

DOI 10.32820/2079-1747-2019-24-86-91
УДК 658.562:621

ПРО ІНТЕРВАЛИ ЯКОСТІ ПРИ ОЦІНЦІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ЗА ПАРАМЕТРОМ ТОЧНОСТІ ЛІНІЙНОГО РОЗМІРУ

©Ламнауер Н.Ю.¹, Пташний О.Д.², Бобрицька Г.С.²

*Українська інженерно-педагогічна академія¹
Харківський національний автомобільно-дорожній університет²*

Інформація про авторів:

Ламнауер Наталія Юріївна: ORCID: 0000-0002-6779-8761; lamnaouernatali@gmail.com; доктор технічних наук; професор кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженернопедагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна

Пташний Олег Дмитрович: ORCID: 0000-0001-6123-7253; olegptashniy@gmail.com; кандидат педагогічних наук; доцент кафедри вищої математики; Харківський національний автомобільно-дорожній університет; вул. Я. Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна

Бобрицька Галина Сергіївна: ORCID: 0000-0003-2793-5108; bogalina31@ukr.net; кандидат педагогічних наук; доцент кафедри вищої математики; Харківський національний автомобільно-дорожній університет; вул. Я. Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна

Серед питань забезпечення якості продукції важливою складовою є оцінка якості технологій її виготовлення. Якість технології оцінюється за якістю отриманих виробів. Одним з показників якості виробів машинобудування є лінійний розмір деталей. Будь-який виріб може бути виготовлено з допомогою різних технологій, але кожна з них забезпечує й не однакову якість. Висока якість супроводжується збільшенням витрат, що в умовах конкуренції на ринку є не завжди придатним для виробників продукції.

В залежності від потреб виробника щодо якості, стає необхідним визначити технологію, що забезпечує бажану якість. Розглянуті питання створення інструменту оцінки якості виготовлення деталей за точністю розмірів з метою визначення градації якості технологій. Для цього пропонується впровадження оцінки технологій з інтервалами якості.

В дослідженнях використано теоретичний апарат теорії ймовірностей та математичної статистики. Запропоновано використання загальної моделі розподілу лінійних розмірів деталей та знайдених оцінок її параметрів. Показано, що запропонована модель має три різні форми щільності розподілу при однаковому теоретичному розмаху оцінок верхнього та нижнього значення розмірів та при однакової кількості проведених вимірів. Ці форми можуть ідентифікувати якість технологій, як високу, середню та низьку.

На базі отриманих розрахунків будується система градації, що визначає при заданому об'ємі вимірювань якісну характеристику технології виготовлення виробів. Використання запропонованих результатів дає можливість аналізувати якість процесу виготовлення виробів зі зростанням їхнього об'єму. Отримані результати дозволяють знайти оцінку доцільної кількості виготовлення виробів з бажаною якістю. Проведені дослідження допомагають у вирішенні питання управління якістю продукції машинобудування.

Ключові слова: якість, точність, лінійний розмір, деталь, технологія виготовлення.

Ламнауер Н.Ю., Пташний О.Д., Бобрицькая Г.С. «Об интервалах качества при оценке технологий изготовления изделий по параметру точности линейного размера

Среди вопросов обеспечения качества продукции важной составляющей является оценка качества технологии ее изготовления. Качество технологии оценивается по качеству полученных изделий. Одним из показателей качества изделий машиностроения является линейный размер деталей. Любое изделие может быть произведено при помощи различных технологий, но каждая из них обеспечивает и не одинаковое качество. Высокое качество со-

проводяється збільшенням затрат, що в умовах конкуренції на ринку не завжди прийнятно для виробників продукції.

В залежності від потреб виробника, що стосуються якості, виникає необхідність визначити технологію, яка забезпечує бажану якість. Розглянуті питання створення інструмента оцінки якості виготовлення деталей по точності розмірів з метою визначення градаций якості технологій. Для цього пропонується впровадження оцінки технологій з інтервалами якості.

