

Використання статистичних методів управління якістю в логістичному процесі

Ткаченко Алла Михайлівна

*Запорізький національний технічний університет, завідувач кафедри підприємництва,
торгівлі та біржової діяльності, доктор економічних наук, професор, Україна*

Іванова Марина Іллівна

*Національний гірничий університет, доцент кафедри менеджменту виробничої сфери,
кандидат економічних наук, доцент, Україна*

Анотація. Метою статті є дослідження особливостей використання статистичних методів управління якістю логістичних процесів та апробація теоретичних досліджень на крупному промисловому підприємстві. Аналіз літературних джерел показав, що дослідженню управління якістю присвячена значна кількість робіт, як українських, так і закордонних авторів, але ж статистичні методи управління якістю були досконало проаналізовані лише незначною частиною науковців, оскільки саме ці методи віднесені до класичних, тобто таких, що вважаються загальновідомими й не потребують додаткової уваги сучасних науковців.

Авторське бачення зводиться до того, що логістичний процес є процесом трансформації, переміщення матеріального й супутніх йому потоків шляхом забезпечення управлінської свободи в умовах послідовних взаємозалежностей, стандартизації, синхронізації, спільного використання інформації й узгодженості стимулів, використовуючи інноваційні методи і моделі.

В результаті дослідження доведено, що при управлінні логістичними процесами доцільно використовувати такі статистичні методи управління якістю: описова статистика, планування експериментів, перевірка гіпотез, вимірювальний аналіз, аналіз можливостей процесу, регресійний аналіз, аналіз надійності, вибірковий контроль, моделювання, карти статистичного контролю процесу, статистичне призначення допуску, аналіз часових рядів.

Проведена апробація використання запропонованих статистичних методів управління якістю в логістичних процесах на великому промисловому підприємстві – АТ «Дніпропетровський агрегатний завод», що спеціалізується на виробництві гідророзподільників. Отримані висновки свідчать, що головна мета в області якості логістичних процесів полягає в безперервному поліпшенні виробництва продукції гірничошахтної апаратури та устаткування, що відповідає вимогам і очікуванням замовника на основі застосування інноваційних технологічних процесів, управлінських систем і інформаційних технологій. Доведено, що збільшення інтенсивності виробництва гідророзподільників негативно позначається на якості продукції; для зменшення кількості рекламаций підприємству необхідно збільшити кваліфікацію робітників всіх змін.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є систематизація теоретичних знань і практичних підходів щодо підвищення якості продукції та отримання унікальних конкурентних переваг.

Ключові слова: якість, статистичні методи управління якістю, логістичний процес, контрольний листок, гістограма, діаграма розсіювання, стратифікація, діаграма Парето.

Вступ

Фінансово-економічна криза, що має місце в Україні, характеризується скороченням платоспроможного попиту, з одного боку, та збільшенням залишків готової продукції, з іншого. Тобто спостерігається наявність масового перевиробництва. Вирішити це питання сучасні промислові підприємства можуть шляхом підвищення конкурентоспроможності та якості продукції власного виробництва в логістичному процесі. Застосування статистичних методів управління якістю дозволяє організувати ефективний контроль за причинами дефектів, невідповідністю встановленим стандартам та своєчасно реагувати на ці порушення, що призводить до безперебійності логістичного процесу.

Дослідженню управління якістю присвячена значна кількість робіт, як українських [2], так і закордонних авторів [4], але ж статистичні методи управління якістю були досконало проаналізовані лише незначною частиною науковців, оскільки саме ці методи віднесені до класичних [1, с. 240-241; 6, с. 169], тобто таких, що вважаються загальновідомими й не потребують додаткової уваги сучасних науковців. Не дивлячись на це роботи Л. Демчук [3], Г. І. Циліурік [5] присвячені саме дослідженню статистичних методів управління якістю.

Не дивлячись на значну кількість досліджень у галузі управління якістю, існує потреба подальшого розвитку питання використання статистичних методів для розробки заходів щодо удосконалення методів контролю якості виготовлення продукції, впровадження прогресивних методів контролю, виявлення причин і винуватців браку в логістичному процесі.

Головною метою цієї роботи є подальше дослідження теоретичних засад використання статистичних методів управління якістю та надання практичних рекомендацій щодо їх застосування на сучасному промисловому підприємстві у логістичному процесі.

Результати дослідження

Теоретичні засади управління якістю логістичного процесу. Якість – це загальна сукупність технічних, технологічних і експлуатаційних характеристик виробу або послуги, завдяки яким виріб або послуга будуть відповідати вимогам споживача під час експлуатації [4, с. 32]. Рівень якості – це кількісна характеристика міри придатності того чи іншого виду продукції для задоволення конкретного попиту на неї у порівнянні з відповідними базовими показниками за фіксованих умов споживання. Оцінка якості продукції передбачає визначення абсолютного, відносного, перспективного й оптимального її рівня [5, с. 133].

Застосування статистичного методів дає відчутні економічні й організаційні переваги при управлінні якістю. Порівняння основних статистичних методів наведено у табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика статистичних методів [2]

Вид методу	Зміст, мета
Контрольний листок	Систематичний облік ситуацій у вигляді конкретних даних
Гістограма	Упорядкування даних щодо періодичності появи (наприклад, у часовому вираженні)
Діаграма Парето	Упорядкування фактів по значущості
Стратифікація	Розшарування даних різного походження
Причинно-наслідкова діаграма	Аналіз джерел виникнення основних проблем (людина, машина, матеріал, метод тощо) з посиланням на вплив проблеми
Діаграма розсіювання	Винайдення закономірностей і зв'язків в інформаційному матеріалі
Контрольні карти	Постійний контроль за перебігом процесу у межах заданого допуску
Описова статистика	Кількісна оцінка характеристик одержуваних даних, метод ґрунтується на аналітичних процедурах, пов'язаних з обробкою і наданням кількісних даних
Аналіз вимірів	Набір процедур для оцінки точності вимірювальної системи в умовах її роботи
Побудова довірчих інтервалів	Процедура визначення допусків заснована на вірогідності дій, здійснених за допомогою статистичного розподілу вимірів
Аналіз можливостей процесу	Можливості процесу оцінюються змінністю процесу, що знаходиться в стані статистичної стійкості (оцінкою є індекси відтворюваності)
Перевірка гіпотез	Статистична процедура перевірки обґрунтованості гіпотези, що розглядає параметри однієї чи декількох вибірок з визначеними рівнями довіри
Регресійний аналіз	Зв'язок досліджуваної характеристики з потенційними причинами
Аналіз надійності	Використання інженерних і аналітичних методів для вирішення проблем надійності. Це стосується оцінки, прогнозу і попередження випадкових відмов з часом
Вибірковий контроль	Систематичний статистичний метод для одержання інформації про характеристики сукупностей шляхом вивчення представницької вибірки (статистичний приймальний контроль, вибіркоче обстеження)
Моделювання	Сукупність процедур, за допомогою яких теоретична чи емпірична система може бути представлена математично у вигляді комп'ютерної програми для пошуку вирішення проблем
Аналіз часових рядів	Аналіз часових трендів являє собою набір методів для вивчення послідовних у часі груп спостережень
Планування експериментів	Використовуються спеціальні виміри в досліджуваній системі, включається статистична оцінка цих змін у даній системі. У результаті з'являється можливість визначити основні характеристики системи або досліджувати вплив одного чи декількох факторів на ці характеристики

