

ШЛЯХИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ПІДСТАВІ ЕФЕКТИВНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ЯКОСТІ ТА ЧИННОГО НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

WAYS OF CONSTRUCTION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM FOR MACHINE-BUILDING ENTERPRISES BASED ON AN EFFECTIVE METHODOLOGY OF QUALITY AND THE CURRENT REGULATORY FRAMEWORK

Ванько В.М.¹, д.т.н. проф., Приходько О.М.², аспірант

¹ – кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», Україна; e-mail: yvm510@ukr.net;

² – аспірантура, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Анотація

У статті описано особливості і специфіку побудови системи управління якістю для машинобудівного підприємства, виходячи із вимог найновіших редакцій нормативних документів. Запропонована методика для системи проектування та управління виробництвом машинобудівної продукції, згідно з якою варто здійснювати наступні етапи створення та опрацювання інформації про якість. Перший етап полягає у збиранні даних під час процесів проектування і виробництва та ґрунтується на теорії матричного числення. На другому етапі проводиться FMEA-аналіз (ризиків виникнення потенційних видів відмов продуктів і процесів), а також – дослідження рівня якості продукції з метою підтримання її конкурентноздатності. Пропонується застосування діаграм Ісікави для встановлення причин погіршення якості продукції і процесів та факторів, які цьому сприяють. Протягом третього етапу проводиться первинний статистичний аналіз отриманих даних за допомогою діаграм Парето, завдяки яким встановлюються потрібні корегувальні дії.

Abstract

Article describes the features and specifics of building the quality management system for machine-building enterprise, based on the requirements of the latest versions of normative documents. Structure of the generalized quality management system during the design, production and application of such products is presented on the basis of methodology of the process approach in conjunction with the "Plan-Do-Check-Act" Deming cycle. New approach is proposed for the construction of system for managing the processes of the product life cycle, which is based on consistently-parallel control of the set of stages of the enterprise life cycle.

Methodology for the system of engineering and managing the production of enterprise is presented, according to which it is necessary to carry out the following stages of creating and processing of quality information. The first stage consists in data collecting during the design and production processes. Generalized quality matrices for stages of designing, manufacturing and final inspection of the machine-building product are considered. At the second stage the FMEA analyzes the risks of potential types of product and process failures. At the same time, the matrix of quality is formed from a specific group of individual quality indicators - the so-called priority numbers of risk. As result, the comparison of received partial matrices with some reference matrices is carried out.

It is proposed to apply Ishikawa charts for determination of the causes of deterioration in the quality of products and processes and contribution factors. Example of typical technological process envisages the structure of constructing such a diagram and the properties of its elements. Four quality vectors for carrying out the necessary research are given. Reason for violation of quality of product during the FMEA-analysis is substantiated. At the third stage the data's primary statistical analysis is obtained using Pareto charts, which provides the necessary corrective actions. Example of construction of this diagram is shown for typical rather simple technology based on the requirement to establish the main causes of defect appearance.

Ключові слова

Система управління якістю, матриця якості, FMEA-аналіз, одиничний показник якості, пріоритетне число ризику, вектор якості, діаграми Ісікави та Парето

Key words

Quality Management System, Quality Matrix, FMEA Analysis Method, Individual Quality Score, Priority Number of Risk, Quality Vector, Ishikawa and Pareto Diagrams.

1. Вступ

Важливою властивістю продукції, з якою вітчизняні машинобудівні підприємства намагаються вийти на сучасні

міжнародні ринки, є якість. Для цього необхідно формувати відповідні собівартість та надійність даної продукції протягом експлуатації. Завдяки таким перевагам виробі будуть більш конкурентноздатними, тобто привабливішими для споживачів.

Для реалізації даних завдань та забезпечення ефективної роботи будь-якого підприємства звичайно будується система управління якістю (СУЯ).

В останніх редакціях міжнародних нормативних документів стосовно СУЯ, чинних тепер і в Україні [1,2], введено нові вимоги, завдяки яким дещо змінюються завдання їхньої узагальненої структури під час виконання процесів проектування, продукування та використання продукції (рис. 1).

