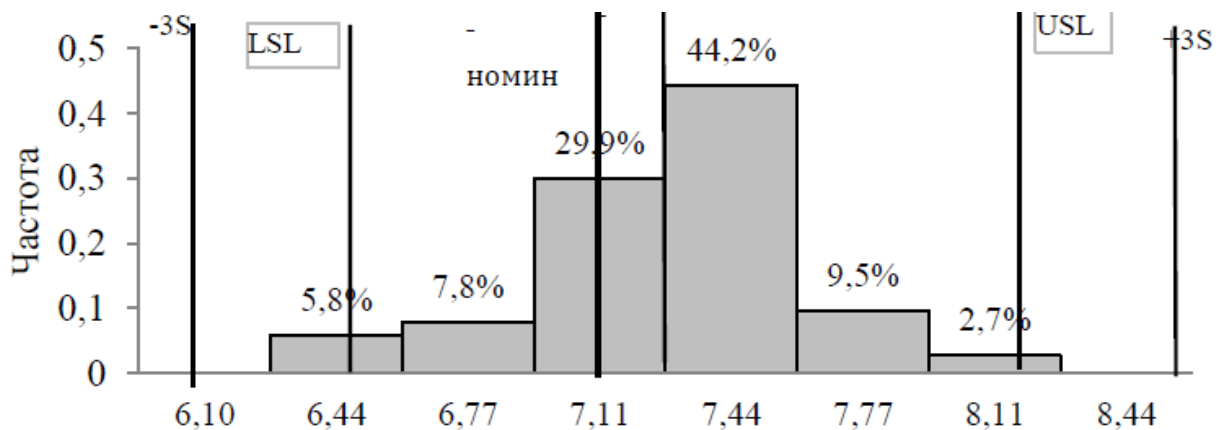


Рисунок 2.10 – Гістограма розкиду значень параметра "виступання вихідної труби", мм

Фактичні значення показників процесу за параметром «виступання вихідної труби» наведені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Фактичні значення технологічних показників за параметром «виступання вихідної труби»

Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення значень параметрів	Індекси придатності процесу
7,11 мм	0,33 мм	$C_p=0,69$
		C_{pk} для лівого поля допуску=0,80
		C_{pk} для правого поля допуску=0,59

Отримані значення індексу є неприпустимими і підтверджують наявність бракованої продукції. Також, виходячи з цих значень, можна зробити висновок, що процес зміщений вправо щодо центру поля допуску.

У карті середніх значень, яка наведена на рисунку 2.11, можна побачити нерівномірний розподіл значень. Однак критичних значень за межами контрольних меж не виявлено, що свідчить про те, що були вжиті своєчасні дії щодо мінімізації кількості бракованої продукції.

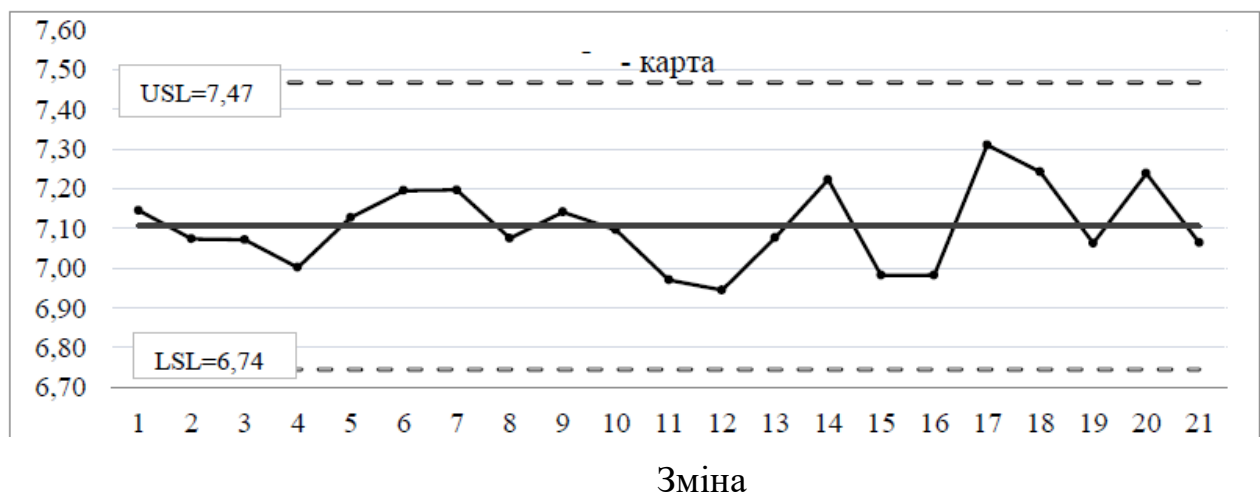


Рисунок 2.11 – Карта середніх значень параметра "виступання вихідної труби"

На карті розмахів, показаної на малюнку 2.12, спостерігаються різкі коливання значень у бік нижньої межі.

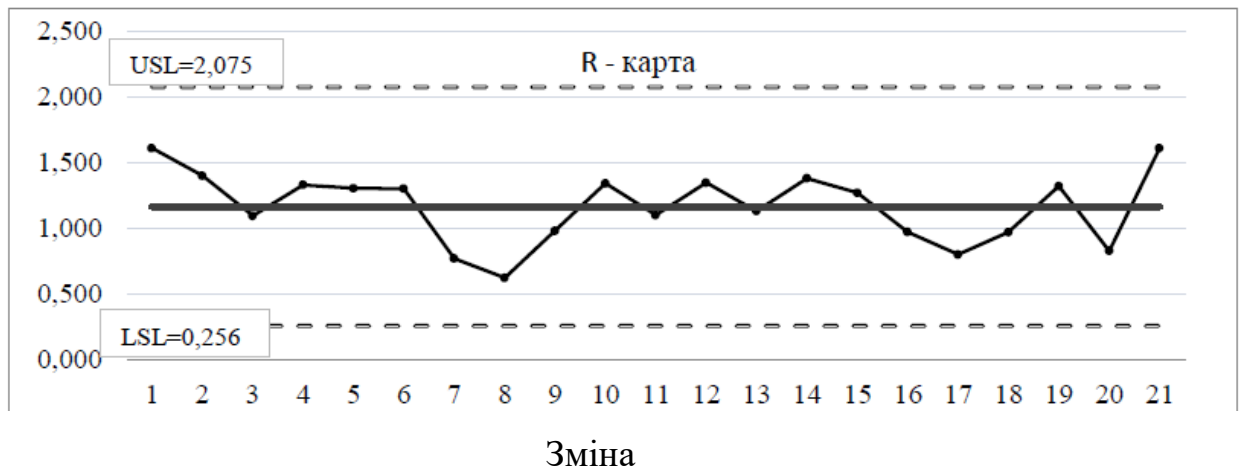


Рисунок 2.12 – Карта розмахів для параметра «виступання вихідної труби»