В дослідженнях використано теоретичний апарат теорії ймовірностей і математичної статистики. Предложено використання загальної моделі розподілу лінійних розмірів деталей і знайдених оцінок її параметрів. Показано, що запропонована модель має три різні форми густоти розподілу при однаковому теоретичному діапазоні оцінок верхнього і нижнього значення розмірів і при однаковому кількості проведених вимірювань. Ці форми можуть ідентифікувати якість технологій, як високу, середню і низку.

На основі отриманих розрахунків будується система градаций, яка визначає при заданому об'ємі вимірювань якісну характеристику технології виготовлення виробів. Використання запропонованих результатів дає можливість аналізувати якість процесу виготовлення виробів з ростом їх об'єму. Отримані результати дозволяють знайти оцінку цілесобразного кількості виготовлення виробів з бажаною якістю. Проведені дослідження допомагають у вирішенні питань управління якістю продукції машинобудування.

Ключові слова: якість, точність, лінійний розмір, деталь, технологія виготовлення.

Lamnauer N., Ptashnyi O., Bobrytska H. «About quality intervals in assessing the manufacturing technology of products by the accuracy parameter of linear size»

Among the issues of ensuring product quality, an important component is the assessment of the quality of its manufacturing technology.

The quality of technology is assessed by the quality of the products received. One of the indicators of the quality of engineering products is the linear size of the parts. Any product can be produced using various technologies, but each of them provides not the same quality. High quality is accompanied by increased costs, which in a competitive market is not always acceptable for manufacturers.

Depending on the needs of the manufacturer regarding quality, it becomes necessary to identify a technology that provides the desired quality. The issues of creating a tool for assessing the quality of manufacturing parts by the accuracy of size to determine the gradation of the quality of technology are considered. It is proposed to introduce assessment of technology with intervals of quality.

The research used the theoretical apparatus of probability theory and mathematical statistics. The use of a general model of the distribution of the linear dimensions of parts and the found estimates of its parameters is proposed.

It is shown that the proposed model has three different forms of distribution density with the same theoretical range of estimates of the upper and lower sizes and with the same number of measurements. These forms can identify the quality of technology as high, medium, and low.

Based on the calculations obtained, a gradation system is constructed that determines, for a given volume of measurements, a qualitative characteristic of the technology for manufacturing products.

Using the proposed results makes it possible to analyze the quality of the manufacturing process of products with an increase in their volume. The results obtained allow us to find an estimate of the appropriate amount of manufacturing products with the desired quality. The conducted studies help in resolving issues of quality management of engineering products.

Keywords: quality, accuracy, linear size, machine part, manufacturing technology.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями

Промислове виробництво є флагманом економіки будь-якої держави. Галузь машинобудування є основою промисловості. Розвиток промисловості не можливий без забезпечення якості продукції. Забезпечення якості в свою чергу супроводжується технологією виготовлення, для якої застосовуються інструменти її оцінки. Оцінка якості технологій проводиться на основі аналізу якості отриманих виробів. Одним з показників якості виробів деталей є точність лінійного розміру. Забезпечити необхідну точність можливо за допомогою різних технологій та різного обладнання. Стає необхідним оцінити та обрати ту технологію виготовлення, що є економічно доцільною у відповідності з бажаною якістю. Для цього має сенс проводити градацію якості технологій. Питання оцінки якості насамперед вирішуються за допомогою ймовірно-статистичних методів управління якістю. Таким чином, використання ймовірно-статистичних моделей та оцінок їх параметрів дозволять розв'язати задачу оцінки якості технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Забезпечення якості продукції проблема, що турбує виробників у всіх країн. Отримання продукції необхідної якості є комплексним процесом. Вітчизняні та закордонні дослідники в галузі якості приділяють увагу різним аспектам у загальному комплексі заходів, щодо забезпечення якості. Дослідження по двом аспектам у взаємодії - контроль та технічне обслуговування обладнання розглянуті в [1]. Принцип побудови контрольної карти розглянуто в [8].