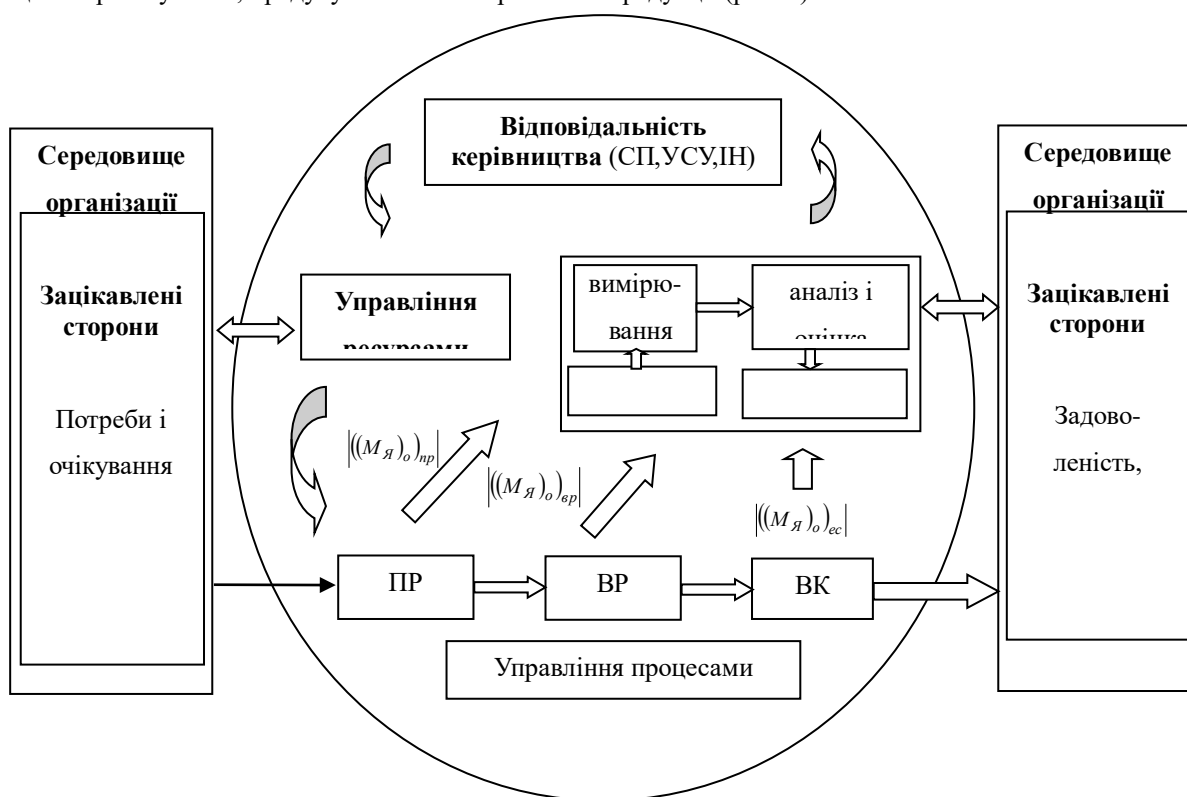


Рис. 1. Структура узагальненої системи управління якістю під час процесів проектування, продукування та використання продукції

Fig. 1. The structure of a generalized quality management system during processes design, production and use of products

Тепер СУЯ складається з таких систем:

- процесів життєвого циклу продукції (проекування (ПР), виробництво (ВР), вихідний контроль (ВК) – управління процесами);
- моніторингу, вимірювання, аналізування і вивчення задля поліпшення;
- відповідальності керівництва (стратегія і політика (СП), управління для досягнення сталого успіху (УСУ), покращення, інновації і навчання (ІН));
- управління ресурсами.

Така структура СУЯ продиктована тенденціями щодо забезпечення ефективного управління якістю у США, Європі, Японії, Південній Кореї, Китаї тощо. Яскравим доказом цього є високий попит на багато різних видів продукції виробників даних країн.

На даний момент науковці і провідні фахівці віддають перевагу методології процесного підходу, викладеній в [1,2], у поєднанні із циклом Демінга «Plan-Do-Check-Act» (плануй – виконуй – перевіряй – дій). *Плануй* означає встановлення цілей СУЯ, всієї сукупності її процесів, ресурсів для цього, а також – ризиків, котрі можуть виникнути. *Виконуй* стосується впровадження всього того, що було заплановане. *Перевіряй* полягає у здійсненні моніторингу і вимірювань процесів, в результаті яких отримують продукцію, зважаючи на встановлену політику якості, цілі, вимоги та заплановані роботи. *Дій* означає вживання заходів для поліпшення діяльності протягом виконання всіх робіт.

2. Недоліки

Процесний підхід передбачає систематичне визначення процесів і їх взаємодій та керування ними з тим, щоб досягати запланованих результатів відповідно до політики у сфері якості та стратегічного напрямку організації. Розуміння та керування взаємопов'язаними процесами як системою сприяє ефективній діяльності підприємства та досягненню запланованих результатів у вигляді випуску якісної і потрібної споживачеві продукції.