Таким чином, в результаті проведених вимірювань були виявлені невідповідності в таких параметрах як: «калібрування вхідної труби», «калібрування вихідної труби» і «виступання вихідної труби». Варто відзначити, що параметр «виступання вихідної труби» є найбільш проблемним (індекс $C_p=0,69$). Щоб виявити причину дефектів за цим параметром, необхідно провести більш детальний аналіз за допомогою діаграми «Ішікави» (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Діаграма Ішікава проблеми «Можливі причини виникнення невідповідностей за параметром «виступання вихідної труби»»

Діаграма Ішікава відображає всі можливі причини, які призводять до невідповідностей за цим параметром. Щоб виявити найбільш ймовірну причину, дані діаграми аналізуються відповідно до можливості виникнення і ступеня впливу на проблему. У таблиці 2.17 відображена оцінка цих характеристик. Бали виставляються на основі безпосереднього спостереження та оцінки стану процесу в місці можливого виникнення проблеми, за шкалою від 0 (виникнення/вплив виключено) до 5 (виникнення найбільш ймовірне/вплив максимальний).

Таблиця 2.17 – Оцінка впливу можливих причин невідповідностей на розглянутий параметр

Причина		Можливість виникнення	Вплив на проблему	Підсумок
Матеріал	Невідповідність якості матеріалу	2	5	10
	Невідповідність геометрії нормам	4	5	20
Обладнання	Несправність обладнання	0	1	0
	Низька якість обслуговування	2	3	6
	Частота поломок і зупинок	2	1	2
Навколишнє середовище	Забруднення приміщень і комунікацій	0	4	0
	Погана організація робочого простору	2	4	8
Вимірювання	Неадекватність методу контролю	0	5	0
	Відсутність MSA	0	4	0
	Незадовільний стан вимірювальної системи	0	4	0
Методи виробництва	Нераціональність послідовності виконання робіт	0	3	0
	Неправильне налаштування обладнання	2	5	10
Оператор	Неправильна закладка компонентів	2	5	10
	Відсутність мотивації	2	3	6
	Відсутність досвіду	2	4	8
	Невиконання робочої інструкції (RI)	2	4	8

Як видно з таблиці 2.17, найбільш вірогідною причиною дефекту є: невідповідність геометрії матеріалу. В даному випадку під матеріалом маються на увазі готові труби, поставлені компанії Forvia. Саме довжина цих труб багато в чому визначає розглянутий параметр. Для уточнення впливу цієї

причини на виникнення невідповідностей була проведена вимірювання вибірка (30 деталей) з останньої партії труб, що надійшла компанії Forvia. Було виявлено, що значення параметра «довжина труби» мають занадто великий розкид.

Заміри довжини вихідних труб (обсяг вибірки - 30 деталей)

Межі допуску:

верхня – 217,00 мм

нижня – 215,60 мм

Таблиця 2.18 – Результати вимірювань параметра «довжина вихідної труби», мм

№	Значення	№	Значення	№	Значення	№	Значення	№	Значення
1	217,00	7	216,60	13	216,70	19	216,69	25	216,95
2	215,60	8	216,48	14	215,60	20	215,88	26	216,15
3	216,01	9	215,86	15	216,78	21	217,00	27	216,76
4	216,89	10	216,75	16	215,93	22	216,22	28	215,86
5	216,58	11	216,74	17	215,71	23	216,88	29	216,35
6	215,92	12	216,40	18	216,72	24	216,13	30	217,00
Сер.	216,37								
Розмах	1,40								
СКВ	0,47								

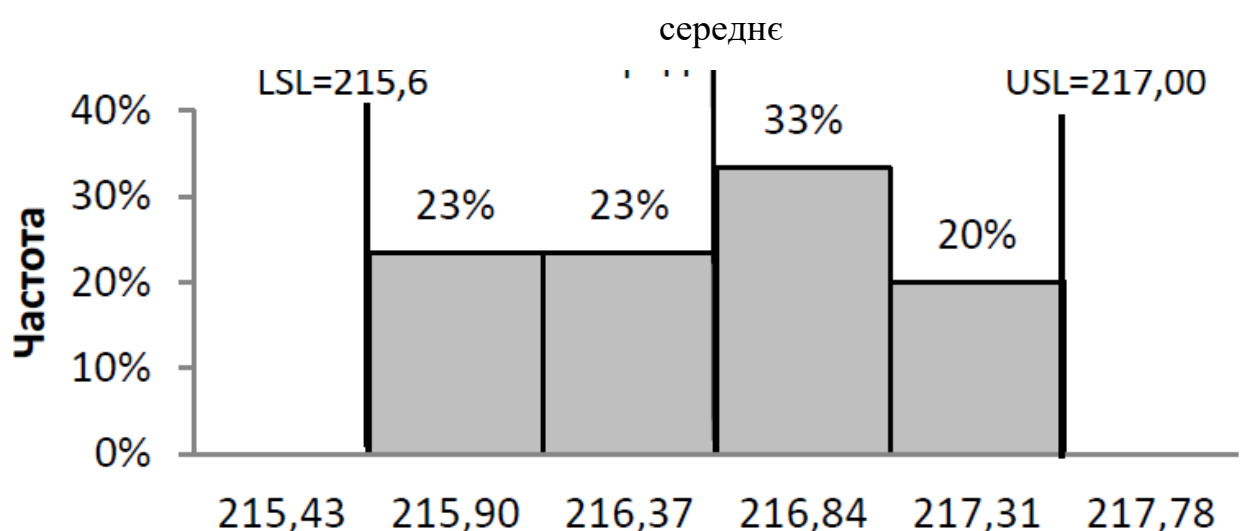


Рисунок 2.14 – Гістограма розподілу значень параметра "довжина вихідної труби", мм

Таким чином, можна зробити висновок, що основною причиною невідповідності розглянутого параметра є занадто великий діапазон варіації значень довжини труб, що поставляються.

