

УДК: 621.9.08:62.187.4

**В.О. ЗАЛОГА**, д-р техн. наук,

**Т.В. ЯШИНА**, Суми,

**О.Д. ДИННИК**, канд. техн. наук, Конотоп, Україна

## **УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

У статті розглянута проблема підвищення якості та конкурентоспроможності машинобудівної продукції. Проаналізовано фактори, які впливають на достовірність прийнятих рішень щодо якості виготовленої продукції. Запропоновано удосконалення системи оцінювання виробничих процесів на основі використання статистичних методів управління, одним з яких є аналіз вимірювальної системи.

**Ключові слова:** підвищення якості машинобудівної продукції, статистичні методи

В статье рассмотрена проблема повышения качества и конкурентоспособности машиностроительной продукции. Проанализированы факторы, влияющие на достоверность принятых решений по качеству полученной продукции. Предложено усовершенствование системы оценки производственных процессов на основе использования статистических методов управления, одним из которых является анализ измерительной системы.

**Ключевые слова:** повышение качества продукции машиностроения, статистические методы

In the article the problem of improving the quality and competitiveness of engineering products is reviewed. Factors that affect the reliability of decisions regarding the quality of the resulting product are analyzed. An improvement of the assessment system of manufacturing processes by using statistical control methods, one of which is Measurement System Analysis, is proposed.

**Keywords:** improving the quality of engineering products, statistical control methods

Управління діяльністю підприємства з метою підвищення якості та конкурентоспроможності продукції є важливою і актуальною задачею вітчизняних машинобудівних підприємств (МП). Процес виробництва машинобудівної продукції є, як правило, складним, що часто в реальній ситуації ускладнює управління її якістю, тобто визначення точної причини виникнення браку та його усунення шляхом удосконалення діючих технологічних процесів виготовлення як окремих деталей, так і технологічних процесів складання машини, оснащення тощо в цілому. Тому сьогодні актуальним є вдосконалення систем управління якістю (СУЯ) у відповідності до рекомендацій стандартів ISO серії 9000 та ISO/TS 16949 [1-3], а також створення умов, які дозволяють на будь-якому етапі виробничого процесу отримати достовірну інформацію про якість продукції, що виготовляється, і, в разі виявлення невідповідностей, встановлювати причини їх виникнення та розробляти заходи щодо їхньої ліквідації. Одним із ефективних шляхів вдосконалення СУЯ є усунення проблем у вимірювальних системах, що діють на кожному машинобудівному підприємстві.

В ході вивчення ряду інформаційних джерел [4-5 та ін.] з'ясовано, що на сьогоднішній день дуже важливим є аналіз виміральної системи (ВС), діючої на даному підприємстві, з метою встановлення ступеня її впливу на управління якістю продукції МП та визначення тих проблем, що супроводжують процеси вимірювання. Аналіз літературних джерел з цього напрямку управління якістю показав що цілий ряд питань, пов'язаних з удосконаленням ВС, є невідкладними і з метою підвищення достовірності результатів вимірювань та зниження їх невизначеності мають бути вирішені, що є актуальним та важливим завданням СУЯ продукції МП. Тому метою даної роботи є: розробка рекомендації щодо підвищення якості виготовлення машинобудівної продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO серії 9000 та ISO/TS 16949 та розробка шляхів удосконалення системи оцінювання виробничих процесів з використанням статистичних методів управління.

Встановлено [6-7], що в сучасних умовах результати вимірювань використовуються на виробництві не лише тільки для визначення розмірів виробів, а й прийняття відповідних управлінських рішень щодо регулювання виробничого процесу, яке може ґрунтуватися або на порівнянні результатів вимірювань, або на статистичних даних, що базуються на них, зі статистичними контрольними границями досліджуваного процесу. Тобто, у будь-якому випадку ефект від використання процедур з використанням результатів вимірювань, у визначальній мірі залежить від їх точності та достовірності. Таким чином, для того, щоб застосування результатів вимірювань з метою удосконалення СУЯ приносило користь і виправдовувало витрати, пов'язані з їх отриманням та обробкою, потрібно в першу чергу сконцентрувати увагу на якості та достовірності отримуваних даних, тобто розібратися як з технічними можливостями виміральної інструментів, приладів, засобів тощо, так і ВС в цілому, прийнятих на підприємстві.

