

УДК 681.2

## КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

<sup>1)</sup>Іваненко Р. О., <sup>2)</sup>Волошко О. В.

<sup>1)</sup>Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз,  
Київ, Україна

<sup>2)</sup>Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна  
E-mail: [indior@ukr.net](mailto:indior@ukr.net)

Технологія приладобудування і спрямованість її розвитку обумовлюється завданнями вдосконалювання технологічних процесів, знаходження і вивчення нових методів виробництва, подальшого розвитку і впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів на базі досягнень науки й техніки, що забезпечують найбільш високу продуктивність праці при належній якості і найменшій собівартості продукції.

Контроль точності технологічного процесу передбачає отримання оцінки точності технологічного процесу та визначення відповідності точносних характеристик обладнання нормам точності, встановленим у нормативно-технічній документації та спрямовано на визначення величини наближення дійсних показників технологічного процесу до їх номінальних значень. Виготовлення продукції відбувається у вигляді виконання технологічних процесів [1-3].

Допускається оцінка точності технологічного процесу за найгіршим показником точності одного з контрольованих параметрів, за середнім показником точності, виражених у відсотках, низки прийнятих показників  $A$  за точністю одного найбільш значущого показника, що зумовлює якісне функціонування виробу.

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}.$$

Для контролю та аналізу точності технологічних процесів мають вибиратися параметри, які зумовлюють якість функціонування та застосування продукції.

Перший напрямок в оптимізації виробництва пов'язаний з вибором таких технологічних процесів, які б підвищили загальну продуктивність праці, скоротили до певної межі виробничий цикл, але забезпечили б при цьому необхідну якість продукції. При цьому застосовуються прогресивні технологічні процеси і жорсткі умови випробувань і перевірок. Другий напрямок в оптимізації виробничого процесу є більш ефективним, оскільки одночасно потрібно оптимізувати у комплексі виготовлення та експлуатацію. У системі застосовуємо перший напрямок. Зазвичай потрібно оптимізувати окремі технологічні процеси таким чином, щоб виробництво забезпечило виготовлення приладів з необхідною надійністю. Прилади під час виробництва

піддаються технологічному прогону. Таким чином рівняння витрат записується у вигляді (1):

$$z(t) = \left( PK_H M + WK_s C + \frac{K_H}{t_M \cdot 100} \right) t + C_p w(t) N t, \quad (1)$$

де  $P$  - годинна тарифна ставка випробувачів;  $K_H$  - коефіцієнт нарахування на зарплату;  $M$  - кількість обслуговуючого персоналу;  $W$  - встановлена потужність випробувального обладнання;  $K_s$  - коефіцієнт завантаження обладнання;  $C$  - вартість 1кв.г. електроенергії;  $K$  - вартість випробувально-тренувального обладнання;  $H$  - норма річних амортизаційних відрахувань;  $t_M$  - машинний час роботи обладнання;  $C_p$  - середня вартість усунення однієї відмови;  $W(t)$  - параметр потоку відмовою контрольного виробу;  $N$  - кількість контрольних виробів;  $t$  - поточний час.

В процесі виготовлення можливе внесення дефектів за рахунок випадкового потрапляння при складанні неякісних елементів, можливих прорахунків при розрахунку конструктивно-функціональних вузлів або випадкового внесення дефектів під час виконання технологічних операцій. Для виконання та усунення цих дефектів передбачають окремі режимні випробування та перевірки, які мають забезпечити необхідну надійність виготовлення приладів. Доцільним є після налаштування апаратури піддавати найбільш інтенсивному впливу зовнішніх чинників для більш повного виявлення дефектів. При цьому гранична щільність зовнішнього впливу має бути така, щоб виключити можливість появи нових дефектів. У виробництві інтенсивне виявлення дефектів в апаратурі (процес кліматичних та механічних впливів, технологічне тренування, повнота перевірки) проводиться в обмежений час через недостачу в наявності робочих місць та висококваліфікованих фахівців, а також з економічних міркувань. Тому для повнішого виявлення дефектів прилади в деяких випадках піддаються наступному прогону.

Достатність технологічних перевірок та випробувань приладів забезпечується необхідним обсягом та жорсткістю впливу зовнішніх факторів та контрольних перевірок у процесі їх виготовлення та визначається ймовірністю чи інтенсивністю появи дефектів на момент виходу з виробництва. Методика оцінки достатності технологічних випробувань, таким чином, зводиться до оцінки ймовірності безвідмовної роботи приладу або інтенсивності появи дефектів на момент виходу його з виробництва та прогнозування отриманої величини на умови експлуатації.

Існуючі методи розрахунку надійності дозволяють визначити конструктивну надійність приладів. При оцінці надійності приладів, вплив технології виробництва не враховується через відсутність математичної моделі залежності дефектів. При серійному виробництві приладів та належному обліку всіх виявлених дефектів можна оцінити інтенсивність їх прояву на момент

виходу з виробництва. Параметр потоку відмов приладів, які проявляються в процесі виготовлення, описується наступною залежністю

$$w(t) = w_1 e^{-\gamma t^\alpha} + w_0, \quad (2)$$

де  $w_1$  - значення параметра потоку відмов у початковий період дослідження;  $w_0$  - постійна складова параметра потоку відмов, обумовлена постійною інтенсивністю відмов, елементів які застосовуються;  $\gamma, \alpha$  - коефіцієнти, що характеризують обсяг контролю за зовнішніми факторами.

За методикою, викладеною вище, вираховується графічна залежність інтенсивності прояву дефектів для кожного блоку або приладу в цілому, та вираховуються параметри розподілу дефектів. Потім розрахунковим шляхом за формулою (2) оцінюється параметр потоку прояву відмов на момент закінчення виготовлення кожного приладу.

При виборі максимально допустимих значень інтенсивності прояви дефектів у блоках та оцінки часу додаткових випробувань потрібно прагнути, до оптимального варіанту для виробництва. Таким чином, організовуючи випробування та перевірки приладів за запропонованою методикою, можна забезпечити їх випуск із необхідною надійністю. Дослідження потоку відмов, які проявляються у процесі виготовлення виробів, може бути використано для прогнозування надійності умов експлуатації. Для цього необхідно знати характеристики потоку різних видів відмов і коефіцієнти перерахунку для інтенсивності відмов елементів. Прогнозування оцінки надійності параметра потоку відмов дозволяє виключити проведення спеціальних випробувань на надійність.

*Ключові слова:* контроль, точність, якість, технологічний процес

#### **Література**

- [1] О. В. Глоба, С. П. Вислоух, Р. О. Іваненко, “Комплексна оптимізація процесу фрезерування на верстатах з ЧПК”, *РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ*, по. 2(9), 2021, с. 7-19, 2021. <https://doi.org/10.33082/td.2021.2-9.01>
- [2] С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова, *Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник* Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42195>
- [3] В. В. Шевченко, О. В. Осадчий, М. О. Смута, *Технологія приладобудування: навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування», 7.090902 «Наукові, аналітичні та екологічні прилади та системи» приладобудівного ф-ту Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2010.*