Слід зазначити, що під час виробництва основного глушника для проекту PQ26, протягом аналізованого періоду, неодноразово досягалася межа «stop defect», тобто на лінії було відкрито кілька QRCI з метою швидкого вирішення виникаючих проблем. Дані QRCI за період з 01.2024 по 05.2024 наведені в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 – Дані QRCI за проектом «PQ26» на лінії Muffler за період з 01.2024 по 05.2024

№	Дата	Місце виникнення проблеми	Опис проблеми	QRCI закритий?
1	16.01.2024	Операція 10	Розрив металу	Так
2	24.01.2024	Операція 10	Зам'ятість пукльовки	Так
3	30.01.2024	Операція 50	Тріщина на дні	Ні
4	06.02.2024	Операція 30	Немає замка	Так
5	28.02.2024	Операція 60	НОК роздача	Ні
6	02.03.2024	Операція 30	НОК Сила запресовки	Так
7	06.03.2024	Операція 60	НОК геометрія	Ні
8	15.03.2024	Операція 30	Зам'яття деталі	Так
9	22.03.2024	Операція 60	НОК роздача	Так
10	15.04.2024	Операція 70	Витік	Так
11	25.04.2024	Операція 70	Витік (повторний)	Так
12	27.04.2024	Операція 10	НОК Закачування	Так
13	11.05.2024	Операція 60	НОК Геометрія (повторне)	Ні
14	24.05.2024	Операція 60	НОК роздача (повторне)	Так

З таблиці 2.19 видно, що за аналізований період на лінії було відкрито 14 QRCI. З них 3 були відкриті повторно, що свідчить про неефективність коригувальних дій, а 4 QRCI не були закриті через невстановлену причину дефекту.

Так, у 2-му розділі роботи було проаналізовано виробнича діяльність компанії Forvia. За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що дане підприємство має сучасну розвинену систему функціонування та управління ресурсами. Компанія Forvia використовує різноманітні інструменти, методи та інструменти управління якістю, які дозволяють ефективно організувати виробничо-господарську діяльність.

Незважаючи на це, на підприємстві є «проблемні зони». Так, в ході аналізу був виявлений технологічний процес, в якому втрати від браку найбільші - процес виробництва основного глушника. Детальний аналіз якості цього процесу дозволив зробити наступні висновки:

- Статистичний аналіз даних не проводиться по розглянутому процесу, що знижує ефективність управління якістю даного процесу;
- Час від часу виникають дефекти, про що свідчать повторно відкриті QRCI на лінії. Це свідчить про низьку ефективність деяких коригувальних і запобіжних дій;
- Дефекти з'являються під впливом безлічі різних факторів, що ускладнює виявлення та оперативне усунення причин невідповідностей (підтверджено 3 незакритими QRCI за аналізований період).

З вищесказаного випливає, що діюча система оперативного реагування і вдосконалення процесу QRCI не дає бажаного ефекту в технологічному процесі виробництва основного глушника. Тому, крім існуючої процедури швидкого реагування на проблеми якості, необхідна комплексна методологія для вирішення проблем різного походження за допомогою глибокого аналізу процесів.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ «ШІСТЬ СИГМ»

3.1 Впровадження методології «Шість сигм» на підприємстві

В результаті аналізу був визначений технологічний процес компанії Forvia, який зазнає найбільших втрат від дефектів - процес виробництва основного глушника. В результаті детального розгляду цього процесу були виявлені такі проблеми, як відсутність статистичного аналізу даних про процес, наявність проблем, які час від часу повторюються, а також вплив багатьох факторів на виникнення невідповідностей. Все це призводить до труднощів оперативного реагування на виникаючі проблеми, що свідчить про необхідність впровадження комплексної методики для більш глибокого аналізу процесу. Одним з найбільш ефективних сучасних способів удосконалення процесів є впровадження методології «Шість сигм», яка заснована на статистичному аналізі процесу з метою зниження дефектності виробництва.

Доцільність впровадження методики «Шість сигм» зумовлена низкою її переваг, таких як:

- використання статистичних методів контролю, що дозволяють точно оцінювати динаміку ключових показників якості в процесі роботи, що спрощує пошук найбільш ефективних коригувальних дій;
- поетапне вирішення проблем на основі командної роботи, більш повне використання людського фактора за рахунок створення інфраструктури, що включає підготовлених фахівців з підвищеною мотивацією;
- орієнтація на кінцевий фінансовий результат;
- удосконалення процесу не тільки на оперативному, а й на стратегічному рівні.

Розглянемо впровадження методології «Шість сигм» в компанії Forvia.

У таблиці 3.1 наведено план впровадження методики, який містить основні етапи впровадження методології «Шість сигм» у компанії Forvia.

Таблиця 3.1 - План впровадження методології «Шість сигм» в компанії Forvia

Етап впровадження	Зміст етапу	Тривалість
Підготовчий етап	Вступна лекція для працівників підприємства.	3 дні
	Семінар для вищого керівництва та керівників підрозділів.	
Вибір проекту	Аналіз сучасного стану діяльності компанії	5 днів
	Ранжування процесів за критеріями ефективності, кількості бракованої продукції, втрат від браку та вибір процесу для реалізації проекту «Шість сигм».	
Передпроектне навчання співробітників	Навчання ключового функціонального персоналу методам, що використовуються в проекті «Шість сигм», і їх раціональне комплексне застосування з метою вдосконалення обраного процесу, а також формування нового погляду на процес через призму методології «Шість сигм»	25 днів
Реалізація проекту (цикл DMAIC)	Стадія 1. Визначення - Визначення вимог споживачів за допомогою QFD; - Формулювання проблеми, що виникає в процесі; - Постановка мети; - Визначення ключових параметрів процесу; - Розробка регламенту проекту; - Розробка плану проекту.	4 місяці
	Стадія 2. Вимірювання - Розробка плану збору даних; - Аналіз MSA (при необхідності) - Збір даних про ключові параметри процесу; - Побудова контрольних карт, гістограм розподілу значень параметрів;	

	<ul style="list-style-type: none"> - Розрахунок індексів придатності, а також DPMO 	
	<p style="text-align: center;">Стадія 3. Аналіз</p> <ul style="list-style-type: none"> - Виявлення та аналіз причин відхилень і невідповідностей; - Проведення додаткових експериментів та/або вимірювань для підтвердження виявлених причин невідповідностей у процесі, що розглядається; - Пріоритезація коригувальних дій 	
	<p style="text-align: center;">Стадія 4. Покращення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розробка інструментів і операцій, що захищають від помилок; - Розробка методів оптимізації процесів; - Виявлення перешкод для здійснення вдосконалюючих дій; - Розробка профілактичних заходів, спрямованих на усунення бар'єрів; - Порівняння показників процесу до і після впровадження поліпшень і попередня оцінка ефективності дій з поліпшення. 	
	<p style="text-align: center;">Стадія 5. Контроль</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розробка плану безперервного управління технологічним процесом; - Проведення аудиту процесу (після стабілізації процесу); - Оцінка фактичного економічного результату; - Документування невирішених проблем (якщо такі є); - Реєстрація даних проекту в єдиній базі даних і внесення їх в інформаційну систему підприємства; - Підготовка підсумкового звіту про виконану роботу та його представлення зацікавленим сторонам. 	
Післяпроектний період	Поширення методології на інші процеси в організації	Необмежений

Метою першого, підготовчого етапу є ознайомлення співробітників організації зі сутністю і специфікою методики «Шість сигм» і метою її

впровадження, формування чіткого уявлення про методику і початкових спеціальних навичок у керівництва компанії.