В ході виконаних авторами досліджень з'ясовано, що на достовірність результатів вимірювань впливає велика кількість факторів, які є складовими ВС і до яких належать: невідповідність зразків вимірювань; індивідуальні особливості операторів; недосконалість і невідповідність сучасним вимогам методів вимірювань; невідповідність вимогам креслень засобів вимірювань; невідповідність вимогам навколишнього середовища; недостатня кваліфікація користувачів виміральної засобів тощо. Вказані фактори в роботі були проаналізовані за допомогою причинно-наслідкової діаграми К. Ісікави (рис. 1).

Таким чином видно, що єдина ВС підприємства охоплює: засоби і методи вимірювання, операторів, навколишнє середовище, еталони, вимірвальні зразки, матеріал. Це обумовлює необхідність зміщення уваги фахівців при оцінці достовірності вимірювань з аналізу тільки засобів

вимірювання до оцінки якості ВС та її статистичних характеристик, а саме: стабільності, зміщення, лінійності, збіжності та відтворюваності.

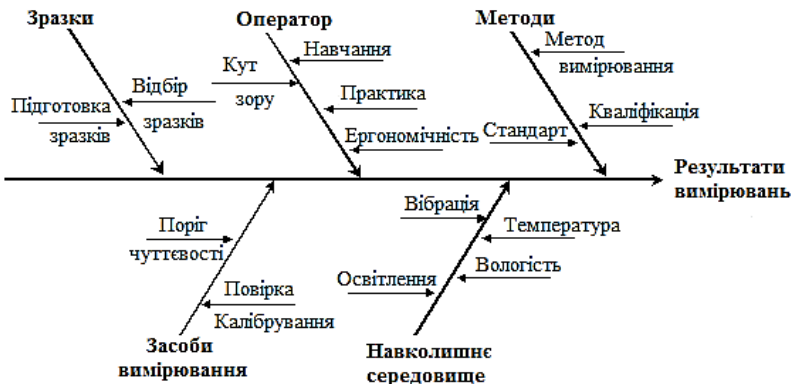


Рисунок 1 – Причинно-наслідкова діаграма К. Ісікави

Отже, основними вимогами до методу оцінки ВС є: можливість оцінювати достовірність результатів вимірювань; мінливість розсіювання, зміщення та стабільність показників процесів.

Аналіз ВС доцільно проводити для отримання відповідей на питання наступних типів: чи здатна досліджувана система адекватно знаходити відмінності між деталями; чи стабільна вона протягом певного часу; чи точна система в усьому діапазоні зміни розмірів деталей.

Однією з основних цілей проведеного дослідження ВС є отримання інформації щодо величин і типів мінливості у вимірюваннях, викликаних системою при її взаємодії з навколишнім середовищем. Ця інформація може бути надзвичайно важливою, оскільки для виробничого процесу часто більш визначальним є врахування, наприклад, збіжності і зміщення при калібруванні і встановлення для них «розумних» (тільки край потрібних) меж, ніж використання надто точних приладів з дуже високою збіжністю.

Відомо [7], що сьогодні одним із дієвих інструментів статистичного аналізу у виробничій практиці, необхідних для контролю якості продукції МП на всіх етапах її виготовлення, є аналіз ВС (MSA – Measurement System Analysis). MSA є набором експериментів і статистичних методів, адаптованих для отримання оцінок прийнятності результатів вимірювань, покликаний дати висновок щодо прийнятності використовуваної вимірювальної системи (ВС) через кількісне вираження її характеристик.

Основними задачами MSA є:

- оцінювання параметрів статистичних характеристик виробничого процесу (ВП) на стадії підготовки виробництва;
- періодичного підтвердження статистичних характеристик ВП;
- позачергового підтвердження статистичних характеристик ВП у випадках заміни, модернізації, ремонту засобів вимірювань, зміни технологічного процесу, збільшення кількості невідповідностей вимірюваного параметра тощо.