На даний момент для вітчизняних машинобудівних підприємств найперше важливо організувати випуск якісної продукції, враховуючи потребу у створенні передового, науково обґрунтованого виробництва [3]. Тому, зосередимося на системі управління процесами життєвого циклу продукції як складової СУЯ (рис. 1).

3. Мета роботи

Метою роботи є визначення оптимального шляху організації системи управління проектуванням і виробництвом машинобудівної продукції з використанням інструментарію для контролю, аналізу і управління якістю та рекомендацій чинних нормативних документів ДСТУ ISO 9000.

4. Матеріали та методи

Для організації і функціонування даної системи управління пропонується новий підхід, котрий полягає у послідовно-паралельному контролі сукупності стадій життєвого циклу машинобудівної продукції. Для організації такої ефективної системи доцільно застосовувати ризик-орієнтоване мислення, повніше і оптимальніше відображати всі аспекти якості під час проектування, виготовлення і експлуатації продукції.

При цьому, пропонується методика, згідно з якою варто здійснювати наступні етапи створення та опрацювання інформації про якість (рис. 2).

Перший з них – це послідовне одержання даних на стадіях проектування, виготовлення і кінцевої перевірки (вихідного контролю) машинобудівного продукту, котрий представляє собою певний складний виріб. На нашу думку, для математичного опису процесів, що проходять, доцільно застосовувати теорію матричного числення [4].

При цьому, внаслідок відповідних вимірювань і розрахунків отримують загальні матриці якості: після проектування $\left| (M_{Я})_{np} \right|$ (рис. 1), під час N технологічних операцій виробництва

$\left| (M_{Я})_{m01} \right|, \dots, \left| (M_{Я})_{m0N} \right| \in \left| \left((M_{Я})_o \right)_{ep} \right|$ та в результаті вихідного контролю $\left| (M_{Я})_{ек} \right|$ (рис. 2). Дані матриці складаються з часткових матриць якості, які характеризують всі процеси, що виконуються, а також – з переліків відповідних одиничних показників якості (ОПЯ).

На *другому етапі* доцільно використати FMEA-аналіз (метод проведення аналізу ризику виникнення потенційних видів відмов продуктів і процесів, їхніх наслідків, ймовірності появи та виявлення) [5,6]. Внаслідок цього також створюються часткові матриці якості, які містять інформацію про:

- спроектований об'єкт з огляду на різні площини його бачення $\left| (Q_0)_{1-np} \right| \dots \left| (Q_0)_{a-np} \right|$;
- всебічне підготування виробництва $\left| (Q_0)_{1-ne} \right| \dots \left| (Q_0)_{b-ne} \right|$;
- технологічні процеси у повному обсязі $\left| (Q_0)_{1-mn} \right| \dots \left| (Q_0)_{e-mn} \right|$;
- усесторонній вихідний контроль готового виробу $\left| (Q_0)_{s-ек} \right| \dots \left| (Q_0)_{s-ек} \right|$;
- фактори умов навколишнього середовища (УНС), які впливають на кінцевий результат виготовлення – $\left| (Q_0)_{1-nc} \right| \dots \left| (Q_0)_{e-nc} \right|$ (рис. 2).

Але дані матриці на відміну від попередніх характеризують ризики, що можуть у подальшому викликати погіршення якості виробу або вихід його з ладу.

Ці матриці складаються з певної групи ОПЯ – так званих пріоритетних чисел ризику (ПЧР), котрі розраховуються за виразом

$$n_p = S_e \cdot O_i \cdot D_{вк}, \quad (1)$$

де S_e – показник ступеня вагомості наслідків ризику, O_i – показник ймовірності виникнення дефекту, $D_{вк}$ – показник ймовірності виявлення дефекту.