На цьому етапі проводиться вступна лекція та презентація для співробітників компанії, що розкривають особливості методики та мету її впровадження в компанії Forvia. Під час лекції має бути озвучена актуальна проблема підприємства, яка послужила приводом для ініціативи впровадження методики «Шість сигм». Також слід намітити перспективи цієї діяльності та орієнтовні ролі персоналу на кожному рівні в майбутньому проекті.

Тривалість лекції – 2 години. У лекції беруть участь вище керівництво, керівники підрозділів, майстри, бригадири та оператори лінії Muffler.

Далі повинен бути проведений семінар для вищого керівництва і менеджерів, в ході якого проводиться більш детальне вивчення особливостей методики. Особлива увага приділяється розвитку навичок у учасників семінару при відборі проектів для реалізації за методологією Парето (з урахуванням показників ефективності інвестицій), в оцінці процесів через призму «Шести сигм», а також у відстеженні ефективності та результативності проекту на всіх його етапах. Тривалість семінару – 2 дні.

У семінарі візьмуть участь: генеральний директор, директор заводу, керівник відділу виробничих процесів і продуктивності, керівник відділу якості.

На другому етапі (відбір проекту) головною складовою є вибір процесу, в якому впровадження методології «Шість сигм» буде найбільш доцільним. В якості цільового процесу слід вибрати найбільш «проблемний», рішення в якому заздалегідь невідомо. Для зручності прийняття рішень потенційні проекти з удосконалення будь-яких процесів, за якими може бути впроваджена методологія, ранжуються за такими критеріями, як:

- частка невідповідної продукції в загальній кількості браків на підприємстві;

- збитки (наприклад, фінансові втрати від бракованої продукції або втрата продуктивності через простої через якість);

- за рівнем складності виявлення першопричин неполадок (впровадження «Шість сигм» доцільно тільки в тих випадках, коли рішення проблеми не є очевидним і вимагає додаткового глибокого аналізу).

Важливо відзначити, що проект повинен відповідати наступним критеріям:

- проект повинен бути спрямований на вирішення значущої для підприємства проблеми;

- цілі проекту повинні бути узгоджені зі стратегічними цілями організації;

- локальність характеру проблеми;

- вирішення проблеми має призвести до реального економічного ефекту;

- проект повинен мати можливість вимірювати кількісні показники;

- повинна бути перспектива підвищення задоволеності клієнтів за результатами проекту;

- обраний для проекту процес впровадження методики повинен бути керованим.

Передпроектне навчання співробітників, яке є третім етапом впровадження методики, передбачає підбір і навчання ключового функціонального персоналу для його подальшої участі в реалізації проекту «Шість сигм». Ключовим функціональним персоналом є фахівці різних підрозділів, кожен з яких має певні повноваження і відповідальність в проекті впровадження методики «Шість сигм». Ступінь участі кожного з фахівців визначається рівнем його компетентності та володіння методикою.

Перелік вимог до персоналу і бальна оцінка компетентності від 0 (навичка не потрібна) до 3 (необхідний високий рівень володіння навичками) наведені в таблиці 3.2. Ці вимоги розроблені відповідно до стандарту впровадження «Шість сигм» і є основними критеріями відбору персоналу для участі в проекті впровадження методології. Тобто, проаналізувавши таблицю

3.2, можна зробити висновок, що для реалізації проекту відбираються найбільш досвідчені і цінні співробітники організації.

Таблиця 3.2 – Необхідна мінімальна компетенція персоналу для участі в проекті впровадження програми «Шість сигм»

Навички	Оцінка компетенцій			
	Володар "чорного поясу"	Спеціалісти чорного поясу	Фахівці «зеленого поясу»	Фахівці "жовтого поясу"
Сприйняття змін у бізнес-середовищі	3	2	1	1
Комп'ютерна грамотність	3	3	1	1
Орієнтація на споживача	3	3	3	3
Навички міжособистісного спілкування	3	3	2	1
Мотиваційні навички	3	3	2	1
Математична грамотність	3	2	1	1
Практичні навички вирішення проблем	3	2	3	1
Презентаційні навички	3	3	2	0
Досвід удосконалення процесів	3	2	1	0
Навички управління процесами	3	3	2	0
Навички управління проектами	3	3	2	0
Орієнтація на результат	3	3	2	2
Знання методів «Шість сигм»	3	2	1	1
Статистичні навички	3	2	1	0
Навички використання статистичного програмного забезпечення	3	3	1	0

Виходячи з цих критеріїв, для реалізації проекту «Шість сигм» були відібрані фахівці різних підрозділів, що займаються управлінням і реалізацією технологічного процесу виробництва глушників в компанії Forvia. Також для участі в проекті залучаються працівники на посади «лідер», спонсор проекту», «менеджер із впровадження». Основні обов'язки учасників проекту наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Учасники проекту впровадження «Шість сигм»

Посада в проекті	Посада співробітника	Основні обов'язки
Лідер	Директор заводу	<ul style="list-style-type: none"> - Визначення стратегії впровадження методології «Шість сигм»; - Постановка і просування цілей компанії, пов'язаних з функціонуванням методики.
Менеджер із впровадження	Керівник виробництва	<ul style="list-style-type: none"> - Сприяння впровадженню методики; - Визначення обсягу методики і кількості фахівців в проекті; - Надання керівництву звітів про хід виконання проекту; - Управління об'єктом реалізації - технологічним процесом; - участь в оцінці етапів проекту.
Спонсор проекту	Керівник виробничих процесів та продуктивності	<ul style="list-style-type: none"> - Підтримка запропонованого проекту; - Надання ресурсів, необхідних фахівцям Black Belt для виконання проекту; - Усунення бар'єрів для впровадження; - Участь в оцінці проміжних результатів проекту; - Забезпечення повної відповідності всім рекомендаціям проекту «Шість сигм»; - Надання та підтримка вдосконалень.
Майстер чорного поясу	Зовнішній консультант	<ul style="list-style-type: none"> - Коучинг та підтримка фахівців Чорного поясу у використанні Six Sigma; - Допомога фахівцям Black Belt у підборі та застосуванні різних методів; - Постійне надання та підтримка запропонованих та прийнятих удосконалень; - Консультування учасників проекту з питань статистичних методів;