Л. Демчук розглянула у своєму дослідженні використання статистичних методів управління якістю виробничих процесів, їх стандартизацію та

довела, що «статистичне управління процесами і прийняття рішень на основі фактів – це основні вимоги міжнародних стандартів ISO серії 9000 до систем якості, які можуть бути виконані завдяки впровадженню на підприємствах статистичних методів; важливою складовою статистичного управління є здійснення заходів щодо покращення роботи підприємства на кожному етапі виробництва – це дозволить постійно покращувати характеристики процесів та забезпечить належну роботу системи управління [3, с.136].

Необхідно додати, що сучасні підприємства користуються низкою нормативних документів, що регламентують застосування статистичних методів, а саме: ДСТУ 3514-97 [7] та ДСТУ ISO/TR 10017:2005 [8].

Що стосується логістичного процесу, будемо вважати, що це процес трансформації, переміщення матеріального й супутніх йому потоків шляхом забезпечення управлінської свободи в умовах послідовних взаємозалежностей; стандартизації; синхронізації; спільного використання інформації; узгодженості стимулів, використовуючи інноваційні методи і моделі.

Нами наведено авторське бачення застосування статистичних методів в логістичному підході (табл. 2).

Таблиця 2 – Статистичні методи управлінні якістю в логістичному процесі, розроблено автором за [3]

Процеси	Статистичні методи											
	Описова статистика	Планування експериментів	Перевірка гіпотез	Вимірвальний аналіз	Аналіз можливостей процесу	Регресійний аналіз	Аналіз надійності	Вибірковий контроль	Моделювання	Карти статистичного контролю процесу (карти СКП)	Статистичне призначення допуску	Аналіз часових рядів
Аналіз з боку керівництва, який включає інформацію про показники перебігу логістичних процесів	+				+			+		+		
Оцінка процесів	+							+				
Моніторинг та вимірювання процесів	+	+	+	+	+			+		+		+
Моніторинг та вимірювання процесів	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+

Апробація теоретичних положень дослідження була виконана на базі акціонерного товариства «Дніпропетровський агрегатний завод», яке одне з перших підприємств в Україні отримало сертифікат на систему управління якістю [9]. За цілями, підходами, засобами й методами реалізації комплексна система управління якістю продукції (рис. 1) відповідає вимогам сучасних міжнародних стандартів ISO серії 9000, декларуючи і реалізуючи такі принципи, як орієнтація на споживача, лідерство керівників і залученість персоналу, процесний і системний підхід.

