Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 26

УДК 658.5:621

РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ

© М. А. Зенкін, д.т.н., професор, Н. А. Єфіменко, к.т.н., доцент, І. Ю. Усіков, Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

В статье показана возможность прогнозирования качества продукции на основании современных математических методов. Утверждается, что повышение качества продукции возможно лишь за счет внедрения интегрированных систем менеджмента. Предложен алгоритм формирования показателей качества машиностроительной продукции.

The article shows the way of product quality prediction based on modern mathematical methods. It states that product quality improvement can only be possible after the integrated management system implementation. It offers machine-building production quality indexes forming algorithm.

Постановка проблеми

Успішне вирішення задач щодо підвищення ефективності роботи підприємств машинобудівного комплексу, а також, у свою чергу, підвищення якості машинобудівної продукції, можливе лише за умови забезпечення ефективного функціонування технологічних систем цих підприємств на всіх стадіях життєвого циклу: проектуванні—впровадженні—експлуатації.

В процесі виробництва на підприємствах машинобудівного комплексу повинні вирішуватися задачі, які прямо пов'язані з підбором, кодуванням та аналізом типових представників продукції підприємства (враховуючи при цьому сумісність продукту з інформаційними системами інших підприємств, з інформаційною мережею регіонального та світового масштабу), а також накопичення, зберігання та використання інформаційних технологій, що включають контроль, доводку виробів, фіксування випадків відмови, їх причини, а також термін усунення і витрати з боку виробника.

Аналіз останніх досліджень

Дослідження проблем, щодо управління якістю знайшло віддзеркалення в працях Л. І. Абалкіна, Т. А. Агапової, О. І. Боткіна, А. С. Булатова, В. Д. Камаєва, Є. А. Кисельова, К. В. Павлова, В. А. Пікулькина, В. М. Соколінського, Л. Г. Ходова, М. Н. Чепуріна, А. Ф. Шишкіна, Є. Г. Ясина тощо.

Мета роботи ґрунтується на розробці механізму формування показників якості продукції на підприємствах машинобудівного комплексу.

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 27

Результати проведених досліджень

Приведені дослідження показали можливість щодо прогнозування якості продукції на основі використання сучасних математичних методів і, зокрема, модульних технологій.

В результаті проведених досліджень були встановлені шляхи і показана можливість щодо підвищення ефективності виготовлення машинобудівної продукції та забезпечення її стабільною якістю на основі структурно-функціональної організації і інформаційної підтримки систем управління виробництвом, а також запропоновані нові рішення, що дозволяють на основі використання розрахункових залежностей прогнозувати технічний рівень та якість виробів, що розробляються.

Мета нижче наведених досліджень ґрунтується на встановленні закономірності формування та управління якістю машинобудівної продукції на будь-яких етапах життєвого циклу. Процес формування якості промислової продукції було розглянуто на прикладі механіко-складального виробництва Смілянського машинобудівного заводу [1, 2].

Методика проведення досліджень передбачає розподіл всіх факторів, які мають безпосередній вплив на результативність роботи підприємств машинобудівного комплексу на чотири групи: організаційні, інтелектуальні, виробничі та ринкові. Такий підхід дозволяє при проведенні досліджень відстежувати зміну їх «питомої ваги» як в поточний момент, так і в перспективі. Для оцінки функціонування сучасного машинобудівного підприємства необхідно оперувати типовими видами рівнів якості: технічним, економічним та узагальненим, тобто техніко-економічним.

Оцінка якості продукції здійснюється, з одного боку, як процес оцінювання, а з іншого — як її результат [3]. У свою чергу, дослідження рівня якості необхідно розглядати як сукупність операцій, які здійснюються залежності від встановленої мети та які включають вибір номенклатури показників якості оцінюваного об'єкту, а також визначають числові значення цих показників і порівняють їх з базовими (конкурентними, еталонними тощо) [4].

Одним з таких показників, який характеризує рівень якісного показника в цілому (з урахуванням стадії утилізації), був прийнятий інтегральний показник рівня якості. Існує необхідність відзначити, що його використання можливе лише при орієнтовній оцінці. Для більш точних оцінок слід використовувати узагальнений, або техніко-економічний рівень якості, а в загальних випадках — рівень якісного показника.