		<ul style="list-style-type: none"> - Допомога в аналізі проекту по контрольних точках; - Проведення тренінгів з використання методик «Шість сигм» для фахівців чорного та зеленого поясів; - Управління проектами по поліпшенню відповідно до вимог.
Спеціалісти чорного поясу	Інженери з якості	<ul style="list-style-type: none"> - Виявлення можливостей для вдосконалення (разом з іншими учасниками); - Супровід проекту; - Допомога фахівцям Green Belt в застосуванні DMAIC; - Надання даних про виконані роботи для аналізу проекту в контрольних точках.
Фахівці Зеленого поясу	Майстри лінії Muffler	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечення досягнення організацією очікуваних вигод від реалізації проекту; - Виявлення можливостей для вдосконалення процесів; - Інструктаж операторів ліній Muffler.
Спеціалісти жовтого поясу	Оператори та майстри лінії Muffler	<ul style="list-style-type: none"> - Пошук можливостей для поліпшення процесу; - Правдоподібне представлення необхідної інформації про хід процесу і виникаючих проблемах; - Сприяння впровадженню заходів з удосконалення

Безпосередня реалізація проекту з удосконалення відбувається на четвертому етапі відповідно до циклу DMAIC: виявляти, вимірювати, аналізувати, вдосконалювати, контролювати.

Метою етапу «визначення» є постановка і конкретизація цілей і обсягу проекту з двох сторін: виробничої та фінансової.

Ще одним важливим моментом є постановка проблеми, яка повинна бути коротко викладена і доведена до відома всіх учасників проекту.

Таким чином, для розглянутого в даній роботі процесу проблема може бути сформульована таким чином: «Рівень браку в технологічному процесі виробництва основного глушника (лінії Muffler) перевищує допустимий за

результатами періоду з 11.2023 по 04.2024. В процесі виникають дефекти, виявлення причин яких на оперативному рівні викликає труднощі».

На основі сформульованої задачі ставиться мета за принципом SMART: конкретність, вимірність, досяжність, актуальність і обмеження в часі.

Таблиця 3.4 – Зміст виходів етапу "визначення"

Вихід зі стадії "визначення"	Зміст «виходу»
План проекту	Діаграма Ганта проекту
	Опис процедур оцінювання на етапах проекту
	Структура розбивки роботи
	Список необхідних ресурсів
Регламент проекту	Постановка та опис проблеми
	Формулювання мети і завдань по її досягненню
	Область застосування проекту
	Показники ефективності проекту
	Передбачувані прибуткові та кризові моменти проекту
	Ключові етапи, етапи проекту та очікувані результати
	Перелік та опис ризиків проекту
	Розрахунок вартості проекту
	Інформація про процес (карта процесу, показники процесу)

Також під час першого етапу необхідно визначитися з приблизними термінами реалізації проекту.

Крім перерахованого вище, на цьому етапі повинні бути визначені параметри, які згодом будуть вимірюватися.

Після закінчення першого етапу повинен бути отриманий план проекту і положення про проект, зміст яких вказується в таблиці 3.4.

Далі йде етап «Вимірювання», метою якого є розробка плану збору даних, аналіз оцінок показників процесу, які в подальшому послужать основою для перевірки ефективності впроваджених рішень.

На цьому етапі збираються дані про змінні, які впливають на проблему: характеристики процесу і технологічні можливості. Також, при необхідності, слід провести аналіз MSA для забезпечення точності вимірювань.

Вимірювання характеристик технологічного процесу слід починати з аналізу документації. Щоб визначити характеристики процесу, спочатку необхідно переглянути письмові процедури, робочі інструкції, блок-схеми та записи про якість. Потім для кожної характеристики процесу створюється план вимірювань, в якому перераховуються всі етапи діяльності процесу вимірювання.

Характеристики процесів включають наступні вхідні та вихідні змінні: постачальники, матеріали, процеси, результати та клієнти, незавершене виробництво, час обробки, час виконання, час циклу, пропускна здатність, карти потоку цінності, карти процесів, блок-схеми, процедури, робочі інструкції, діаграми спагеті.

На виході етапу вимірювання повинні бути отримані: план збору даних, номер PPM, контрольні діаграми, гістограми, аналіз відтворюваності та придатності процесу, а також повинен бути визначений обсяг вибірки.

Третім етапом циклу DMAIC є аналіз для визначення причин невідповідностей, виявлених на попередньому етапі.

На цьому етапі визначається відповідність ключових параметрів процесу встановленим вимогам, виявляються і аналізуються причини відхилень і невідповідностей, пріоритезуються коригувальні дії.

Виявлення першопричини зниження якості може бути реалізовано за допомогою таких інструментів аналізу, як: діаграми Ішікави, FMEA-аналіз, аналіз 5 Whys, експерименти, аналіз втрат.

Вихід цього етапу може включати: причинно-наслідкові діаграми, результати p-FMEA, результати перевірки гіпотез, дані ANOVA (дисперсійний аналіз), результати експериментів, список важливих вхідних параметрів, аналіз проекту, формулювання причин невідповідностей.

Метою етапу «Удосконалення» є встановлення сталого вдосконалення процесу. На цьому етапі слід розробити дії, які охоплюють як реалізацію інструментів і операцій, що захищають від помилок, так і методи оптимізації та створення процесів, стійких до випадкових факторів. Необхідно виявити всі перешкоди, що перешкоджають застосуванню обраного рішення, а також шляхи їх подолання.

Результати етапу вдосконалення, в залежності від ситуації, можуть включати матрицю вибору рішення, що забезпечує захист від помилок, результати оновленого процесу, індекси відтворюваності і придатності (початкові і очікувані після впровадження поліпшень), поліпшену карту процесу, оновлений список критично важливих для якості характеристик, аналіз проекту.

У розділі 2 даної роботи була виявлена проблема, яка найбільше впливає на якість розглянутого процесу - велика кількість невідповідностей в параметрі «виступання вихідної труби». Причиною такої проблеми є занадто великий розкид значень довжини труб, що поставляються. Виходячи з виявленої причини, можуть бути запропоновані наступні дії по поліпшенню:

- Звуження поля допуску для параметра «довжина труби» з 1,40 мм до 1,10 мм.