У подальшому здійснюється порівняння отриманих часткових матриць, що містять ці ПЧР, з деякими сталонними матрицями. Останні складаються із відповідних граничних значень $(n_p)_{ep}$, що встановлюють максимальний рівень якості згідно кожного ОПЯ. Як правило, в таких випадках виявляються порушення умови встановленого рівня якості

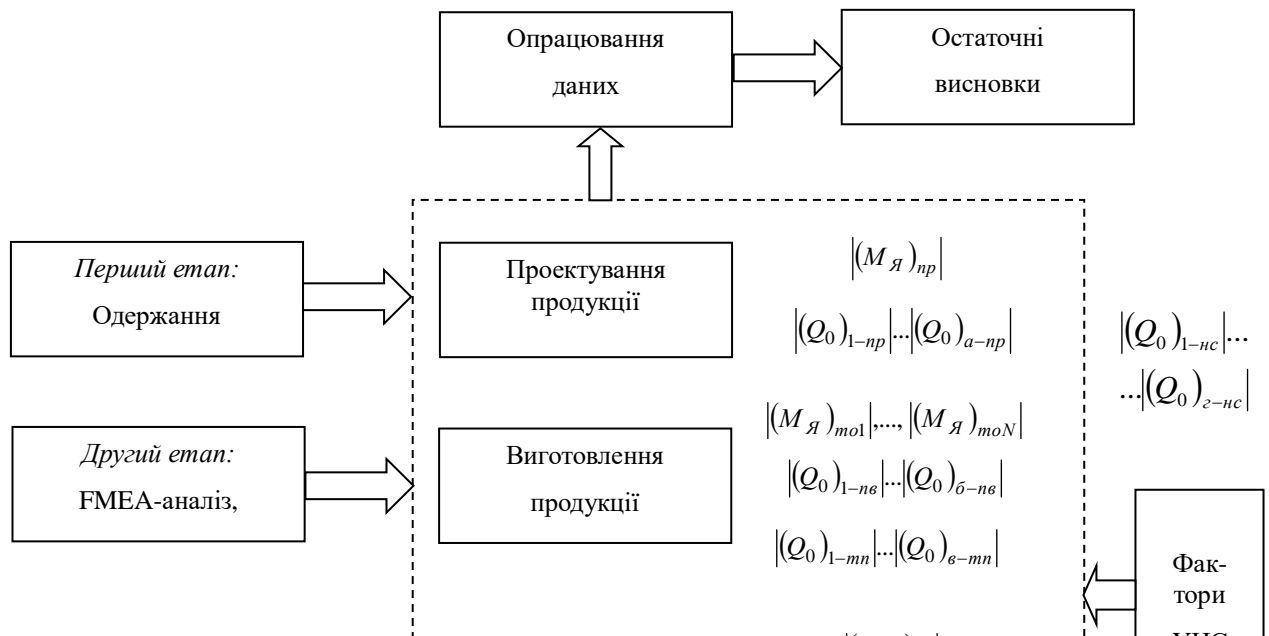


Рис. 2. Методика для організації і функціонування системи управління процесами життєвого циклу машинобудівної продукції

Fig. 2. A methodology for the organization and operation of a process management system the life cycle of machine-building products

$$n_p \langle (n_p)_{zp} \rangle, \quad (2)$$

причому часто для багатьох ОПЯ. Тому, виникає потреба у розв'язанні цих проблем шляхом знаходження чи визначення причин їхньої появи та реалізації необхідних корегувальних дій. Таким інструментарієм слугують причинно-наслідкові діаграми Ісікави, узагальнений вигляд яких для виробництва наведено на рис. 3 [7].

Нехай, як було вказано вище, йдеться про k -й технологічний процес виробництва, що характеризується матрицею якості $|(Q_0)_{k-mn}|$.

З метою розуміння проблеми у досліджуваному процесі (наприклад технологічному) слід виокремити основні причини. Тут це лінії, спрямовані до товстої горизонтальної лінії. У випадку машинобудівного підприємства частіше це: технологічні причини (1 – вектор якості T), машини і устаткування (2 – вектор якості Y), персонал (3 – вектор якості Π) та сировина (4 – вектор якості C). Тобто

$$|(Q_0)_{k-mn}| = \begin{vmatrix} T \\ Y \\ \Pi \\ C \end{vmatrix}. \quad (3)$$

У разі необхідності, коли маємо велике число та суттєво різні властивості ОПЯ, очевидно, що вектор перетворюється у часткову матрицю якості.

Тонші стрілки на рис. 3, які скеровані до цих чотирьох ліній, наводять фактори, що сприяють виникненню кожної з них. У даному варіанті кожна тонка лінія і цифрове позначення стосуються одного ОПЯ (у загальному – може бути кілька).

Стосовно технологічних причин це: тривалість процесу (1.1); швидкості оброблення напівфабрикату під час кожної операції процесу (1.2 – вектор ОПЯ); дотримання точності параметрів напівфабрикату, коли проводяться операції процесу (1.3 – вектор ОПЯ); параметри середовища у виробничому приміщенні (1.4 – вектор ОПЯ); спосіб виробництва по його проведенню та технологічних прийомах і методам виконання, що використовуються (1.5 – вектор ОПЯ). Тобто, у розглянутому варіанті $|T| = |n_{p-1.1} n_{p-1.2} n_{p-1.3} n_{p-1.4} n_{p-1.5}|$.