Проведення досліджень на машинобудівних підприємствах Черкаської області, зокрема на ВАТ «Смілянський машинобудівний завод» дозволили дати оцінку їх етапів життєвого циклу продукції і встановити, які методи щодо управління якістю продукції є найбільш характерними саме для машинобудівного виробництва. Було виділено вісім етапів, пов'язаних з виробництвом продукції, сформульовані

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 28

конкретні заходи щодо управління, які характерні для кожного етапу та за рахунок цього показаний результат, який досягається за умов цих методів.

Слід відзначити, що залежно від того, до якої категорії відноситься дана продукція, оптимізація показників в роботі проводитися за наявності обмежень на їх величини або їх відсутності. В якості прикладу були вибрані показники надійності як найбільш значущі серед інших та властиві саме промисловій продукції [5].

Технічним рівнем якості продукції є такий рівень її якості, який характеризує технічну досконалість оцінюваної продукції (на основі технічних показників) в порівнянні з конкуруючою на ринку. Для внутрішніх цілей підприємства-виробника можуть вибиратися для порівняння вимоги нормативно-технічної документації, стандарти, еталони тощо.

Встановлено, що випуск якісної продукції окрім технічного забезпечення виробництва, який включає конструкторську і технологічну підготовку, основу яких складають стандарти ISO серії 9000, повинен бути забезпечений ефективними методами і прийомами, пов'язаними з виробництвом і управлінням. Це можна забезпечитися лише в тому разі, якщо на машинобудівному виробництві є розроблений комплект нормативних документів управління підприємством.

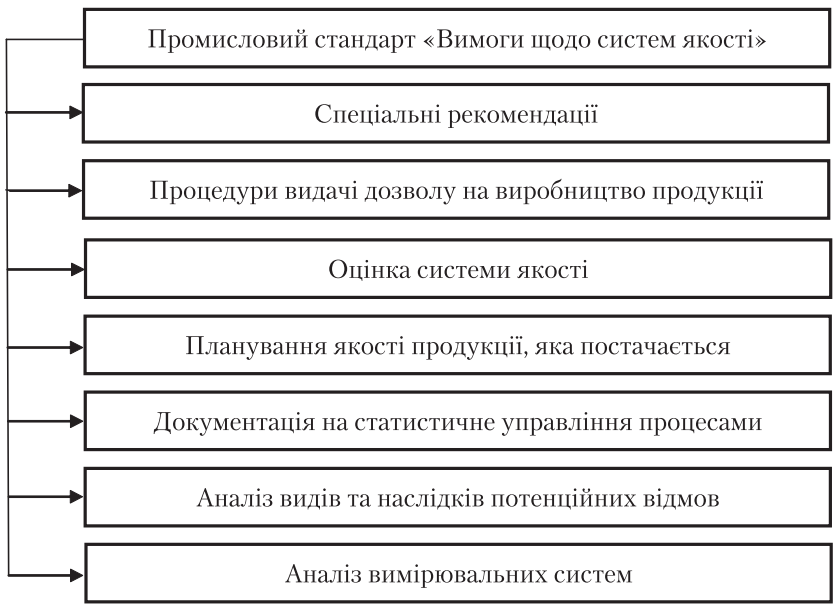
На основі виконаних досліджень встановлено, що інформаційні зв'язки у виробничому процесі виготовлення продукції розкривають і дозволяють встановити закономірності і властивості технологічних знань, що створюються в процесі технологічного проектування, і можуть використовуватися при управлінні виробничим процесом та якістю машинобудівної продукції [6].

Проведені авторами наукові дослідження дозволяють затверджувати, що підвищення якості продукції можливе лише за рахунок впровадження інтегрованих систем менеджменту, які базуються на теоретично обґрунтованих принципах TQM і методологічних процедурах міжнародних стандартів ISO 9001, 14001, QS 9000, OHSAS 18000, SA 8000. У той же час слід зазначити, що міжнародні стандарти ISO серії 9000 містять тільки мінімальний об'єм вимог, яким повинна відповідати система менеджменту якості, тому для забезпечення ефективної роботи машинобудівного підприємства їх доцільно доповнювати стандартизованими системами управління, концепція яких орієнтувалася б на специфіку окремих галузей промисловості [6].

Прикладом інформаційної підтримки систем управління якістю на машинобудівному підприємстві було розглянуто процедуру видачі дозволу на виробництво запланованої до випуску продукції, зокрема запропонований комплект документів, що рекомендується (рис.).