Нові межі допуску:

Верхня – 216,85 мм

Нижня – 215,75 мм

Метою цих дій з удосконалення є зменшення варіативності процесу, зменшення ймовірності виникнення невідповідностей.

У таблиці 3.5 наведено порівняння основних розглянутих показників якості за цим параметром до і після впровадження заходу.

Таблиця 3.5. - Порівняння основних показників якості, що розглядаються за параметром «виступ вихідної труби» до і після здійснення заходів по поліпшенню.

Індекс	Перед впровадженням	Після впровадження
Індекс придатності процесу C_p	0,69	1,33
Розмах	1,67	1,10
середньоквадратичне значення параметрів	0,33	0,13
Варіація	0,1089	0,0169

В результаті звуження меж допуску очікується підвищення постачальником індексу придатності до цільового значення 1,33, а також зниження варіації на 84,48%, тобто зниження ризику виникнення невідповідності одиниць виробів. З урахуванням зсуву процесу на 1,5 сигми з часом очікується, що дефекти виникатимуть не частіше ніж у 0,27% випадків.

Завершальним етапом циклу DMAIC є «Контроль», в ході якого ефективність рішення підтверджується аналізом фактичних даних.

На цьому етапі повинен бути підготовлений план безперервного моніторингу процесів для використання у відділах, що працюють з процесом.

Після того, як удосконалення процесу підтверджено, вони передаються спонсору проекту та відділам, які застосовують процес. Приблизно через півроку після закінчення проекту слід провести аудит процесу і проаналізувати його результати. Дата проведення аудиту процесу визначається до дати здачі проекту.

Всі деталі, факти та інша інформація, отримана в ході реалізації проекту, повинна бути записана і передана в інші підрозділи, в яких вони можуть бути застосовані.

Фахівець «чорного поясу» документує будь-які проблеми, що залишилися невирішеними під час виконання проекту, або розробляє довгострокові плани, які власник процесу та інші зацікавлені сторони повинні використовувати для повної реалізації вдосконаленого процесу.

Остаточний звіт повинен бути підготовлений і відправлений зацікавленим сторонам, який повинен зберігатися таким чином, щоб до нього був легкий доступ. Всі звіти повинні бути оформлені за єдиним стандартом і мати алфавітний індекс за ключовими словами. Звіт має містити засвоєний досвід, який буде використані командами «Шість сигм» у майбутньому.

Результати етапу «Контроль», в залежності від ситуації, можуть включати: плани управління процесами, оновлений перелік критично важливих для якості характеристик, контрольні карти, гістограми розподілу значень параметрів процесу, індекси придатності процесу, план управління процесом, оцінку фінансових результатів, а також результати проекту, що відображають ступінь досягнення цілей, визначених в регламенті проекту.

П'ятий і завершальний етап впровадження «Шести сигм» – це післяпроектний період, метою якого є поширення «Шести сигм» на інші процеси в організації.

Завдяки досвіду і знанням, отриманим на проекті впровадження методики в процес виробництва основного глушника, співробітники компанії мають можливість розглянути всі бізнес-процеси з нового боку.

Спочатку на цьому етапі аналізується інформація про хід виконання виконаного проекту, а також результати аудиту процесу, проведеного на етапі контролю. Це дозволить уникнути повторення помилок, а також знайти способи скорочення часу і матеріальних ресурсів на реалізацію проекту.

Тривалість цього етапу безпосередньо залежить від кількості бізнес-процесів на підприємстві та складності їх організації.

Таким чином, впровадження методики «Шість сигм» в процес виробництва основного глушника дозволить провести глибокий аналіз процесу і проблем, що виникають в ньому, за допомогою статистичних інструментів. Це призведе до підвищення точності визначення причин невідповідностей, а, отже, до підвищення ефективності коригувальних дій і зведення до мінімуму ймовірності появи бракованої продукції.

В рамках даної магістерської дисертації було продемонстровано рішення проблеми, яка найчастіше виникає в процесі - дефект геометрії виробу через невідповідність параметра «виступ вихідної труби». Згідно з планом впровадження «Шість сигм» (табл. 3.1), протягом 5 місяців, відведених на реалізацію даного проекту впровадження, очікується усунення всіх проблем в процесі, вирішення яких раніше викликало труднощі, що призведе до значного поліпшення розглянутого технологічного процесу.

Слід зазначити, що запропонований план впровадження методики може бути реалізований для більшості процесів компанії Forvia, що дозволить підприємству вийти на новий рівень управління якістю за різними видами діяльності.

3.2 Розрахунок показників ефективності процесу після впровадження інструментів «Шість сигм»

Економічна ефективність заходу характеризується співвідношенням отриманого економічного результату і витрат на його проведення. Таким чином, якщо відношення результату до витрат більше одиниці, захід можна вважати економічно ефективною.

Економічним результатом реалізації заходу впровадження методики «Шість сигм» в основний процес виробництва глушника є зниження фінансових втрат від списаної бракованої продукції. Для оцінки рівня зниження цих втрат розраховують кількість бракованої продукції до і після здійснення заходу.

Оскільки, за результатами вимірювань основних показників протягом семи робочих днів, за параметром «виступання вихідної труби», 8 одиниць продукції з 294 мали невідповідності, то в цьому випадку частка бракованої продукції (Чд.п.) становить:

$$Ч_{д.п.} = \frac{8}{294} 100 = 2,72 \%$$

Річний випуск продукції «головний глушник» в рамках проекту PQ26 на лінії Muffler становить 70000 одиниць. Звідси число бракованих одиниць (К_{д.в.рік}) за розглянутим параметром за рік імовірно дорівнює:

$$K_{д.в.рік} = 70000 \cdot 0,0272 = 1904 \text{ одиниць продукції}$$

Для розрахунку фінансових втрат від браку проаналізовано таблицю 3.6, в якій відображена собівартість розглянутого виробу після проходження кожної технологічної операції.