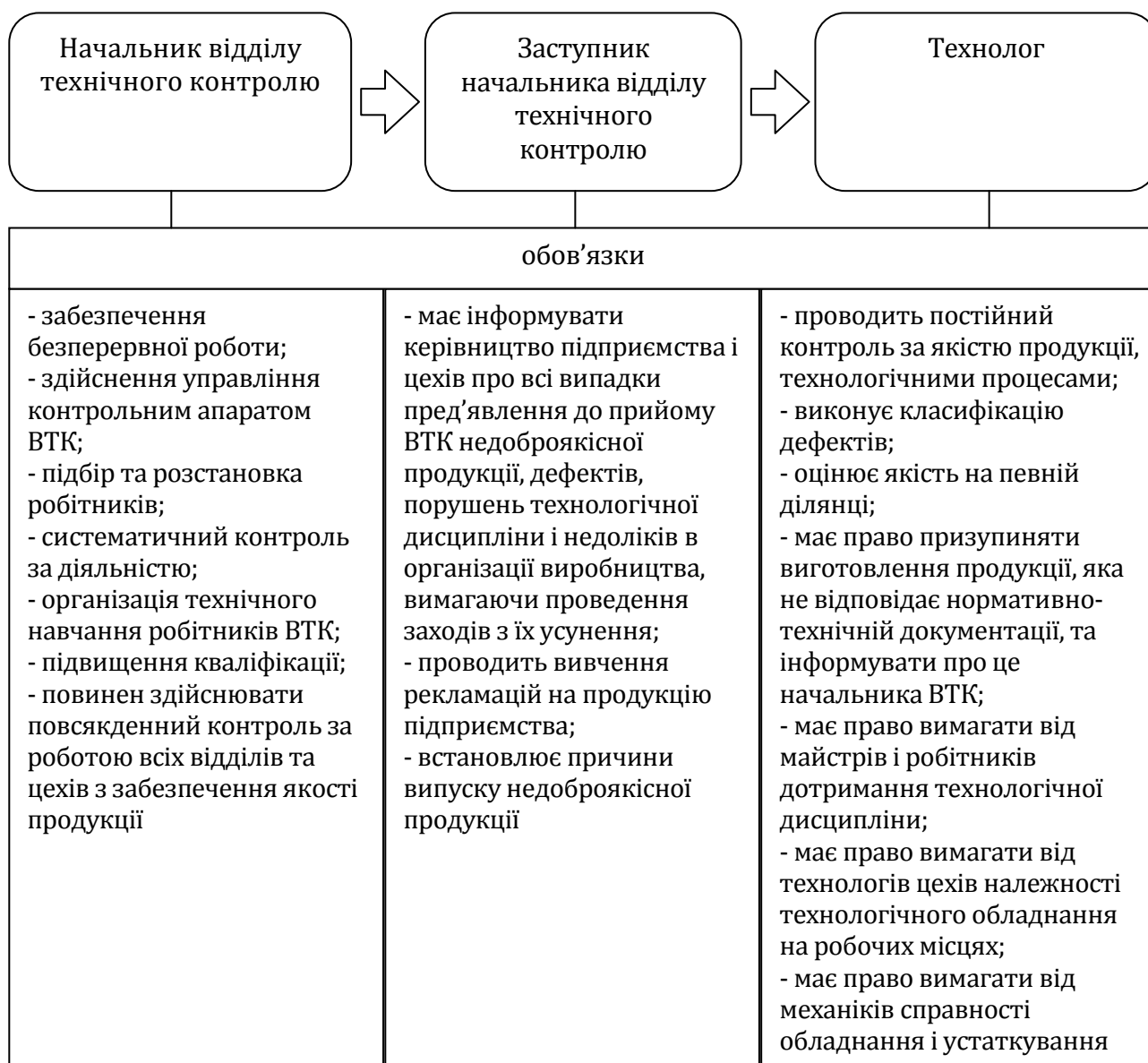


Рисунок 1 – Система управління якістю продукції у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Серед широкого асортименту АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» виробництво гідророзподільників має найбільшу питому вагу – 53% , тому питання управління якістю саме цього виду продукції є для керівництва підприємства найбільш актуальним. Виконання вимог до якості гідророз-

подільників неможливе без проведення суворого контролю конструктивних і технологічних параметрів виробів. При цьому необхідно виходити з того, що якість продукції закладається при розробці проекту, забезпечується під час її виготовлення та підтримується в процесі експлуатації.

На цей час у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» серед основних статистичних методів (або інструментів) аналізу рівня якості продукції використовується контрольний листок, гістограма (за результатами контроль-ного листка), діаграма розсіювання, стратифікація та діаграма Парето.

Для збору статистичних даних про дефекти гідророзподільників, по-перше використовується контрольний листок (табл. 3).

Таблиця 3 – Контрольний листок для збору статистичних даних про дефекти у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Контрольний листок для збору даних про дефекти гідророзподільників Підприємство: АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» Підрозділ: цех №16 Час: грудень 2015 р. Зміна: №1		
Типи дефектів	Дані контролю	Разом
Вм'ятини	1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1	14
Тріщини	2+1+1+1+1+1+3+1+1+1+1+1+1	17
Вихід за допуск у мінус	1+1+1+1+1+1	7
Вихід за допуск у плюс	1+1+1+2+1+1+3+1+1+1+4+1+1+4	23
Прожиг при термообробці	1+1+1+1+1+1+1+1	9
Перекіс базових поверхонь	1+1+1	3
Невідповідність шорсткості	2+1+1+1+3+1+1+1+1+1+1+1+1+2	18
Дефекти фарбування	1+1+1+1	4
Інші	1+1+1+1+1+1+1	7
Разом		102

На підставі зібраних за допомогою контрольних листків даних складається таблиця сумарних відмов через дефекти гідророзподільників (табл. 4).

Таблиця 4 – Сумарні відмови через дефекти гідророзподільників у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

По всіх типах дефектів	Число відмов	Відсоток від загального числа відмов
Вм'ятини	14	13,7
Тріщини	17	16,7
Вихід за допуск у мінус	7	6,86
Вихід за допуск у плюс	23	22,6
Прожиг при термообробці	9	8,82
Перекіс базових поверхонь	3	2,94
Невідповідність шорсткості	18	17,7
Дефекти фарбування	4	3,92
Інші	7	6,86
Разом	102	100,0

На підставі даних будується гістограма аналізу рівня відмов по основним типам дефектів у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» (рис. 2).

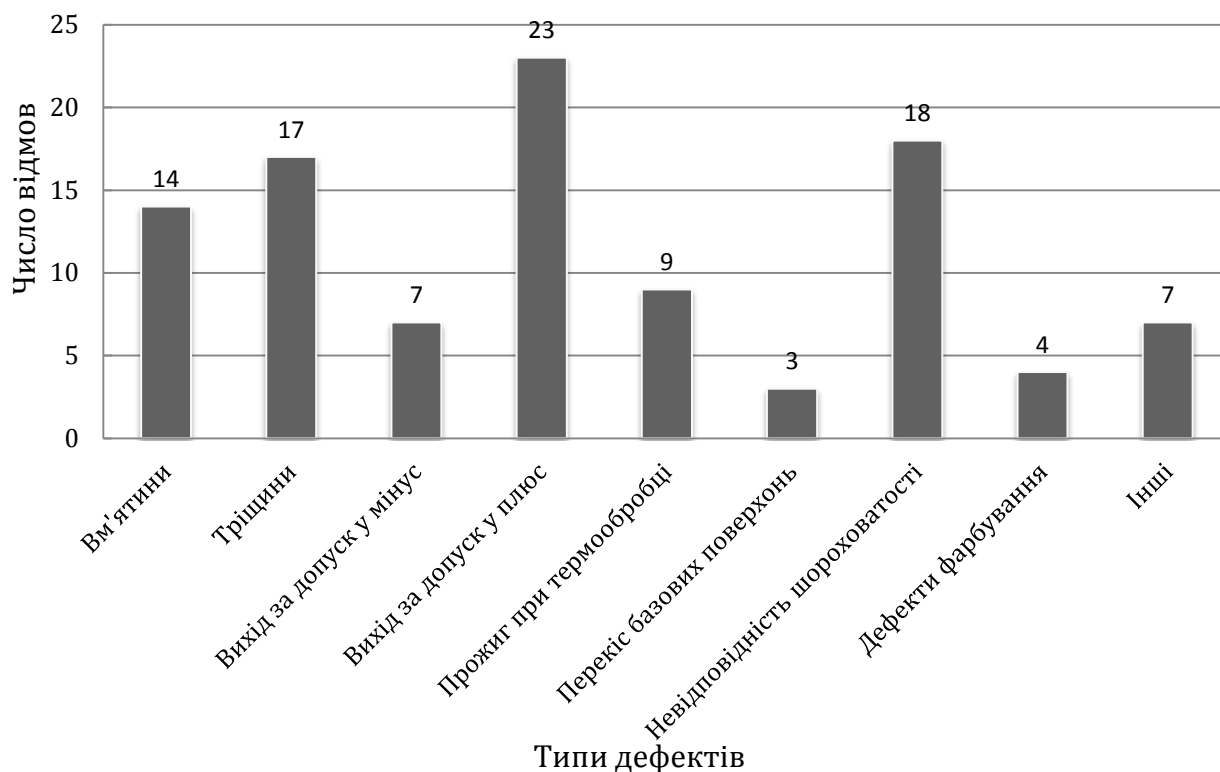


Рисунок 2 – Аналіз рівня відмов по основним типам дефектів у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Отже найбільше відмов у грудні 2015 р. було через дефект «вихід за допуск у плюс» та «невідповідність шорсткості», тобто це означає, що потрібно приділити більше уваги на виправлення цих дефектів у подальшому виробництві.