MSA починається з розуміння мети і процесу вимірювання. В ході аналізу всі джерела хаотичних і явно неприпустимих помилок повинні бути усунені. Дослідження вимірювань слідує концепціям Демінга [8]: «Визначте значні джерела помилок і усуньте їх; дозвольте одному або декільком факторам змінюватися; вимірюйте кілька разів; аналізуйте результати дій.»

В процесі дослідження були визначені і класифіковані характеристики, за якими оцінюється ВС, а саме: достовірність результатів вимірювань, мінливість розкиду та настройки системи. Треба мати на увазі, що при цьому, повинна існувати можливість оцінки як короткострокової мінливості ВС, так і довгострокової, тобто практичної придатності ВС.

ВС запропоновано вважати придатною, якщо виконуються наступні умови:

- процес вимірювань знаходиться в статистично керованому стані (тобто він стабільний і незмінний або присутні тільки звичайні причини мінливості);
- процес налаштований на ціль (тобто немає зміщення);
- мінливість процесу (збіжність і відтворюваність) прийнятною для даного підприємства і знаходиться в очікуваних межах.

Процес може вважатися нестабільним, якщо виконується хоча б одна з таких умов: одна або кілька точок знаходяться за межами контрольних меж; присутні серії точок – сім точок поспіль знаходяться по одну сторону від середнього значення або сім точок поспіль зростають або зменшуються; процес проявляє інші ознаки не випадкової поведінки (наприклад, більшість точок групуються біля лінії середнього, або близько лінії контрольних меж).

У разі нестабільності процесу, MSA дозволяє виявити джерела порушення стабільності та запропонувати можливі корегувальні дії для їх усунення.

Якщо жодна з перерахованих умов не порушується, можна зробити висновок, що система стабільна і можна проводити дії щодо поліпшення виробничого процесу, адже удосконалювати можна лише стабільний процес.

Отже, у випадку якщо вимірювальний процес стабільний, то у ВС не повинно бути зміщення та лінійності, а вклад ВС в розкид вимірювального показника  $\leq 30\%$ . Якщо будь-яка із наведених характеристик визнається неприйнятною, необхідно проводити аналіз причин мінливості результатів вимірювань [9].

Аналіз ВС оцінює здатність досліджуваної системи забезпечувати адекватність даних вимірювань для ефективного моніторингу процесу. Таким чином, при використанні вимірювального процесу необхідно виконати такі умови:

- забезпечити адекватну роздільну здатність і чутливість засобу вимірювання;
- вимірювальний процес повинен бути в статистично керованому стані;
- для контролю продукції, мінливість вимірювального процесу повинна бути мала в порівнянні з межами допуску;
- для управління виробничим процесом, мінливість вимірювального процесу повинна бути меншою за мінливість виробничого процесу.

Результати проведеного аналізу ВС можуть служити основою для прийняття рішення про результативність використання досліджуваної системи для визначення показників ВП. ВС доцільно використовувати для удосконалення оцінювання якості ВП, якщо її статистичні характеристики відповідають вимогам споживачів та нормам нормативної документації, зокрема, вимогам міжнародних стандартів ISO серії 9000 та ISO/TS 16949.

Таким чином, в результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що дані, отримані в ході аналізу ВС машинобудівного підприємства, повинні використовуватися не тільки для перевірки відповідності характеристик продукції встановленим вимогам, а, перш за все, для прийняття управлінських рішень щодо необхідності вдосконалення виробничих процесів. Можливість використання ВС в складі більш складних виробничих структур і умовність границь між власне вимірювальними завданнями і завданнями управління виробництвом робить актуальною проблему встановлення зв'язку між точністю вимірювань і характеристиками якості вирішення цих завдань.