Контроль якості, як один з інструментів якості виграє важливу роль для моніторингу, аналізу даних для виявлення та рішення проблем виробничих процесів. Такі питання розглянуті в [2-6].

Аналіз сучасних наукових джерел в галузі якості довів, що будь-який інструмент для її досягнення повинен розглядатися в сукупності з мінімізацією витрат [7], в тому числі пов'язану доцільністю застосованої технології.

Метою роботи є запропонувати оцінку якості технологій виготовлення деталей на основі її градації та інструмент аналізу якості процесу їх виготовлення зі збільшенням кількості.

Виклад основного матеріалу

В роботі [9] пропонується розрахункова модель лінійних розмірів при виготовленні деталей машин. Ця модель має чотири параметра a - модальне значення, b - нижня межа та c - верхня межа розміру, k - параметр форми розмірів, яка визначена при $k > 0$ та $k < -1$, де $b < a < c$ та $b \geq 0$.

Запропонована модель в [9] має значний недолік, а саме, вона не дозволяє знайти оцінки її параметрів, оскільки сучасні обчислювальні методи не можуть дати розв'язання системи чотирьох раціональних функцій з чотирма невідомими. Тому вигляд моделі не є робочим для практичного застосування. Звідси випливає, що треба видозмінити параметри даної моделі так, щоб вона стала робочою.

Для оцінки параметрів даної моделі та для того, щоб центральні моменти виражалися через теоретичний розмах $c-b$, визначимо модальне значення a через безрозмірну величину, співвідношення q ділення відрізка величиною $c-b$, де $q = (a - b) / (c - a)$.

В цьому випадку маємо $a = (b + cq) / (1 + q)$ та

$$f(x) = \begin{cases} \frac{(1+k) \left[1 - \left(\frac{x-b+q(x-c)}{q(b-c)} \right)^{1/k} \right]}{c-b}, & b \leq x \leq \frac{b+qc}{1+q}; \\ \frac{(1+k) \left[1 - \left(\frac{b-x+q(c-x)}{b-c} \right)^{1/k} \right]}{c-b}, & \frac{b+qc}{1+q} < x \leq c. \end{cases} \quad (1)$$

Знайдена функція розподілу для цієї моделі $F(x)$ [10], яка в точці модального значення a :

$$F(a) = \frac{q}{1+q}.$$

Математичне очікування $M(X)$ випадкової величини X з щільністю розподілу (1) має вигляд:

$$M(X) = \frac{3kb + kbq + b + bq + 3kqc + kc + c + qc}{2(1+q)(2k+1)}. \quad (2)$$

Аналіз моделі (1) показав, що вона має три різні форми щільності розподілу при однаковому теоретичному розмаху $c-b$ і при однаковій кількості n лінійних розмірів. Ця форма з увігнутими кривими, які асимптотично наближуються до моди та мають саму велику частоту появи розміру в точці налагодження розміру. Тут значення щільності розподілу в моді є необмежено велике число. Така форма кривої (1) говорить про високу якість технології виготовлення деталей за параметром лінійного розміру. Форма кривої (1) вигляду два говорить, що криві увігнуті, та в точці налагодження станка a значення щільності розподілу (1) кінцеве. Така форма кривої говорить про середню якість технології виготовлення деталей за параметром лінійного розміру. Третя форма кривої с опуклими кривими і кінцевою щільністю розподілу в моді. Це говорить про великий розкид значень лінійного розміру деталей, а значить має низьку якість технології виготовлення деталей.

Визначимо, які границі має середнє значення розмірів при кожній з цих визначених трьох якісних характеристиках технологій для моделі (1). Визначаючи параметр форми k через параметри моделі (1) і математичне очікування (2) маємо:

$$k = \frac{bq + b + cq + c - 2\bar{x} - 2\bar{x}q}{4\bar{x} + 4\bar{x}q - bq - 3b - 3cq - c}, \quad (3)$$

де $M(X)$ замінено на вибіркоче середнє значення $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$,

n - об'єм вимірювань лінійних розмірів деталей.