Далі паралельно застосовується аналіз рівня якості продукції за допомогою діаграми розсіювання. За допомогою цієї діаграми досліджується залежність між інтенсивністю виробництва гідророзподільників і одержаною кількістю браку, де інтенсивність – це показник, який характеризує обсяг виробництва за одиницю часу, або на одного працівника, або на один верстат. Для цього вимірюється кількість виготовлених гідророзподільників у рік і за допомогою випадкової вибірки встановлюється частка дефектних деталей у зробленій продукції. Отримані дані зводяться у табл. 5.

Таблиця 5 – Залежність бракованих гідророзподільників від інтенсивності їх виготовлення у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %
4,55	4,9	4,67	4,3	5,09	6,6
4,61	4,2	5,49	6,3	4,30	3,5
5,48	6,0	4,78	5,0	5,00	6,0
4,83	4,6	4,85	6,0	5,30	6,9
5,08	6,0	5,64	5,2	4,33	4,0
5,78	5,9	4,77	3,9	5,00	5,4
4,68	5,0	4,95	4,8	5,37	5,2

Закінчення табл. 5

Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %
5,11	5,3	5,74	6,1	4,57	4,7
5,82	5,7	4,73	3,7	4,73	4,2
4,71	4,6	4,96	6,5	5,59	6,1
4,92	4,4	5,89	5,3	4,66	3,7
5,74	6,2	4,47	3,9	4,70	5,6
4,20	4,3	5,04	5,6	5,73	6,7
4,91	4,3	5,39	6,0	4,46	4,6
5,27	5,7	4,56	5,4	5,11	4,5
5,28	4,7	5,70	6,2	4,41	4,8
4,34	5,0	4,70	6,3	5,43	5,1
5,06	5,3	5,55	6,9	4,34	4,5
5,30	6,2	4,62	4,6	4,90	4,9
4,58	4,4	5,30	5,5	5,18	5,6
4,76	5,3	5,67	6,2	4,76	5,4
5,62	4,9	4,26	3,8	5,05	4,6
4,52	3,6	4,82	5,2	5,86	6,4
5,16	5,2	5,29	5,6	4,19	4,6
5,46	4,4	4,07	3,8	4,96	4,1
4,04	5,3	4,90	5,3	5,23	5,2
4,71	4,8	5,17	6,0	4,64	4,2
5,04	4,8	5,09	3,9	4,68	5,2
4,55	3,3	4,93	5,8	5,67	5,7
5,47	5,4	4,66	3,9	5,09	4,6
4,35	4,2	4,93	5,5	5,43	5,2
5,01	5,2	5,70	5,5	5,41	6,8
5,48	5,9	4,18	3,5		
4,55	4,3	4,90	4,7		

За результатами аналізу залежності бракованих гідророзподільників від інтенсивності їх виготовлення будується діаграма розсіювання (рис. 3).

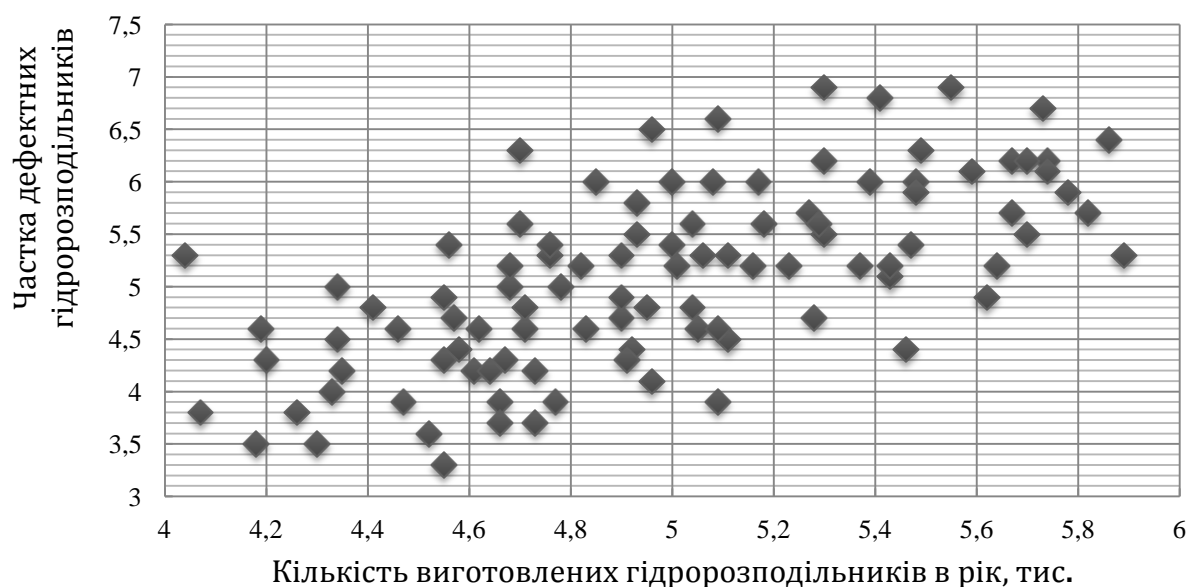


Рисунок 3 – Аналіз залежності частки бракованих гідророзподільників від інтенсивності їх виготовлення у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Наступний етап передбачає виконання такої послідовності дій. По-перше розраховується коефіцієнт кореляції, для визначення ступеня лінійної залежності за формулою (1):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

де x_i – значення, що приймається змінною x ;

y_i – значення, що приймається змінною y ;

\bar{x} – середнє значення x ;

\bar{y} – середнє значення y .