Таблиця 3.6 - Вартість основного глушника на виході кожної технологічної операції

Операція	Вихідний компонент	Вартість вихідного компонента, EUR
Операція 10	Корпус	72,35
Операція 20	Корпус відбортований	118,37
Операція 30	Внутрішній картридж	165,28
Операція 40	Корпус 1993554X	277,64
Операція 50	Корпус в зборі	304,5
Операція 60	Корпус 1993572XX	395,22
Операція 70	Основний глушник 1993572XX	441,04
Підсумковий контроль	Основний глушник в зборі 1993572XX	510,5

Контроль параметра «виступання вихідної труби» проводиться після операції № 60. Як видно з таблиці, вартість компонента на виході цієї операції становить 395,22 євро. Виходячи з цього, річна сума збитків (СВ_{рік}) від дефектів через невідповідність розглянутого параметра дорівнює:

$$СВ_{рік} = 1904 \cdot 395,22 = 752498,88 \text{ Євро}$$

Після реалізації запропонованих дій по поліпшенню значення параметра процесу будуть знаходитися в межах плюс/мінус трьох стандартних відхилень, тобто очікується зниження відсотка бракованої продукції до 0,27%. Таким чином, кількість бракованих одиниць на рік (К_{д.в.рік1}) після впровадження заходу дорівнює:

$$K_{\text{д.в.рік1}} = 70000 \cdot 0,0027 = 189 \text{ одиниць продукції}$$

Це означає, що річна сума збитків від дефектів ($CB_{\text{рік1}}$) після здійснення заходу дорівнює:

$$CB_{\text{рік1}} = 189 \cdot 395,22 = 74696,58 \text{ Євро}$$

Ефективність реалізації заходу оцінюють за співвідношенням втрат від дефектів до і після його виконання (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Співвідношення втрат від дефектів до і після здійснення заходу

Пункт	Кількість бракованих виробів за рік на виріб "глушник основний RQ26" (через невідповідність параметру "виступання вихідної труби")	Вартість одного бракованого товару, Євро	Розмір втрат від дефектів для виробу "основний глушник RQ26" (через невідповідність параметру "виступання вихідної труби"), Євро
До впровадження «Шість сигм»	1904 одиниці	395,22	752498,88
Після впровадження «Шести сигм»	189 одиниць	395,22	74696,58
Ефект	Зменшення на 1715 одиниць або на 90,07%	Не змінюється	Зменшення на 677802,30 євро. Або на 90,07%

Ще одним важливим показником є відсоток скорочення браку на весь проект RQ26, в рамках якого функціонує розглянутий технологічний процес. Збитки від дефектів за цим проектом за 5 місяців 2024 року (з 01.2024 по 05.2024) склали 533604,00 євро. Тобто орієнтовна сума збитків за проектом RQ26 (CB_{RQ26}) за рік становить:

$$CB_{\text{RQ26}} = \frac{533604,00}{5} \cdot 12 = 1280649,60 \text{ Євро}$$

Оскільки, в результаті реалізації заходу, очікуване зниження втрат від браку дорівнює 677802,30 євро, зниження рівня браку в процесі в процентному співвідношенні (ZnB_{PQ26}) дорівнює:

$$ZnB_{PQ26} = \frac{677802,30}{1280649,60} \cdot 100\% = 52,93\%$$

Зниження втрат від дефектів в процесі виробництва основного глушника на 52,93% свідчить про досить високий позитивний ефект в плані поліпшення якості продукції. Але розрахунок економічного результату більш об'єктивний (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Порівняння витрат до і після впровадження заходу

До впровадження «Шість сигм»	Сума, EUR	Після впровадження «Шести сигм»	Сума, EUR	За рахунок чого зменшуються/збільшуються
Втрати від браку за рік для виробу "основний глушник RQ26"	752498,88	Втрати від браку за рік для виробу "основний глушник RQ26"	74696,58	зменшуються за рахунок впровадження методики «Шість сигм».
Витрати на матеріальну підтримку реалізації моделі «Шість сигм»	0	Витрати на матеріальну підтримку реалізації моделі «Шість сигм»	24520,00	Збільшуються за рахунок додаткових закупівель матеріального забезпечення для реалізації проекту впровадження «Шість сигм»
Оплата понаднормової роботи для операторів лінії глушника	0	Оплата понаднормової роботи для операторів лінії глушника	14500,00	Збільшуються за рахунок додаткових виплат операторам за понаднормові години, виділені на навчання за програмою «Шість сигм»
Використання сторонніх консультантів Six Sigma	0	Використання сторонніх консультантів Six Sigma	30000,00	Вони виникають за рахунок оплати послуг сторонніх консультантів відповідно до умов договору підряду.
Підсумок	817498,88	Підсумок	378716,58	
Економічний результат	438782,30			

Економічний ефект (E) можна розрахувати за формулою (3.1):

$$E = \frac{EP}{B}, \quad (3.1)$$

де EP - економічний результат від реалізації заходу, євро;

B - вартість реалізації заходу, євро.

Таким чином, економічна ефективність впровадження методики «Шість сигм» з удосконалення технологічного процесу виробництва головного глушника в компанії Forvia дорівнює:

$$E=438782,3/239020,0=1,84$$

Оскільки економічний ефект перевищує 1, то здійснення заходу можна вважати доцільним і ефективним.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи були досліджені теоретичні та практичні аспекти управління якістю технологічних процесів на виробничих підприємствах. При написанні роботи всі поставлені завдання були вирішені. Таким чином, в першому, теоретичному, розділі були розглянуті особливості організації технологічних процесів, структура і види технологічних процесів, а також властивості процесів і методи їх оцінки. У другій частині розділу, присвяченій шляхам удосконалення технологічних процесів, були описані такі сучасні методи, як цикли вдосконалення, спеціальні засоби якості, методи планування процесів, методи управління, а також методи вдосконалення. Особлива увага була приділена методології «Шість сигм», заснованій на статистичному аналізі процесів з метою скорочення випуску бракованої продукції.

У другому розділі було проаналізовано діяльність підприємства компанії Forgia та виявлено як позитивні, так і негативні сторони діяльності підприємства. Особлива увага була приділена аналізу системи менеджменту якості, яка на даному підприємстві є чітко регламентованою системою управління якістю для різних видів діяльності, основою якої є міжнародний стандарт IATF 16949:2016, а також ряд внутрішніх стандартів підприємства. Подальший аналіз діяльності підприємства був спрямований на виявлення найбільш проблемного технологічного процесу. В результаті було встановлено, що в процесі виробництва основного глушника, який приносить найбільші втрати від дефектів, існує ряд невирішених проблем, а також відсутність SPC, що ускладнює фахівцям відділу якості пошук корінних причин невідповідностей.

Третій розділ роботи присвячений впровадженню в компанії Forgia методики «Шість сигм», яка є комплексною методикою поглибленого вивчення процесу з використанням SPC з метою зменшення кількості бракованої продукції на виході технологічного процесу. У цьому розділі були детально описані етапи впровадження методики в технологічний процес

виробництва основного глушника на основі циклу DMAIC: визначення, вимірювання, аналіз, удосконалення, контроль. Також було дано рішення проблеми, яка найчастіше виникає в процесі - дефект геометрії виробу через невідповідність параметра «виступання вихідної труби». У заключній частині розділу була розрахована економічна ефективність заходу, що виражається в зниженні втрат від дефектів в процесі на 52,93%, а також в перевищенні економічного результату над витратами на впровадження в 1,84 рази.