Для аналізу машин і устаткування важливими вважаються: умови експлуатації (2.1 – вектор ОПЯ); підготування до роботи (2.2 – вектор ОПЯ); фізичне зношення (2.3 – вектор ОПЯ); використання різноманітного, включно і нестандартного устаткування (2.4 – вектор ОПЯ); погане проведення технологічних операцій з використання устаткування (2.5 – вектор ОПЯ). Маємо $|Y| = |n_{p-2.1} n_{p-2.2} n_{p-2.3} n_{p-2.4} n_{p-2.5}|$.

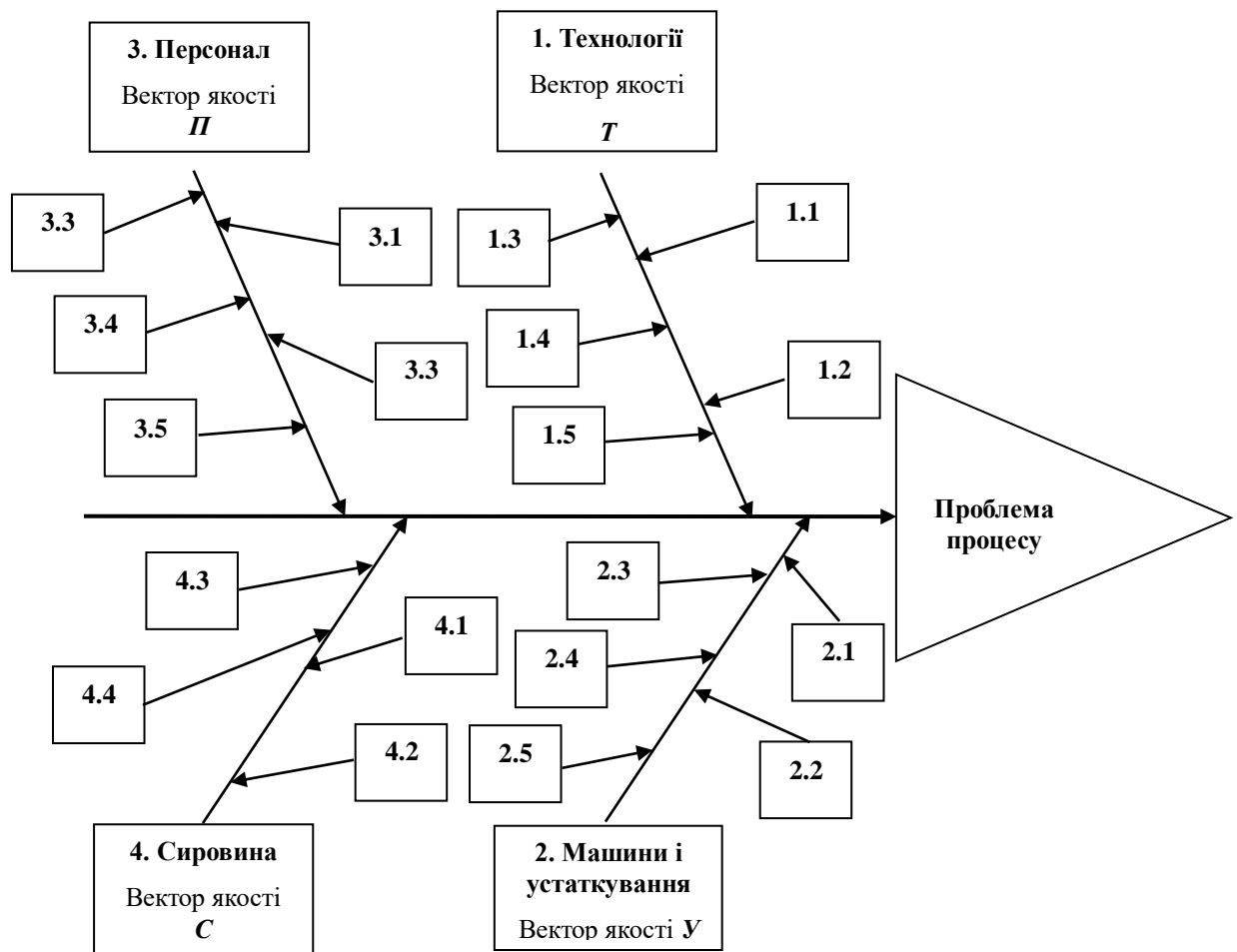


Рис. 3 – Узагальнений вигляд причинно-наслідкової діаграми Ісікави для виробництва

Fig. 3. A generalized view of the Ishikawa causation diagram for production

Щодо персоналу досліджуються: організація праці (3.1); неухважність персоналу (3.2); недостатня кваліфікація (3.3); недостатній контроль (3.4); робоче місце (3.5). Тут $|П| = |n_{p-3.1} n_{p-3.2} n_{p-3.3} n_{p-3.4} n_{p-3.5}|$.

