

УДК 621; 658.562.012.7

Ламнауер Н. Ю.

## ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ЗАДАНИМ ЛІНІЙНИМ РОЗМІРОМ

Основою економіки країни є промислове виробництво, тому забезпечення якості машинобудівної продукції є важливою задачею. Забезпечення якості виготовленої продукції насамперед залежить від технології її виготовлення. Одним з показників якості виробів деталей є точність лінійного розміру. Забезпечити необхідну точність можливо завдяки правильному налагодженню обладнання. В процесі механічної обробки на обладнанні з часом відбуваються процеси, які впливають на точність розміру деталей. Стає необхідним оцінити якість технологічного процесу та своєчасно провести пілналагодження обладнання з метою отримання виробів бажаною якістю. Питання оцінки якості вирішуються за допомогою ймовірно-статистичних методів. Таким чином, використання адекватних ймовірно-статистичних моделей та оцінок їх параметрів дозволять розв'язати задачу оцінки якості технологій та отримання продукції необхідної якості.

Проблема забезпечення якості продукції актуальна та вирішується дослідниками багатьох країн. Питання забезпечення якості складається з оцінки з одночасним її контролем. Так в [1] розглянуто у взаємодії дві складові – контроль та технічне обслуговування обладнання.

Контроль якості, як один з інструментів якості грає 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 з попередженням браку.

Метою роботи є створення теоретичної бази та на її основі запропонування методики визначення рівня якості, що забезпечує технологія при заданому об'ємі виробів.

Для досягнення поставленої мети в роботі використана математична модель, що запропонована в [8]. Ця загальна модель розподілу випадкової величини  $X$  розміру виробу має вигляд:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \notin (b, c), \\ \frac{1+k}{c-b} \left[ 1 - \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^{\frac{1}{k}} \right], & x \in [b, a], \\ \frac{1+k}{c-b} \left[ 1 - \left( \frac{x-a}{c-a} \right)^{\frac{1}{k}} \right], & x \in (a, c], \end{cases} \quad (1)$$

де  $a$  – модальне значення;  $b$  – нижня межа та  $c$  – верхня межа розміру;  $k$  – параметр форми розмірів.

Модель (1) визначена при  $k > 0$  та  $k < -1$ , де  $b < a < c$  та  $b \geq 0$ .

Зазначимо, що величини  $b$  і  $c$  є оцінками параметрів моделі (1), що можуть приймати різні значення розміру в результаті процесу виготовлення деталей.

Математичне очікування щільності розподілу (1) має вигляд [9]:

$$M(X) = (b + c + 2ka + kb + kc) / (4k + 2). \quad (2)$$

При правильній настройці верстату значення моди  $a$  співпадає з заданим номінальним розміром, оскільки тут повинна знаходитися найбільша кількість виробів, що обробляються.

Якщо задані верхня – ВГД та нижня – НГД границі поля допуску, то за оцінками параметрів  $b$  та  $c$  можна визначити, чи належать вони інтервалу (НГД; ВГД). Якщо ці оцінки належать інтервалу (НГД; ВГД), то можна говорити про те, що розміри виробів знаходяться у полі допуску. Якщо хоча б одна оцінка цих параметрів не належить інтервалу (НГД; ВГД), то розміри виробів не знаходяться у полі допуску. Отримані значення оцінок параметрів  $b$  та  $c$  в результаті виготовлення деталей говорять про якість технологічного процесу.

З фізичного сенсу величини розміру деталей  $b \geq 0$  і  $c > 0$ , а значить й їхня половина суми є додатне число  $\Delta = (b+c)/2$ . Ця величина  $\Delta$  може служити індикатором якості технологічного процесу виготовлення деталей за параметром точності лінійного розміру. З (2) слідує, що параметр форми  $k$  моделі (1) має вигляд:

$$k = (\bar{x} - \Delta) / (\Delta + a - 2\bar{x}), \quad (3)$$

де математичне очікування  $M(X)$  випадкової величини  $X$  розміру виробу замінено на його оцінку  $\bar{x}$  – вибіркове середнє лінійних розмірів деталей.

Аналіз моделі (1) показав, що для  $a > \Delta$ , тобто для процесу, якість якого убиває з заданим лінійним розміром деталі  $a$  маємо:

а) для значень параметру форми  $k < -1$  повинна виконуватися умова:

$$(a + \Delta) / 2 < \bar{x} < a; \quad (4)$$

б) для значень  $k > 1$  має місце умова по значенню  $\bar{x}$ :

$$(a + 2\Delta) / 3 < \bar{x} < (a + \Delta) / 2; \quad (5)$$

с) для значень  $0 < k < 1$ , ці умови для  $\bar{x}$  визначаються нерівністю:

$$\Delta < \bar{x} < (a + 2\Delta) / 3. \quad (6)$$

З формули (4) слідує, що технологічний процес виготовлення деталей з заданим лінійним розміром  $a$ , на який налагоджено верстат, має високий рівень якості, якщо для всіх заданих значень  $n$  середнє значення розмірів  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  належить нерівності (4). Модель (1)

в цьому випадку має вигляд (рис. 1). Для випадку а) значення моделі (1) в моді  $a$  є необмежено велике число. Тоді графіки функції увігнуті. З (5) видно, що технологічний процес обробки

деталі з заданим лінійним розміром  $a$ , на який налагоджено верстат, має середній рівень якості.