**Список використаних джерел:** 1. ISO/TS 16949:2009 «Quality management system. Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations», third edition, 2009-06-15. 2. Системи управління якістю. Вимоги: ДСТУ ISO 9001:2009. – [Чинний від 22.06.2009]. – К.: Держспоживстандарт України. – 37 с. – (Національний стандарт України). 3. Системи управління якістю. Основні положення та словник. Наставни щодо поліпшення діяльності: ДСТУ ISO 9000:2007. – [Чинний від 03.09.2007]. – К.: Держспоживстандарт України. – 27 с. – (Національний стандарт України). 4. *Ткачук Л. М.* Сучасні тенденції управління якістю на підприємствах України / *Л. М. Ткачук* // Вісник Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія “Економіка”. – 2003. – Вип. 65. – С. 101–102. 5. *Павловская И. В.* Управление качеством продукции и процессов с использованием ранжирующих измерительных систем / *И. В. Павловская* // Вестник БГТУ. – 2012. Вып.3. С. 130 – 134 6. *Плехова Ю. О.* Экономико-организационные особенности выявления и использования резервов снижения брака продукции в машиностроении / *Ю. О. Плехова* // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2007. – № 5. – С. 140–145. 7. Анализ измерительных систем. Справочное руководство: - 3-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: СМЦ Приоритет. – 2003. – 230 с. 8. *Деминг У. Э.* Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами/ *У.Э. Деминг*. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 9. *Миттаг Х.-Й.* Статистические методы обеспечения качества / *Х.-Й. Миттаг, Х. Ринне* –

М.: Машиностроение. – 1995. – 601 с. **10.** *Строителев В. П.* Статистические методы в управлении качеством / *В. П. Строителев.* – М. : Европейский центр по качеству, 2002. – 164 с.

**Bibliography (transliterated):** **1.** ISO/TS 16949:2009 «Quality management system. Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations», third edition, 2009-06-15. **2.** Системи управління якістю. Вимоги : DSTU ISO 9001:2009. – [Chinnij vid 22.06.2009]. – К.: Derzhspozhivstandart Ukraïni. – 37 с. – (Nacional'nij standart Ukraïni). **3.** Системи управління якістю. Основні положення та словник. Наявні згідно поліпшення діяльності: DSTU ISO 9000:2007. – [Chinnij vid 03.09.2007]. – К. Derzhspozhivstandart Ukraïni. – 27 с. – (Nacional'nij standart Ukraïni). **4.** *Tkachuk L. M.* Suchasni tendencii upravlinnja yakistju na pidpriemstvah Ukraïni / L. M. Tkachuk // *Visnik Kiiivs'kogo nacional'nogo universitetu im. T. G. Shevchenka. Serija "Ekonomika".* – 2003. – Vip. 65. – S. 101–102. **5.** *Pavlovskaja I. V.* Upravlenie kachestvom produkcii i processov s ispol'zovaniem ranzhirujushhih izmeritel'nyh sistem / *I. V. Pavlovskaja*// *Vestnik BGTU.* – 2012. Vyp.3. S. 130 – 134. **6.** *Plehova Ju. O.* Jekonomiko-organizacionnye osobennosti vyjavlenija i ispol'zovanija rezervov snizhenija braka produkcii v mashinostroenii / *Ju. O. Plehova* // *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo.* – 2007. – № 5. – S. 140–145. **7.** *Analiz izmeritel'nyh sistem. Spravochnoe rukovodstvo: - 3-e izd., pererab. i dop.* – N. Novgorod: SMC Prioritet. – 2003. – 230 s. **8.** *Deming U. Je.* Vyhod iz krizisa: Novaja paradigma upravlenija ljud'mi, sistemami i processami/ *U.Je. Deming.* – М.: Al'pina Biznes Buks, 2007. **9.** *Mittag H.-J.* Statisticheskie metody obespechenija kachestva / *H.-J. Mittag, H. Rinne* – М.: Mashinostroenie. – 1995. – 601 s. **10.** *Stroitelev V. P.* Statisticheskie metody v upravlenii kachestvom / *V. P. Stroitelev.* – М. : Evropejskij centr po kachestvu, 2002. – 164 s.