З точки зору сировини аналізують: стабільність чи зміни параметрів первинних матеріалів та напівфабрикатів (4.1); якість первинних матеріалів (4.2); якість напівфабрикатів і допоміжних матеріалів (4.3); якість партії від постачальника в усіх аспектах, включно з його репутацією (4.4). Нарешті $|С| = |n_{p-4.1} n_{p-4.2} n_{p-4.3} n_{p-4.4}|$.

Інколи, виходячи з особливостей продукту чи технології, кількість основних причин діаграми Ісікави може бути збільшена, як правило, до шести [7].

Спосіб формування загальних і часткових векторів і матриць якості аналогічний до викладеного в [4]. Зауважимо, що завдяки матричному представленню, крім порівняно простого опрацювання даних для оцінювання рівня якості, систематизується і впорядковується зібрана інформація.

Як було наголошено вище та враховуючи методику [4], під час аналізу наведених векторів (часткових матриць) якості потрібно досліджувати їх шляхом порівняння з еталонними векторами (матрицями) якості. Останні формуються на підставі міркувань пов'язаних із виразом (2). Тобто, умовою порушення якості виробу буде

$$|(Q_0)_{k-mn}| \leq |(Q_0)_{k-mn}|_{ep}. \quad (4)$$

Йдеться про ймовірні порушення в одній або декількох з чотирьох наведених часткових матриць чи векторів якості $T, Y, П, С$.

На підставі опрацювання даних діаграм Ісікави напрацьовується комплекс необхідних дій і заходів, призначених для виправлення ситуацій, які можуть виникнути протягом проектування чи виконання технологічних процесів виробництва.

Варто наголосити, що *другий етап* (рис. 2) не завжди закінчується виявленням ймовірних ризиків виникнення потенційних видів відмов продуктів і процесів. Часто причинно-наслідкові діаграми будують для моніторингу стану даних двох стадій життєвого циклу продукції з огляду на подальше управління якістю цих комплексів процесів.

Під час *третього етапу* (рис. 2) функціонування системи управління якістю виробництва реалізується вихідний контроль готової машинобудівної продукції. Як і вище, здійснюється визначення масивів ОПЯ,

завдяки яким складаються матриці якості продукту $\left| (Q_0)_{s_{ек}} \right| \dots \left| (Q_0)_{s_{ек}} \right|$. Можна говорити, що забезпечується висока якість конкретного виробу, якщо ОПЯ останніх є близькими до значень відповідних ОПЯ еталонних матриць.

Для встановлення причин зростання числа бракованих виробів на виході доводиться опрацьовувати великі об'єми різноманітних даних про: брак на різних операціях, простоювання устаткування через поломки та погану організацію роботи і процесів, надлишки чи відсутність комплектуючих, рекламції тощо (рис. 2). За даними [7,8] ефективним інструментом розгляду та аналізу таких даних вважаються діаграми Парето. Слід зауважити, що їх можна застосовувати на *третьому етапі* у сукупності із розглянутими вище діаграмами Ісікави. Наприклад, після встановлення причин виникнення проблем стосовно досліджуваного продукту, виробу або блока, як правило, виникає певне коло проблем, незалежних між собою. Здебільшого ці проблеми стосуються складових вузлів чи елементів, що містяться у складнішому продукті. Тобто, з'являється можливість подрібнювати комплексну проблему на менші за обсягом даних.

Відповідно до [9] під час виникнення групи проблем погіршення якості, наприклад на виробництві порівняно нескладних вузлів, варто застосовувати принцип Парето. Він полягає у тому, що стосовно виокремленої проблеми (чи групи проблем) найперше потрібно визначити коло причин, які спричиняють дану проблему. При цьому будують діаграму (рис. 4), за допомогою якої розглядають ранжування (важливість) цих причин.