Для розмірів виробів зі значеннями $q > 1$, розв'язуючи нерівність $k < -1$ маємо, що при заданому n технології виготовлення деталей з високою якістю мають границі середнього розміру вигляду:

$$\frac{b+cq}{1+q} < \bar{x} < \frac{b(3+q)+c(3q+1)}{4(1+q)}. \quad (4)$$

Якщо $q > 1$ і $k > 1$, то маємо середню якість технології виготовлення деталей з границями середнього розміру деталі:

$$\frac{b(3+q)+c(3q+1)}{4(1+q)} < \bar{x} < \frac{b(2+q)+c(2q+1)}{3(1+q)} \quad (5)$$

Низька якість технології виготовлення деталей мають границі середнього розміру деталей з розв'язання нерівність $0 < k < 1$ при $q > 1$

$$\frac{b(2+q)+c(2q+1)}{3(1+q)} < \bar{x} < \frac{b+c}{2} \quad (6)$$

Для значень $q < 1$ границі середнього розміру деталей для різних якостей технологій визначаються за формулами:

1) При високій якості технології:

$$\frac{b(3+q)+c(3q+1)}{4(1+q)} < \bar{x} < \frac{b+cq}{1+q} \quad (7)$$

2) Для середньої якості технології:

$$\frac{b(2+q)+c(2q+1)}{3(1+q)} < \bar{x} < \frac{b(3+q)+c(3q+1)}{4(1+q)} \quad (8)$$

3) Для низької якості технології:

$$\frac{b+c}{2} < \bar{x} < \frac{b(2+q)+c(2q+1)}{3(1+q)} \quad (9)$$

На Рис.1 представлено інтервали середніх значень розмірів при різних технологіях виготовлення виробів при параметрах $q = 0,5$, $b = 2$ і $c = 6$.

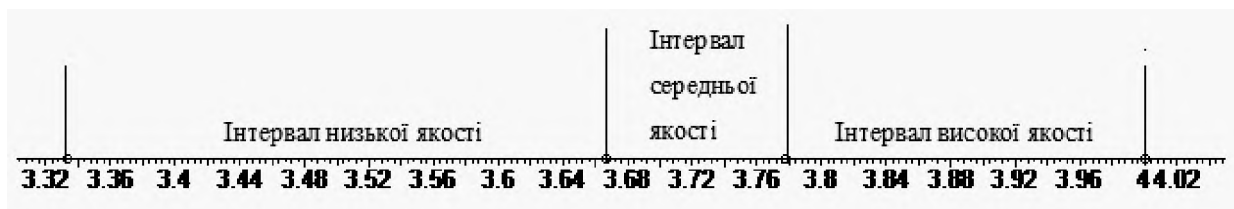


Рис. 1. – Інтервали якості технологій виготовлення деталей за параметром лінійного розміру при параметрах $q = 0,5$, $b = 2$ і $c = 6$ моделі (1)

Висновки

Отримані результати розрахункових формул (4), (5), (6), (7), (8) та (9), і методи оцінки параметрів моделі (1) в [10] дозволяють: визначити при заданому об'ємі вимірювань n якісну характеристику технології виготовлення виробів за параметром лінійного розміру, робити аналіз процесу виготовлення виробів з ростом об'єму їх виготовлення n , знайти оцінку необхідного об'єму n при виготовленні виробів у визначеному інтервалі якості.

Список використаних джерел:

1. Kurniati N. Quality inspection and maintenance: the Framework of interaction / N. Kurniati, R. HueiYeh, J. JangLin // *Procedia Manufacturing*. – 2015. – Vol. 4 – P. 244-251.
2. Abdullah M.M. The influence of ST and HT quality management practices on performance / M.M. Abdullah, J.J. Tari // *Asian pacific management review*. – 2012. – Vol.17, No. 2. – P. 177-193.
3. Costa M. Simultaneous consideration of TQM and ISO 9000 on performance and motivation: an empirical study of Spanish companies / M. Costa, A. Lorentes, T.Choi // *International Journal of Production Economics*, – 2008. – No113, – P. 23–39.