Таким чином, підтверджується виконання завдань, поставлених у даній магістерській, а також досягнення головної мети - вдосконалення технологічного процесу виробництва основного глушника в компанії Forvia.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів [Текст] – Введ. 01.07.16. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 45 с.
2. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги [Текст] – Введ. 01.07.16. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с.
3. ISO/TC 176/SC 2/N1289 The process approach in ISO 9001:2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso9001-2015-process-appr.pdf>
4. IATF 16949:2016 Quality management system requirements for automotive production and relevant service part organizations.
5. ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 1. Методологія (ISO 13053-1:2011, IDT).
6. ДСТУ ISO 13053-2:2016 Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 2. Інструменти і методи (ISO 13053-2:2011, IDT).
7. Басовський Л.Е. Управління якістю / Л.Е. Басовський, В.Б. Протасєв. – К. : ІНФРАМ, 2005. – С. 26.
8. Білий Є.В. Конкурентоспроможність та якість продукції: два рівня управління / Є.В. Білий, С.А. Барашков // Маркетинг. – 2003. – № 4. – С. 29–34.
9. Валявський С. М. Управління якістю продукції на підприємстві в умовах входження України в ЄС // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка» 2015, № 12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4617>.
10. Варяниченко О. В. Стандарти ISO 9000: якість як принцип та основа довіри між виробником та споживачем / О. В. Варяниченко, Г. В.

Карасьова // Економічний вісник Національного гірничого університету. - 2009. - № 1. - С. 115-122. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evngu_2009_1_20.

11. Галушак М.І. Доцільність системного підходу управління якістю на підприємстві. Матеріали Шостої Всеукраїнської науково–практичної конференції пам’яті почесного професора ТНТУ, академіка НАН України Чумаченка Миколи Григоровича «Інноваційний розвиток: стратегічний погляд у майбутнє» ТНТУ імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 6 квітня 2017 р.) ТНТУ. – 2017. – С.27–29.

12. Глічев А.В. Управління якістю продукції / А.В. Глічев. – 2-е вид., перевид. і доп. – М. : РІА «Стандарти та якість», 2004 – 365 с.

13. Горбенко Н. А. Оцінювання процесів систем управління якістю підприємств // Технологический аудит и резервы производства, 2013. № 5/5(13). С. 22–24.

14. Григорців М. В. Розвиток теорії та практики управління якістю у вітчизняних та зарубіжних країнах / М. В. Григорців // Формування ринкових відносин в Україні. - 2015. - № 9. - С. 130-133. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2015_9_34.

15. Заїнчковський А. О. Управління якістю продукції: поняття та функції / А. О. Заїнчковський, Ю. Л. Труш // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Економічні науки. - 2015. - № 2. - С. 128-133. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_econ_2015_2_20.

16. Зимовець Г. О. Підходи до створення системи управління якістю промислових підприємств // Вісник економічної науки України. – 2008. – № 1. – 33 с.

17. Івщенко Л. Й. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів] / Л. Й. Івщенко, В. В. Петрикін, С. І. Дядя, Б. М. Левченко; під заг.

ред. Л. Й. Івценка – Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 451 с.

18. Казарцев В. В., Соснін О. С. Управління технологічними процесами: теорія і практика : навч. посібник. Вид-во Європ. Ун-ту, 2017. 110 с.

19. Кравецький А.В. Менеджмент якості: проблеми та перспективи запровадження на вітчизняних підприємствах / Кравецький А.В. , Бабчинська О.І. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/15_APSN_2010/Economics/67675.doc.htm

20. Колотило Д. М., Соколовський А. Т., Гарбуз С. В. Технологічні процеси галузей промисловості : навч. посібник. / за ред. Д. М. Колотила, А. Т. Соколовського. К. : КНЕУ, 2013. 380 с.

21. Кучерук Г.Ю. Оцінка функціонування системи управління якістю на підприємстві /Г. Ю. Кучерук, Т.О. Білопашка //Економіка & держава. – 2005. - №8.– С.25-28 .

22. Крикун О.О. Сумісність і узгодження нової версії стандарту ISO 9001:2015 з міжнародними стандартами щодо систем менеджменту якості / О.О. Крикун // Електронне наукове видання "Економіка та суспільство", Мукачевський державний університет, 2016, №7 [Електронний ресурс]. URL: http://www.economyandsociety.in.ua/journal/7_ukr/7_2016.pdf

23. Лисенко О. М. Системи управління якістю: особливості впровадження згідно з новою версією стандарту ISO 9001 / О. М. Лисенко // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. Серія : Економіка і менеджмент. - 2016. - № 1. - С. 27-34. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsuem_2016_1_6

24. Метрологія, стандартизація та управління якістю Л. П. Клименко, Л. В. Пізінцалі, Н. І. Александровська, В. Д. Євдокимов. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011 – 345 с.

25. Офіційний сайт Forvia. Режим доступу: <https://www.forvia.com/en>.

26. Пономарьова О.С. Шляхи гармонізації вітчизняної практики управління якістю з міжнародними стандартами/О. С. Пономарьова//Економіка, фінанси, право. – 2008. - №5. – С. 14-16.
27. Прокопів Ю. В. Міжнародні стандарти якості в Україні та їх важливість в управлінні організацією / Ю. В. Прокопів // Молодий вчений. - 2015. - № 11. - С. 81-85. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_11_20.
28. Сіменко І.В. Якість систем управління підприємствами: методологія, організація, практика [Монографія] / І. В. Сіменко. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. – 393 с.
29. Труш Ю. Л. Розвиток теорії та практики управління якістю у вітчизняних та зарубіжних країнах / Ю. Л. Труш, О. П. Осадчук // Формування ринкових відносин в Україні. - 2018. - № 1. - С. 123-127. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2018_1_18.
30. Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації сертифікації та якості [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrndnc.org.ua>
31. Форрест У. Брейфогл III. Майбутнє управління якістю / Quality Digest Magazine, February 2008/ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.management.com.ua/qm/qm110.html?prin>.
32. Чекмасова І. А. Управління якістю підприємства: розвиток та проблеми впровадження // Вісник НТУ «ХП». 2013. № 7 (981). С. 167–173.
33. Antony J., Banuelas R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program // Measuring Business Excellence, 6 (2002), pp. 20-27.
34. Keller P. Six Sigma Demystified: A Self-Teaching Guide (2nd ed.). McGraw-Hill, New York, 2005.