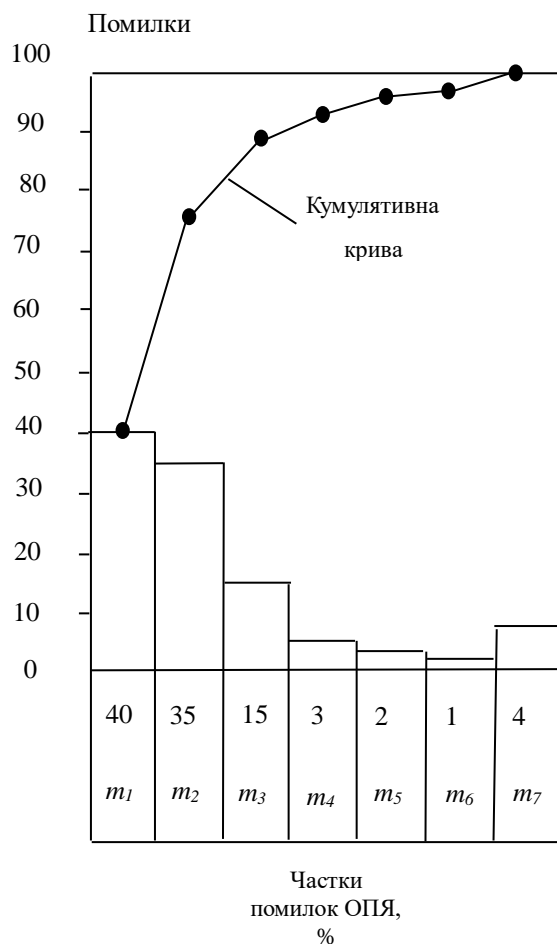


Рис 4. Типова діаграма Парето для аналізу якості порівняно простої деталі

Fig. 4. A typical Pareto chart for quality analysis of a relatively simple detail

Спочатку інформація систематизується шляхом її розподілу у вигляді вертикальних стовбців, розміщених у порядку зменшення значень помилок у відсотках. При цьому по осі абсцис наведено частки помилок для кожного ОПЯ (у відсотках):

- забруднення (m_1);
- щербини (m_2);
- тріщини (m_3);
- задирки (m_4);
- оголені проводи (m_5);
- відкриті модулі (m_6);
- інші недоліки (m_7) [9].

Потім будується кумулятивна крива Лоренца, котра представляє собою послідовно сформовану суму ординат стовбців. Як бачимо, 90% помилок з'являється через три причини, що складають меншість від всієї сукупності помилок. В даному випадку ми дослідили деякий вектор якості, наприклад такий як на рис. 3 – С (перші шість ОПЯ m_1, \dots, m_6). Після корегувальних дій можна залишати весь перелік ОПЯ, а можна скоротити – з метою

усунення надлишковості даних.

Варто зазначити, що склад корегувальних дій залежить також від питомих втрат, викликаних і внеском кожної причини помилки, і видатками та організаційними затратами на їхнє усунення.

Отже, побудова діаграм Парето являє собою первинне статистичне опрацювання даних. Це дозволяє зрештою виявити початково причини невідповідностей ОПЯ досліджуваних простіших вузлів, з яких утворюється складний технічний виріб. З метою напрацювання ефективних і обґрунтованих корегувальних дій необхідно скоригувати кожен ОПЯ відповідно до вагомості його впливу на якість вузла. Тобто, значення io – го ОПЯ o – го вузла

$$(m_{я})_{io-кз} = g_{io} \cdot m_{io}, \quad (5)$$

де g_{io} – коефіцієнт вагомості ОПЯ m_{io} .

Для кожного елемента вектора чи часткової матриці якості вживають цей вираз. У подальшому із даних ОПЯ, так само як вище на прикладі T, V, P, C , формуються відповідні вектори якості. А з останніх, аналогічно як у виразі (3), складають найперше часткові матриці вихідного контролю готового виробу $|(Q_0)_{s-вк}| \dots |(Q_0)_{s-вк}|$. Їх почергово порівнюють із еталонними частковими матрицями якості $|(Q_0)_{s-вк}_{зп}| \dots |(Q_0)_{s-вк}_{зп}|$. Шляхом оцінювання комплексної шкоди через недотримання умови (4) встановлюють потребу у безумовних корегувальних діях або найефективніших.

5. Результати і обговорення

Наведений варіант оцінювання вихідного контролю стосується FMEA-аналізу. Якщо йдеться про традиційне управління якістю готового виробу, то правила формування векторів і часткових матриць якості відбувається схоже та із відповідних ОПЯ (рис. 2).