Авторами розглянута і запропонована концепція управління якістю машинобудівного підприємства при випуску конкурентноздатної продукції. Такий

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 29



Комплекс документів, на основі яких регламентують роботу машинобудівного підприємства у форматі системи QS 9000

підхід дозволив у форматі стандарту QS 9000 встановити наявність комплекту документів, які дозволяють регламентувати діяльність машинобудівного підприємства. Використання наведеного стандарту є доцільним, виходячи з того, що він хоча і базуються на ідеології стандартів ISO серії 9000, але закладені в ньому вимоги є жорсткими, що дає можливість створити технологію відповідній продукції, яка повинна відповідати підвищеним вимогам споживача.

Проведені дослідження дозволили встановити, що вибір рівня вимог щодо якості продукції обумовлюється декількома чинниками. По-перше, до цих чинників відносяться чинники, що враховують відповідність системи менеджменту якості постачальника вимогам стандарту QS 9000, а до других — відноситься статус постачальника у визнанні якості за процедурами конкретних споживачів. До третіх і четвертих чинників відноситься, відповідно, критичність продукції постачальника і досвід попередніх постачань. І нарешті до п'ятого рівня, відноситься рівень пов'язаний з експертизою постачальника за окремими видами продукції.

Кожна вхідна змінна X_i через коефіцієнти кореляції k_i формує всі показники якості. Наприклад, матеріал деталі виробу X_{1k} кореляційно взаємопов'язаний зі всіма показниками якості Z_i, тобто його вплив на величину показників якості набуває змін.

На підставі принципу суперпозиції, кожна зі змінних, яка має безпосередній вплив на показники якості може розгляда-

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 30

тися як їх лінійна комбінація і в загальному вигляді записуватися матричним рівнянням Z = KX або в розгорненому вигляді:

$$\begin{vmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ . \\ Z_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} k_{11}\ k_{12}\ k_{13}...k_{1m} \\ k_{21}\ k_{22}\ k_{23}...k_{2m} \\ ..... \\ k_{n1}\ k_{n2}\ k_{n3}...k_{nm} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ X_m \end{vmatrix}, \quad (1)$$

де k_{ij} — передавальні коефіцієнти впливу вхідних змінних чинників на показники якості, тобто коефіцієнти кореляції.

Наведені розрахунки припускають, що ця система взаємозв'язку є лінійною, сталою і такою, що описує статичні властивості. Для нелінійної перетворюючої системи принцип суперпозиції не є прийнятим і використовувати його не доцільно, але в певних межах кореляції щодо показників якості може бути застосована лінеаризація, тобто заміна нелінійних рівнянь лінійними.

У наведеному рівнянні найбільш складним є отримання матриць кореляційних коефіцієнтів, які можна розглядати як оператори лінійних перетворень вхідних змінних чинників в показники якості. Елементами головних діагоналей є коефіцієнти кореляції основних ланок, а останні — перехресних ланок. За відсутності зв'язку між чинниками і показниками якості на відповідних місцях матриці проставляються нулі. Оскільки вид матриці визначає співвідношення між числом вхідних і вихідних змінних, то вони можуть бути квадратними, рядковими, діагональними або як в даному загальному випадку прямокутними [1].

З метою спрощення системи рівнянь визначення коефіцієнтів регресії записується в матричній формі, як M = W, де M — блочна матриця, елементи якої є кореляційними моментами $M_{z_i x_j}$; Q — блочна матриця, елементами якої є шукані коефіцієнти регресії і W — квазідіагональна матриця, у якої вздовж головної діагоналі розташовані клітки, що є квадратними матрицями, складеними з кореляційних моментів, а решта елементів рівна нулю. Таким чином для будь-якого коефіцієнта регресії (2):

$$k_{ij} = \Delta^{-1} \sum_{\mu=1}^{n} A_{x_\mu} \cdot M^*_{z_i x_\mu}, \quad (2)$$

де Δ — визначник матриці W; n — загальне число спостережень; A_{x_μ} — алгебраїчне доповнення відповідних елементів $M^*_{z_i x_\mu}$ і визначника матриці. Якщо вхідні фактори є незалежними між собою, то формула (2) спрощується і має вигляд:

$$k^*_{ij} = \frac{r_{z_i x_j} \cdot S_{x_j}}{S_{x_j}}, \quad (3)$$

де $r_{z_i x_j}$ — емпіричні коефіцієнти парної кореляції; S_{z_i}, S_{x_j} — емпіричні середньоквадратичні відхилення чинників перетворюючої системи.