$$\bar{x} = \frac{4,55 + 4,61 + 5,48 + \dots + 5,43 + 5,41}{100} = 4,99 \text{ тис. шт.}$$

$$\bar{y} = \frac{4,9 + 4,2 + 6,0 + \dots + 5,2 + 6,8}{100} = 5,1 \%$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}) &= (4,55 - 4,99) \times (4,9 - 5,1) + \\ &+ (4,61 - 4,99) \times (4,2 - 5,1) + \dots + (5,41 - 4,99) \times (6,8 - 5,1) = 25,86 \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = (4,55 - 4,99)^2 + (4,61 - 4,99)^2 + \dots + (5,41 - 4,99)^2 = 21,08$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = (4,9 - 5,1)^2 + (4,2 - 5,1)^2 + \dots + (6,8 - 5,1)^2 = 74,03$$

$$r = \frac{25,86}{\sqrt{21,08 \cdot 74,03}} = 0,65$$

Коефіцієнт кореляції показує, наскільки щільно виражена тенденція до зростання однієї змінної при збільшенні іншої. Він може знаходитися в діапазоні $[-1, 1]$. Нульове значення коефіцієнта означає відсутність такої тенденції (але не обов'язково відсутність залежності взагалі). Проміжні значення коефіцієнта кореляції кажуть, що хоча тенденція до зростання однієї змінної при збільшенні іншої не дуже яскраво виражена, але в якійсь мірі вона все ж таки присутня.

Як видно з рис. 3 у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» існує тенденція збільшення частки браку при збільшенні інтенсивності виробництва гідророзподільників. Позитивне значення коефіцієнта кореляції підтверджує цей висновок, при цьому значення коефіцієнта кореляції свідчить про незначний взаємозв'язок між розглянутими параметрами, але цей взаємозв'язок вище середнього. Таким чином, збільшення інтенсивності виробництва гідророзподільників негативно позначається на якості продукції. При формуванні системи управління якістю цей фактор необхідно враховувати. Для підприємства, що виробляє товари, які безпосередньо пов'язані з безпекою людей (наприклад, двигуни, спецпродукцію (авіаційну), гірничошахтне устаткування), а також позиціонує свою продукцію як високоякісну (надійну) імовірно збільшення частки бракованих виробів є неприпустимим.

Діаграма розсіювання (рис. 3) показує, що між досліджуваними параметрами існує істотний позитивний зв'язок, тому наступним етапом буде проведення стратифікації за різними ознаками. При проведенні стратифікації по змінах одержуються дані, що наведені у табл. 6.

Таблиця 6 – Залежність частки бракованих гідророзподільників від інтенсивності їх виготовлення у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» по змінах

Зміна 1		Зміна 2		Зміна 3	
Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %
5,48	6	4,55	4,9	4,61	4,2
5,78	5,9	4,83	4,6	5,08	6
5,82	5,7	4,68	5	5,11	5,3
5,74	6,2	4,71	4,6	4,92	4,4
5,27	5,7	4,20	4,3	4,91	4,3
5,30	6,2	4,34	5	5,06	5,3
5,62	4,9	4,58	4,4	4,76	5,3
5,46	4,4	4,52	3,6	5,16	5,2
5,04	4,8	4,04	5,3	4,71	4,8
5,47	5,4	4,55	3,3	5,28	4,7
5,48	5,9	4,35	4,2	5,01	5,2
5,49	6,3	4,55	4,3	4,67	4,3
5,64	5,2	4,78	5	4,85	6
5,74	6,1	4,77	3,9	4,95	4,8
5,89	5,3	4,73	3,7	4,96	6,5
5,39	6,0	4,47	3,9	5,04	5,6
5,55	6,9	4,56	5,4	4,70	6,3
5,67	6,2	4,62	4,6	5,30	5,5
5,29	5,6	4,26	3,8	4,82	5,2
5,17	6,0	4,07	3,8	4,90	5,3
5,70	6,2	5,09	3,9	4,93	5,8
5,70	5,5	4,66	3,9	4,93	5,5

Закінчення табл. 6

Зміна 1		Зміна 2		Зміна 3	
Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %	Кількість виготовлених гідророзподільників у рік, тис. шт.	Частка дефектних виробів, %
5,09	6,6	4,18	3,5	4,9	4,7
5,30	6,9	4,30	3,5	5,0	6
5,37	5,2	4,33	4	5,0	5,4
5,59	6,1	4,57	4,7	4,73	4,2
5,73	6,7	4,66	3,7	4,7	5,6
5,43	5,1	4,46	4,6	5,11	4,5
5,18	5,6	4,34	4,5	4,90	4,9
5,86	6,4	4,76	5,4	5,05	4,6
5,23	5,2	4,19	4,6	4,96	4,1
5,67	5,7	4,64	4,2	4,68	5,2
5,43	5,2	4,41	4,8	5,09	4,6
5,41	6,8				

Будується діаграма розсіювання залежності частки дефектних гідророзподільників від інтенсивності їхнього виробництва для кожної зміни (рис. 4).