4. Samson D. The relationship between total Quality management practices and operational performance / D. Samson, M. Terziovski // *Journal of Operations Management*. – 1999. – Vol. 17, No. 4. – P. 393–409.
5. Wei Jiang. Integrating SPC and EPC Methods for Quality Improvement / Jiang Wei, John V. Farr // *Quality Technology & Quantitative Management*, – 2007. –Vol. 4, No. 3. – P. 345 – 363.
6. Zhang Z. An instrument for measuring TQM implementation for Chinese manufacturing companies / Z. Zhang, A.B.Waszink, J. Wijngaard // *International Journal of Quality & Reliability Management*. – 2000, – Vol.17, No.7, – P.730 – 755.
7. Ламнауер Н.Ю. Прогнозування технологічної собівартості якісних виробів / Н. Ю. Ламнауер // *Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. Серия: экономические науки*. – 2008. – Выпуск 85. – С. 390 – 397.
8. Ламнауэр Н. Ю. Контрольная карта для различных качеств точности / Н.Ю. Ламнауэр // *Східно - Європейський журнал передових технологій*. – 2011. – 3/7(51) . – С. 23–26.
9. Ламнауэр Н. Ю. Модель распределения размеров изделий и ее применение для оценки точности обработки / Н.Ю. Ламнауэр // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №27. – С. 98 – 107.
10. Ламнауер, Н. Ю. Загальна модель розподілу лінійних розмірів деталей та її застосування для поліпшення якості виробів / Н. Ю. Ламнауер // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». -2013. - № 54.- С.134-143.

References

1. Kurniati, N. & HueiYeh, R. & JangLin J. 2015, 'Quality inspection and maintenance: the Framework of interaction', *Procedia Manufacturing*, vol. 4, pp. 244–251.
2. Abdullah, M. & Tari, J. 2012, 'The influence of ST and HT quality management practices on performance', *Asian pacific management review*, vol. 17, no. 2, pp. 177–193.
3. Costa, M. & Lorentes, A. & Choi, T. 2008, 'Simultaneous consideration of TQM and ISO 9000 on performance and motivation: an empirical study of Spanish companies', *International Journal of Production Economics*, no113, pp. 23–39.
4. Samson, D. & Terziovski M. 1999, 'The relationship between total Quality management practices and operational performance', *Journal of Operations Management*, vol. 17, no. 4, pp. 393–409.
5. Jiang, W. & Farr, J. 2007, 'Integrating SPC and EPC Methods for Quality Improvement', *Quality Technology & Quantitative Management*, vol. 4, no. 3, pp. 345 – 363.
6. Zhang, Z. & Waszink, A. & Wijngaard, J. 2000, 'An instrument for measuring TQM implementation for Chinese manufacturing companies', *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.17, no.7, pp.730 – 755.
7. Lamnauer, N. 2008, 'Prohnozuvannia tekhnolohichnoi sobivartosti yakisnykh vyrobiv', *Kommunal'noe hoz'yajstvo gorodov. Nauchno-tekhnicheskij sbornik, Ser.: ekonomicheskie nauki*, no. 85, pp. 390 – 397.
8. Lamnauer, N. 2011, 'Kontrol'naya karta dlya razlichnykh kvalitetov tochnosti', *Skhidno - Yevropeiskiy zhurnal peredovykh tekhnolohii*, no. 3/7(51), pp. 23-26.
9. Lamnauer, N. 2012, 'Model raspredeleniya razmerov szdeliy i yeye primeneniye dlya ocenki tochnosti obrabotki', *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskiy politekhnichnyi instytut"*, Ser.: Matematychno modeliuвання v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh, no. 27, pp. 98-107.
10. Lamnauer, N. 2013, 'Zagalna model raspredeleniya liniynih rozmiriv detaliy ta yiyi zastosuvannya dlya polipshennya yakosti virobiv', *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskiy politekhnichnyi instytut"*, Ser.: Matematychno modeliuвання v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh, no. 54, pp. 134-143.

Стаття надійшла до редакції 11 жовтня 2019 р.