Для проведення аналізу впливу вхідних чинників на показники якості проведено підготовчі роботи, пов'язані з формалізацією цих даних. При цьо-

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 31

му якнайкращим випадком вважається, коли змінні будуть безрозмірними величинами або однією величиною.

Для визначення впливу зміни вхідних змінних на показники якості розглянуто спрощений варіант структурної схеми взаємозв'язку трьох вхідних змінних на три показники якості.

Нехай дана система описується матричним рівнянням дисперсій:

$$\begin{vmatrix} D_{z_1} \\ D_{z_2} \\ D_{z_3} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,771^2 & 0,321^2 & 0,55^2 \\ 0,66^2 & 0,594^2 & 0,811^2 \\ 0,298^2 & 0,199^2 & 0,802^2 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} D_{x_1} \\ D_{x_2} \\ D_{x_3} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} D^*_{x_1} \\ D^*_{x_2} \\ D^*_{x_3} \end{vmatrix}, \quad (6)$$

де D_{x_i} — дисперсії вхідних змінних; $D^*_{x_i}$ — частина дисперсії, обумовлена впливом неврахованих чинників; $D^*_{z_i}$ — дисперсії показників якості. Для визначення відхилення дисперсії показників якості рівняння набуває вигляду:

$$D_{z_1} = 0,594D_{x_1} + D^*_{x_1} + \\ + 0,1D_{x_2} + 0,3D_{x_3}, \quad (7)$$

де $D_{x_i} = \begin{vmatrix} 910 \\ 850 \\ 1225 \end{vmatrix} \cdot 10^{-6}$

та $D^*_{x_i} = \begin{vmatrix} 620 \\ 1217 \\ 508 \end{vmatrix} \cdot 10^{-6}$.

В результаті проведених досліджень на підприємствах машинобудівного комплексу запропонований алгоритм формування показників якості продукції, який передбачає встановлення її номенклатури з виділенням основних визначальних чинників, наприклад, точності, надійності і продуктивності.

Таким чином, проведені дослідження на підприємствах машинобудівного комплексу Черкаської області дали можливість встановити шляхи формування показників якості продукції машинобудування і дозволяють дати оцінку різних етапів життєвого циклу продукції і встановити які методи управління якістю продукції є найбільш характерними для машинобудівного виробництва.

Висновки

Приведені результати дозволяють стверджувати, що формування показників якості продукції повинно виконуватися послідовно на конструкційному, технологічному, організаційному і експлуатаційному етапах, на яких встановлюються основні чинники впливу. Запропонований механізм формування показників якості продукції, який полягає в складанні матричного рівняння, враховуючи чинники впливу (вхідні змінні), показників якості (вихідні змінні) і коефіцієнти регресії. Цей механізм може бути рекомендований при використанні сучасного віртуального проектування конструкцій виробів машинобудівної продукції, в який закладаються необхідні показники якості, інтегральної технології, за наслідками віртуальної реалізації якої виконується поліпшення конструкції виробу, і віртуальній ек-

Tech_process_1-2(23-24)_2009_2.qxd 19.05.2009 16:17 Page 32

сплуатації, що в результаті забезпечує підвищення якості конструкції виробів і технології її виготовлення.

1. Афанасьева П., Рахлин К. Применение экономических методов в системе качества // Стандарты и качество. — 2000. — № 10. — С. 24—25. 2. Спицнадель В. Н. Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO семейства 9000): Уч. пос. — СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. — С. 6—11. 3. Зенкін М. А., Куроптєва К. О. Контроль якості зміцнювальних покриттів: створення нормальної бази // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2002. — № 1(16). — С. 30—33. 4. Хімічева Г. І., Зенкін М. А., Швачій В. М., Аль Зареі Аммар. Прогнозування якості продукції на основі модульних принципів // Технологические системы. — 2004. — № 1(21). — С. 41—47. 5. Прыкин Б. В. Технико-экономический анализ производства. — М.: ЮНИТИ-ДАНА. — 2000. — С. 39—51. 6. Огвоздин В. Ю. Управление качеством: основы теории и практики. Уч. пос. — М.: Дело и сервис, 2002. 7. Рыжов Э. В. Аверченков В. И. Оптимизация технологических процессов механической обработки. — К.: Наукова думка, 1989. — С. 34—41.

Рецензент — Б. Ф. Піпа, д.т.н.,
професор, КНУТД

Надійшла до редакції 21.01.09