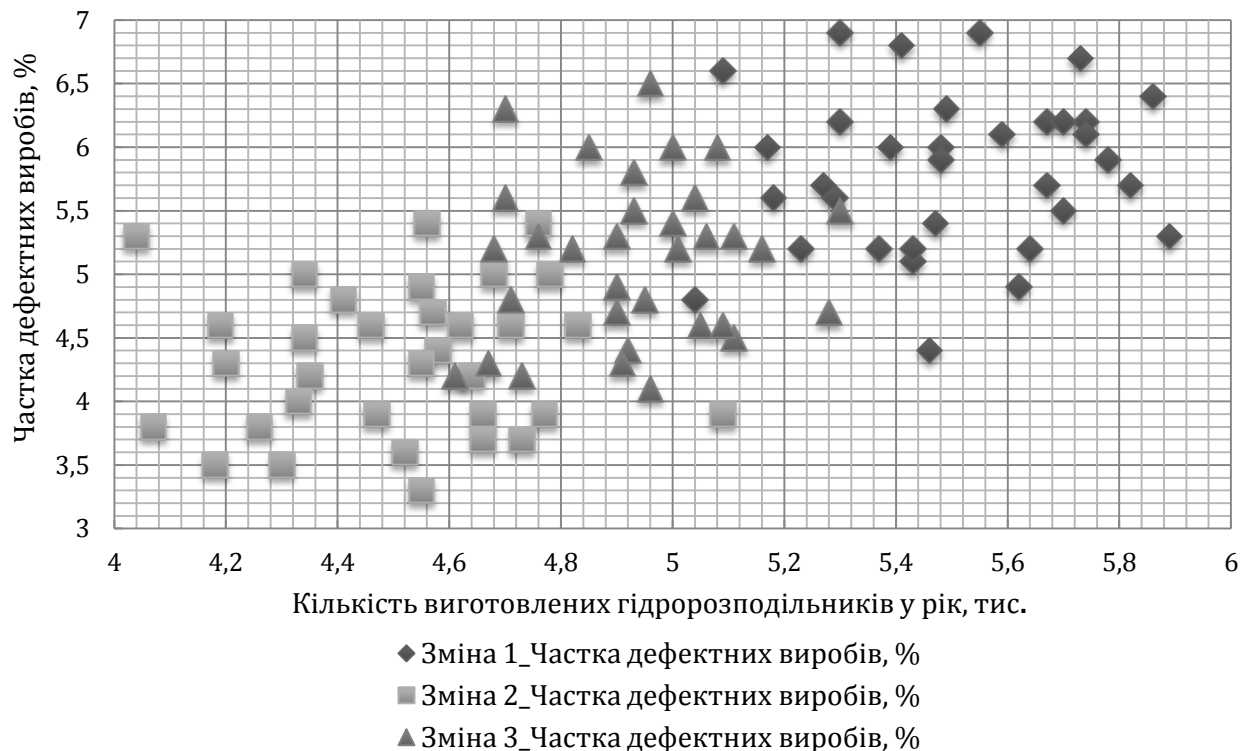


Рисунок 4 – Аналіз залежності частки бракованих гідророзподільників від інтенсивності їх виготовлення у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Розрахунок коефіцієнта кореляції проводиться за формулою (1):

1) для першої зміни:

$$\bar{x}_1 = \frac{5,48 + 5,78 + \dots + 5,41}{34} = 5,50 \text{ тис. шт.}$$

$$\bar{y}_1 = \frac{6,0 + 5,9 + \dots + 6,8}{34} = 5,82 \%$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}) = (5,48 - 5,50) \times (6,0 - 5,82) + (5,78 - 5,50) \times (5,9 - 5,82) + \dots + (5,41 - 5,50) \times (6,8 - 5,82) = 0,015$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = (5,48 - 5,50)^2 + (5,78 - 5,50)^2 + \dots + (5,41 - 5,50)^2 = 0,050.$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = (6,0 - 5,82)^2 + (5,9 - 5,82)^2 + \dots + (6,8 - 5,82)^2 = 0,375.$$

$$r_1 = \frac{0,015}{\sqrt{0,050 \cdot 0,375}} = 0,113$$

2) для другої зміни:

$$\bar{x}_2 = \frac{4,55 + 4,83 + \dots + 4,41}{33} = 4,51 \text{ тис. шт.}$$

$$\bar{y}_2 = \frac{4,9 + 4,6 + \dots + 4,8}{33} = 4,33 \%$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}) = (4,55 - 4,51) \times (4,9 - 4,33) + (4,83 - 4,51) \times (4,6 - 4,33) + \dots + (4,41 - 4,51) \times (4,8 - 4,33) = 0,009$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = (4,55 - 4,51)^2 + (4,83 - 4,51)^2 + \dots + (4,41 - 4,51)^2 = 0,055.$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = (4,9 - 4,33)^2 + (4,6 - 4,33)^2 + \dots + (4,8 - 4,33)^2 = 0,329.$$

$$r_2 = \frac{0,009}{\sqrt{0,055 \cdot 0,329}} = 0,064.$$

3) для третьої зміни:

$$\bar{x}_3 = \frac{4,61 - 5,08 + \dots + 5,09}{33} = 4,93 \text{ тис. шт.}$$

$$\bar{y}_3 = \frac{4,2 + 6,0 + \dots + 4,6}{33} = 5,13 \%$$

$$\sum_{i=1}^n {}_3(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}) = (4,61 - 4,93) \times (4,2 - 5,13) + (5,08 - 4,93) \times (6,0 - 5,13) + \dots + (5,9 - 4,93) \times (4,6 - 5,13) = 0,011$$

$$\sum_{i=1}^n {}_3(x_i - \bar{x})^2 = (4,61 - 4,93)^2 + (5,08 - 4,93)^2 + \dots + (5,09 - 4,93)^2 = 0,029$$

$$\sum_{i=1}^n {}_3(y_i - \bar{y})^2 = (4,2 - 5,13)^2 + (6,0 - 5,13)^2 + \dots + (4,6 - 5,13)^2 = 0,400$$

$$r_3 = \frac{0,011}{\sqrt{0,029 \cdot 0,400}} = 0,105$$

Аналізуючи діаграму й розраховані коефіцієнти кореляції, ми бачимо, що частка браку в змінах практично не пов'язана з інтенсивністю виготовлення гідророзподільників, тобто вирішальне значення мають інші показники, до яких, на наш погляд, насамперед необхідно віднести майстерність працівників зміни. Щоб збільшити прибутковість підприємства необхідно нарощувати випуск продукції. В даному випадку якість та інтенсивність ніяк не пов'язані, тому прибуток буде залежати тільки від кількості продукції. Але для того щоб зменшити кількість рекламацій, підприємству необхідно збільшити кваліфікацію робітників всіх змін.

Завершальним етапом буде побудова діаграми Парето, що дає можливість встановити пріоритет діям, необхідним для вирішення проблем. В основі діаграми Парето лежить принцип 80/20, згідно якому 20% причин призводять до 80% проблем, тому метою побудови діаграми є виявлення цих причин для концентрації зусиль по їх усуненню. Крім того, діаграма Парето дозволить відокремити важливі фактори від малозначущих і несуттєвих. Для побудови діаграми виконуються ряд дії, які представлені нижче.

По-перше, відповідно до табл. 5 розставляються фактори в порядку зменшення кількості відмов починаючи «вихід за допуск у плюс» і закінчуючи «перекіс базових поверхонь». Розраховується підсумкова сума шляхом додавання кількості відмов по всіх дефектах: $23+18+17+14+9+7+7+4+3 = 102$ відмови. У підсумку одержуються результати представлені у табл. 7.

Таблиця 7 – Порядок зменшення кількості відмов через дефекти у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» за методом Парето

№	Типи дефектів	Кількість відмов
1	Вихід за допуск у плюс	23
2	Невідповідність шорсткості	18
3	Тріщини	17
4	Вм'ятини	14
5	Прожиг при термообробці	9
6	Вихід за допуск у мінус	7
7	Інші	7
8	Дефекти фарбування	4
9	Перекіс базових поверхонь	3
Разом		102

По-друге, відкладається горизонтальна вісь і ділиться на 9 інтервалів, що відповідають розглянутим дефектам.