У разі потреби найповнішого дослідження якості даної системи управління виробництвом додатково утворюють часткові матриці якості: проектування $|(Q_0)_{1-пр}| \dots |(Q_0)_{a-пр}|$, підготування виробництва $|(Q_0)_{1-пв}| \dots |(Q_0)_{b-пв}|$, всіх технологічних процесів $|(Q_0)_{1-пс}| \dots |(Q_0)_{c-пс}|$, факторів УНС $|(Q_0)_{1-нс}| \dots |(Q_0)_{z-нс}|$ (рис. 2).

Це дає загальну картину стану справ на підприємстві.

Розвитком даної методики аналізу якості може бути статистичне опрацювання інформації з метою встановлення змін у процесах життєвого циклу в СУЯ. Це дозволило б отримати дані стосовно хоч би приблизних законів випадкових змін важливих параметрів машинобудівної продукції.

6. Висновки

Таким чином, завдяки розробленій методиці створення та опрацювання інформації про якість, яка ґрунтується на матричному методі та застосуванні ефективного інструментарію моніторингу якості продукції і послуг, пропонується новий підхід стосовно вдосконалення системи управління якістю підприємства на підставі оцінювання потенційних ризиків відмов під час реалізації процесів життєвого циклу продукції. Це сприяє підвищенню результативності діяльності та конкурентноспроможності машинобудівних підприємств.

Подяка

Автори висловлюють вдячність колективу кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка», Україна, за надану допомогу та всемірне сприяння у підготовці даної статті.

Список літератури

1. ДСТУ ISO 9001-2015. Системи управління якістю. Вимоги. – Введ. 01.07.2016. – К.: ДП УкрНДНЦ, 2016. – 27 с.
2. ДСТУ ISO 9004-2012. Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю. – Введ. 01.05.2013. – К.: ДП УкрНДНЦ, 2012. – 60 с.
3. Юзевич В.М., Байцар Р.І., Гунькало А.В. (2007). СУЯ: моделювання управління процесами. Вісн. НУ «Львівська політехніка» Автоматика, вимірювання та керування: № 574, с. 122-130.
4. Ванько В.М., Столярчук П.Г. (2007). Метод оцінки якості продукції та послуг за допомогою теорії матриць. Вимірювальна техніка та метрологія: №67, с. 108-114.
5. FMEA-анализ видов и последствий потенциальных отказов / Крайслер Корп., Форд Мотор Компани, Дженерал Моторс Корп. Руководство 4-е издание, 2008 г.
6. IEC 60812:2006. Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).

7. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, В. Я. Белобрагин и др. – М.: РИА «Стандарты и качество». – 2005. – 248 с.
8. Кане М. М., Иванов Б. В., Корешков В. Н., Схиртладзе А. Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учеб. пособие – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.
9. Харрингтон Дж. Управление качеством в американских корпорациях. Пер. с англ. – М.: Экономика. –1990. – 272 с.

References

- [1] DSTU ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements, 2015.
- [2] DSTU ISO 9004-2012. Managing for the sustained success of an organization. A quality management approach, 2012.
- [3] V. Usevych, R. Baitsar, A. Gunkalo, “Quality management system. Process management simulation”, *Bull. Lviv Polytech. Nat. Un.. Automation, measurement and control*, no.574, p.122-130, 2007.
- [4] V. Vanko, P. Stoliarcuk, ”Method for assessing the quality of products and services using the matrix theory”, *Measuring Equipment and Metrology*, iss.67, p.108-114, 2007.
- [5] FMEA-analysis of the types and consequences of potential failures, Chrysler Corp., Ford Motor Company, General Motors Corp. Guide 4th edition, 2008. [On-line]. Available: <https://www.techstreet.com/mss/products/preview/1504026>. Accessed on: Jan.19, 2018.
- [6] IEC 60812:2006. Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA). 2006. [On-line]. Available: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030101028>. Accessed on: Jan.19, 2018.
- [7] S. Ponomariov, S. Mischenko, V. Belobragin, *Product quality management. Tools and methods of quality management*. Moscow, Russia, 2005.
- [8] M. Kane, B. Ivanov, V. Koreshkov, A. Shirladze, *Systems, methods and tools of quality management*. St. Petersburg, Russia, 2008.
- [9] H. Harrington, *The Improvement Process: how America's leading Companies improve quality*. Wisconsin, USA, 1987. [On-line]. Available: <https://www.amazon.com/Improvement-Process-Americas-Leading-Companies/dp/0070267545>. Accessed on: Jan.19, 2018.