

6. Расчеты деталей машин и элементов сооружений / Под ред. Б.С. Ковальского. – Харьков: ХВИКУ, 1971. – Вып. 5. - 135 с.
7. Хонин Ю.А. Об изгибе каната с большими деформациями / Ю.А. Хонин, А.И. Жиряков, Л.Г. Нечипоренко // Подъемно-транспортное оборудование. – 1981. – Вып. 12. – С. 37-40.
8. Хонин Ю.А. Зависимость изгибной жесткости канатов от геометрических параметров схемы нагружения / Ю.А. Хонин, Л.Г. Нечипоренко // Подъемно-транспортное оборудование. – 1984. – Вып. 15. – С. 46-48.
9. Проценко В.О. Попередній розрахунок з'єднувальних канатних муфт на статичну міцність. // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування '2010. Матеріали Республіканської наук.-практ. конф. – Херсон: ХДМІ, 2010 – с. 104-108.
10. Проценко В.О. Експериментальні дослідження статичної жорсткості з'єднувальних муфт з осью установкою прямих канатів / В.О. Проценко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ. – 2010. - № 4 (160) – С. 38-44.

Рецензент К.В. Луняка  
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ХНТУ»

Стаття надійшла 17.03.2011

УДК 621.9.08

Саункін В.Т.<sup>1</sup>, Онищук С.Г.<sup>2</sup>

### ПОГРІШНОСТІ ОБРОБКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗАСОБІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

*Розглядаються питання визначення погрішності обробки на автоматизованому устаткуванні і використанні засобів активного контролю. Пропонується методика оцінки випадкових і систематичних погрішностей обробки при врізному шліфуванні, пов'язані з погрішностями, як використовуваного технологічного устаткування, так і погрішностей вимірювання засобів активного контролю в умовах автоматизованого виробництва.*

**Ключові слова:** активний контроль, погрішність обробки, технологічна система, розмірна точність.

**Саункин В.Т., Онищук С.Г. Погрешности обработки при использовании средств активного контроля.** Рассматриваются вопросы определения погрешности обработки на автоматизированном оборудовании и использованием средств активного контроля. Предлагается методика оценки случайных и систематических погрешностей обработки при врезном шлифовании, связанные с погрешностями, как используемого технологического оборудования, так и погрешностей измерения средств активного контроля в условиях автоматизированного производства.

**Ключевые слова:** активный контроль, погрешность обработка, технологическая система, размерная точность.

**V.T. Saunkin, S.G. Onishchuk. Errors of treatment are at the use of facilities of active control.** Questions of definition of an error of processing on the automated equipment and use of an in-process gauging technique are considered. The technique of an estimation of casual and regular errors of processing is offered at mortise polishing, connected with errors both the used process equipment, and errors of measurement of an in-process gauging technique in conditions of the automated manufacture.

**Keywords:** active control, processing error, technological system, dimensional accuracy.

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Донбаська державна машинобудівна академія», м. Краматорськ

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Донбаська державна машинобудівна академія», м. Краматорськ

**Основним завданням** використання засобів активного контролю є підвищення розмірної точності деталей за рахунок усунення впливу на точність обробки зношення різального інструмента, теплових та силових деформацій технологічної системи. Але треба враховувати те, що погрішності геометричної форми деталей, які пов'язані недосконалістю окремих вузлів верстата, не компенсуються засобами активного контролю. Тому використання навіть самих точних приладів не гарантує отримання високої розмірної точності виробів, якщо який-небудь з елементів технологічної системи верстат-приспосовування-інструмент-деталь не відповідає визначеним вимогам [1].

**Метою роботи** є визначення погрішності при використанні засобів активного контролю при механічній обробці.

Засоби активного контролю є складовою частиною технологічних систем, точність яких визначається характеристиками розсіювання розмірів деталей, що виготовляються на металорізальних верстатах з активним контролем. Погрішності системи залежать як від власних погрішностей вимірювального пристрою, так і в значно більшій мірі від погрішностей технологічної системи, тобто від погрішностей верстата (коливань зазорів, інерційності, вібрацій і ін.), пристосування, зношення інструмента, вибраних режимів обробки, коливань припусків на обробку, структури автоматичного циклу, умов охолодження, теплових та силових деформацій технологічної системи і ін [2, 3].