По-третє, оскільки сумарна кількість відмов – 102, вибирається діапазон 0 – 120 відмов і масштаб – 20 відмов та наносяться на ліву вертикальну вісь відповідні розподіли.

В-четвертих, на такій же висоті, де розташована позначка 102 відмови (ліва вертикальна вісь), ставиться позначка на правій вертикальній осі й позначається як 100%. Визначається місце розташування позначки 80%. Для цього підсумкову суму помножаємо на 0,8: $102 * 0,8 = 81,6 \approx 82$. На висоті, що відповідає 82 відмовам (ліва вертикальна вісь), ставиться позначка на правій вертикальній осі й позначається як 80%.

По-п'яте, для кожного дефекту будується стовпчик, який по висоті дорівнює кількості відмов, що відбулися із цим дефектом. Порядок вузлів на діаграмі зберігається таким, як отримано в табл. 7.

По-шосте, наносяться крапки кумулятивної кривої:

- перша крапка ставиться на перетинанні горизонтальних і лівої вертикальної осей;

- друга крапка відкладається на правій границі «вихід за допуск у плюс» і по висоті дорівнює сумі відмов дефектів лежачих лівіше цієї границі, тобто 23;

- третя крапка відкладається на правій границі «невідповідність шорсткості» і по висоті дорівнює сумі відмов дефектів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18 = 41$;

- четверта крапка відкладається на правій границі «тріщини» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17 = 58$;

- п'ята крапка відкладається на правій границі «вм'ятини» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17+14 = 72$;

- шоста крапка відкладається на правій границі «прожиг при термообробці» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17+14+9 = 81$;

- сьома крапка відкладається на правій границі «вихід за допуск у мінус» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17+14+9+7 = 88$;

- восьма крапка відкладається на правій границі «інші» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17+14+9+7+7 = 95$;

- дев'ята крапка (передостання) відкладається на правій границі «дефекти фарбування» і по висоті дорівнює сумі відмов вузлів лежачих лівіше цієї границі, тобто $23+18+17+14+9+7+7+4 = 99$;

- десята крапка (остання) відкладається на правій вертикальній осі й по висоті дорівнює підсумковій сумі 102.

З'єднуємо отримані крапки відрізками прямих.

На завершальному етапі на рівні 80% підсумкової суми проводиться горизонтальна лінія від правої осі діаграми до кумулятивної кривої. З крапки перетинання опускається перпендикуляр на горизонтальну вісь. Цей перпендикуляр розділяє фактори (групи факторів) на значимі (розташовуються ліворуч) і незначні (розташовуються праворуч). У результаті одержуємо діаграму Парето, що побудована для дефектів гідророзподільників у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» (рис. 5).

З рис. 5 бачимо, що лівіше перпендикуляра лежать дефекти: «вихід за допуск у плюс», «невідповідність шорсткості», «тріщини», «вм'ятини», «прожиг при термообробці», «вихід за допуск у мінус». Принцип Парето спрямований на те, щоб ліквідувати 20% причин, які викликають 80% браку. Тобто ми повинні ліквідувати в першу чергу 80% дефектів, які лежать лівіше перпендикуляра. Ті дефекти, які лежать правіше перпендикуляра, а саме «інші», «дефекти фарбування», «перекіс базових поверхонь» в групу першочергових для поліпшення не включаються. На підставі проведеного дослідження ми можемо запропонувати шляхи зменшення та контроль рівня браку.

Висновки

На підприємстві розробка заходів щодо удосконалення методів контролю якості логістичних процесів передбачає впровадження прогресивних методів контролю, виявлення причин і винуватців браку. Проаналізувавши АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» була виявлена головна мета в області якості логістичних процесів, що укладається в безперервному поліпшенні виробництва продукції гірничошахтної апаратури та устаткування, що відповідає вимогам і очікуванням замовника на основі застосування інноваційних технологічних процесів, управлінських систем і інформаційних технологій. Доведено, що збільшення інтенсивності виробництва гідророзподільників негативно позначається на якості продукції.