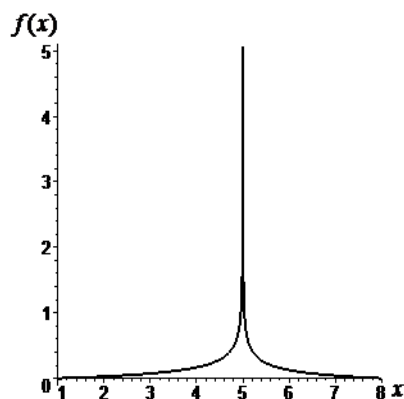


Рис. 1. Модель (1) при параметрах  $b=1$ ,  $c=8$ ,  $a=5$  та знайдених  $\Delta=4,5$  та  $\bar{x}=4,8$

На рис. 2 представлено випадок б), де значення моделі (1) в точці  $a$  є кінцеве число. Тут маємо також графік неелементарної функції (1), що є увігнутим.

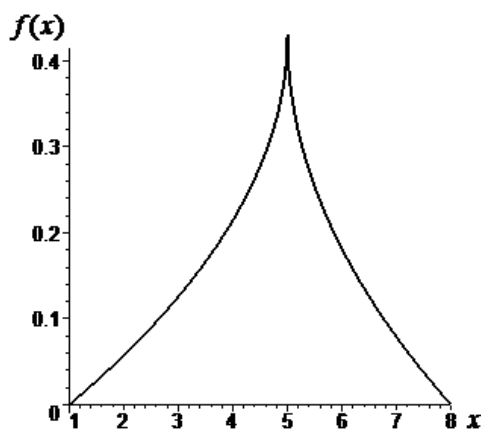


Рис. 2. Модель (1) при параметрах  $b=1$ ,  $c=8$ ,  $a=5$  і знайдених  $\Delta=4,5$  та  $\bar{x}=4,7$

Модель (1) лінійних розмірів деталей у випадку с) дає опуклу неелементарну функцію і її значення в моді  $a$  є кінцеве число. З нерівності (6) видно, що технологічний процес виготовлення деталей з заданим лінійним розміром  $a$  має низьку якість, відхилення від значення  $a$  найбільше. Графік цієї функції представлено на рис. 3.

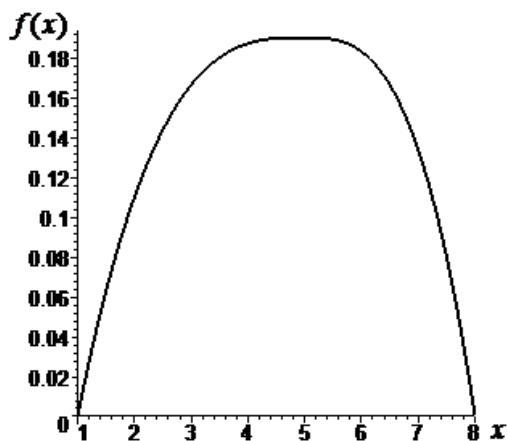


Рис. 3. Модель (1) при параметрах  $b=1$ ,  $c=8$ ,  $a=5$  і знайдених  $\Delta=4,5$  та  $\bar{x}=4,6$

З наведених трьох рисунків видно, що вони значно відрізняються один від одного та мають різну форму при однакових параметрах  $b=1$ ,  $c=8$  і  $a=5$ .

Для зростаючої якості процесу при заданому об'ємі оброблюваних деталей  $n$ , для  $a < \Delta$  маємо:

д) при  $k < -1$  (7)  

$$a < \bar{x} < (a + \Delta) / 2 ;$$

е) при  $k > 1$  (8)  

$$(a + \Delta) / 2 < \bar{x} < (a + 2\Delta) / 3 ;$$

ж) при  $0 < k < 1$  (9)  

$$(a + 2\Delta) / 3 < \bar{x} < \Delta .$$

Для д) технологічний процес виготовлення деталей з заданим лінійним розміром  $a$ , на який налагоджено верстат, має високу якість, якщо для всіх заданих значень  $n$  середнє значення розмірів належить нерівності (7). З (8) слідує, що технологічний процес обробки деталі має середню якість при заданому об'ємі деталей  $n$ . Нерівність (9) свідчить про те,

що середнє значення розмірів знаходиться на самій великій відстані від номінального розміру при всіх можливих їх значеннях. Це значить, що технологічний процес обробки деталей з заданим лінійним розміром  $a$  має низьку якість.

Отримані результати дозволяють створити методику визначення значення якості технологічного процесу при заданому об'ємі виробів:

- з економічного сенсу для виробів визначається кількість оброблюваних деталей  $n$  до переналагодження верстату;
- проводиться випробування для деталей об'ємом  $n$ ;
- знаходимо параметри  $a$  і  $b$  моделі (1) [1], [2], та їх полусуму  $\Delta$ ;
- визначаємо вигляд процесу обробки деталей за інтервалами якості (4), (5), (6) або (7), (8), (9);
- обираємо з трьох інтервалів, до якого належить вибіркєве середнє розмірів при заданому об'ємі  $n$ ;
- робимо оцінку якості технологічного процесу обробки деталей.

### ВЫВОДЫ

Використання загальної моделі розміру дозволило отримати три різні форми розподілів, кожний з яких має свої особливі властивості.

Показано, що в процесі обробки деталей з заданим лінійним розміром, їх розподіл не тільки має різну форму кривої, але й залежності середнього розміру від полусуми верхнього і нижнього значень їх оцінок.

Близькість номінального розміру деталей до полусуми значень оцінок верхньої та нижньої границь розмірів може визначити якість технологічного процесу.

Розроблена методика визначення рівня якості технологічного процесу, як високий, середній та низький.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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. – No 113, – 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. *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.
9. 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.