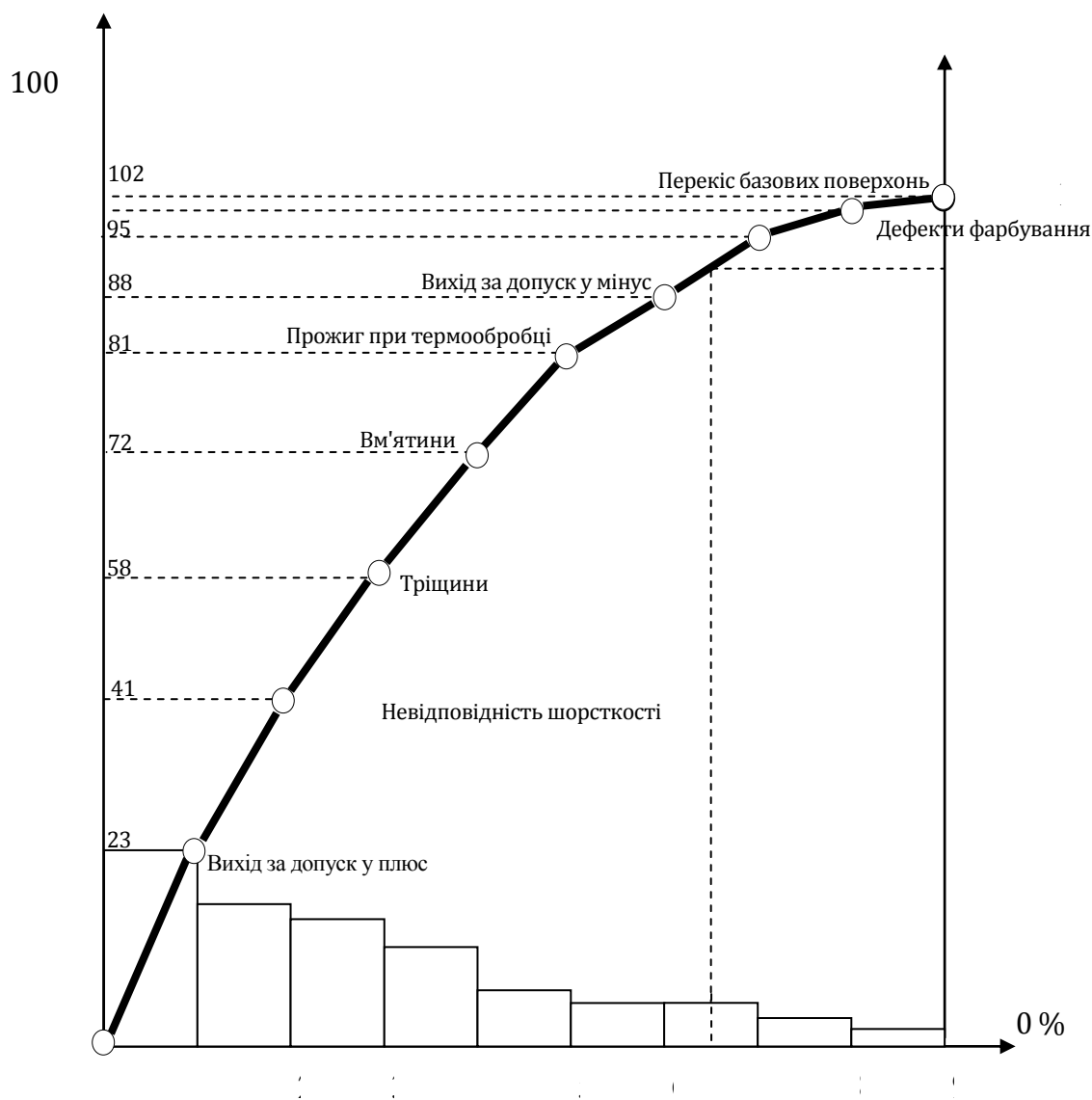


Рисунок 5 – Діаграма Парето, що побудована для дефектів гідророзподільників у АТ «Дніпропетровський агрегатний завод»

Також встановлено, що частка браку в змінах практично не пов'язана з інтенсивністю виготовлення гідророзподільників, тобто вирішальне значення мають інші показники, до яких, на наш погляд, насамперед необхідно віднести майстерність працівників зміни. Таким чином, незалежно від політики підприємства в області надійності продукції, щоб збільшити прибутковість підприємства необхідно нарощувати випуск продукції. В даному випадку якість та інтенсивність ніяк не пов'язані, тому прибуток буде залежати тільки від кількості продукції. Але для того щоб зменшити кількість рекламій підприємству необхідно збільшити кваліфікацію робітників всіх змін.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є систематизація теоретичних знань і практичних підходів щодо підвищення якості продукції та отримання унікальних конкурентних переваг.

Перелік використаних джерел

1. Балановська Т. І. Сучасні й класичні методи управління якістю: особливості та перспективи застосування / Т. І. Балановська, З. П. Борецька // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2012. – № 169. – Ч. 1: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. – С. 239-247.
2. Векслер Е. М. Менеджмент якості: ентропійний і статистичний підходи : навч.-метод. посіб / Е. М. Векслер. – Київ : Наша справа, 2004. – 265 с.
3. Демчук Л. Статистичні методи в управлінні якістю виробничих процесів / Л. Демчук, Р. Байцар // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2014. – Вип. 75. – С. 131-137.
4. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум ; сокр. пер. с англ. ; авт. предисл. и науч. ред. А. В. Гличев. – Москва : Экономика, 1986. – 471 с.
5. Цилюрик Г. І. Якість товару – ключовий важіль забезпечення його конкурентоспроможності / Г. І. Цилюрик // Облік і фінанси АПК. – 2011. – №1. – С. 133-136.
6. Чекмасова І. А. Управління якістю підприємства: розвиток та проблеми впровадження / І. А. Чекмасова, Д. М. Шатіло // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. № 7(981). – С. 167-173.
7. Статистичні методи контролю та регулювання якості. Терміни та визначення : ДСТУ 3514-97. – [Чинний від 1997-07-01]. – Київ : Держстандарт, 1997. – 60 с.
8. Настанови щодо застосування статистичних методів згідно з ISO 9001:2000 : ДСТУ ISO/TR 10017:2005 (ISO/TR 10017:2003, IDT). – [Чинний від 2008-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005. – 41 с.
9. Система управления качеством [Электронный ресурс] : [сведения] / [пред. правления В. А. Бобко] // Публичное акционерное общество «Днепропетровский агрегатный завод» : [сайт организации]. – Режим доступа: <http://goo.gl/Mt2ALc>. – По состоянию на 01.02.2016. – Загл. с экрана.

© А. М. Ткаченко, М. І. Іванова

Using statistical methods of quality management in logistics processes

Tkachenko Alla

Zaporozhye National Technical University, Head of the Department of Enterprise, Trade and Exchange Activities, Doctor of Science (Economics), Professor, Ukraine

Ivanova Marina

National Mining University, Associate Professor of the Department of Management of Productive Sector, PhD in Economics, Associate Professor, Ukraine

Abstract. The purpose of the paper is to study the application of statistical methods of logistics process quality management at a large industrial enterprise and testing the theoretical studies. The analysis of the publications shows that a significant number of works by both Ukrainian and foreign authors has been dedicated to the research of quality management, while statistical methods of quality management have only been thoroughly analyzed by a small number of researchers, since these methods are referred to as classical, that is, those that are considered well-known and do not require special attention of modern scholars.

In the authors' opinion, the logistics process is a process of transformation and movement of material and accompanying flows by ensuring management freedom under the conditions of sequential interdependencies; standardization; synchronization; sharing information, and consistency of incentives, using innovative methods and models.

In our study, we have shown that the management of logistics processes should use such statistical methods of quality management as descriptive statistics, experiment planning, hypotheses testing, measurement analysis, process opportunities analysis, regression analysis, reliability analysis, sampling, modeling, maps of statistical process control, specification of statistical tolerance, time series analysis.

The proposed statistical methods of logistics processes quality management have been tested at the large industrial enterprise JSC "Dniepropetrovsk Aggregate Plant" that specializes in manufacturing hydraulic control valves. The findings suggest that the main purpose in the sphere of logistics processes quality is the continuous improvement of the mining equipment production quality through the use of innovative processes, advanced management systems and information technology. This will enable the enterprise to meet the requirements and expectations of their customers. It has been proved that the increase in intensity of the hydraulic control valve production affects the quality of the products; to reduce the number of complaints, the company needs to improve the skills of workers in all their changes.

Prospects for further research in this direction are systematization of theoretical knowledge and practical approaches, which should be aimed at improving the product quality and obtaining unique competitive advantages.

Keywords: quality, statistical methods of quality management, logistics process, control sheet, histogram, scatter chart, stratification, Pareto chart.

© A. Tkachenko, M. Ivanova