Погрішності спрацьовування та зміщення настройки сучасних точних засобів активного контролю, що використовуються на шліфувальних верстатах, складають від  $\pm 0,5$  до  $\pm 1$  мкм розсіювання розмірів деталей при використанні цих пристроїв на різних верстатах та в різних технологічних умовах як показують дослідження, можуть коливатись в широких межах, і як правило, значно перевищують величину власної погрішності приладу.

Погрішність розмірів оброблюваних деталей, так само як і погрішності вимірювання діляться на систематичні, випадкові та грубі.

Дослідження сумарних погрішностей будь-якого технологічного процесу виконують шляхом вимірювання розмірів партії оброблюваних деталей. Величина партії повинна достатньо повно характеризувати процес, що досліджується. Статистичні характеристики процесу визначаються шляхом математичного опрацювання результатів вимірювань. Зоною розсіювання (розмахом) відхилень  $V$  називають різницю між найбільшим та найменшим значеннями розмірів партії деталей:  $V = x_{\max} - X_{\min}$ . Для спрощення математичної обробки зона ділиться на 6-10 інтервалів. Середнє значення відхилень (центр групування) характеризує систематичну погрішність процесу:

$$\bar{X} = \sum x_i (n_i / N), \quad (1)$$

де  $x_i$  – середнє значення  $i$  – го інтервалу;  
 $n_i$  – частота повторень;  
 $N$  – загальна кількість деталей в партії.

Відношення  $n_i / N$  називається частістю або емпіричною ймовірністю появи значення  $x_i$ . За значеннями  $x_i$  та  $n_i / N$  будується емпірична крива розподілу, яку порівнюють з теоретичним законом розподілу. Середнє квадратичне відхилення розмірів партії деталей є характеристикою випадкових погрішностей процесу:

$$\sigma = \sqrt{x_i^2 (n_i / N) \bar{X}^2}, \quad (2)$$

Ці величини характеризують як погрішності обробки, так і погрішності виміру розмірів, тобто

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{обр}}^2 + \sigma_{\text{вимір}}^2}; \quad (3)$$

$$\bar{X} = \bar{X}_{\text{обр}} + \bar{X}_{\text{вимір}}, \quad (4)$$

де  $\sigma_{\text{обр}}$  – середнє квадратичне відхилення погрішностей обробки;  
 $\sigma_{\text{вимір}}$  – середня квадратична погрішність вимірів;  
 $\bar{X}_{\text{обр}}$  – середнє значення відхилень обробки;  
 $\bar{X}_{\text{вимір}}$  – середнє значення відхилень вимірів.

Однією з основних характеристик функціональних усереднених погрішностей є середня величина вимірювань функціональної усередненої погрішності, що доводиться на одну деталь:

$$a = (\bar{X}_n - \bar{X}_i) / N_i, \quad (5)$$

де  $\bar{X}_n$  - значення середнього відхилення останньої групи деталей;

$\bar{X}_i$  - значення середнього відхилення першої групи деталей;

$N_i$  - кількість деталей між точками, що відповідають  $\bar{X}_n$  і  $\bar{X}_i$ .

Значення величини  $a$  тим більше, чим сильніше виявляється вплив якої-небудь функціональної погрішності, наприклад зношення різального інструмента. Сумарне розсіювання розмірів партії деталей залежить як від власне випадкових погрішностей. Під впливом останніх центр групування сумарної кривої розподілу зміщується на величину

$$\sum \Delta \bar{X} / 2 = (\bar{X}_n - \bar{X}_i) / 2, \quad (6)$$

а гранична величина сумарного поля розсіювання  $V$ , припускаючи, що власне випадкові погрішності миттєвого розподілу підпорядковуються нормальному закону (закону Гауса), може бути виражена формулою

$$V = V \sum \Delta \bar{X} + 6\sigma_{\text{сум}}, \quad (7)$$

де  $\sum \Delta \bar{X}$  - алгебраїчна сума усереднених (систематичних) погрішностей;

$\sigma_{\text{сум}}$  - сумарне середнє квадратичне відхилення власне випадкових погрішностей обробки:

$$\sigma_{\text{сум}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}. \quad (8)$$

Величина допуску на розмір  $\delta$  повинна перевищувати величину сумарного поля розсіювання  $V$ . Різниця  $\sigma - V$  є запасом точності процесу і характеризує його стабільність.

Необхідно враховувати, що погрішності геометричної форми деталей, що викликані недосконалістю окремих вузлів верстата та вибраних режимів обробки, не компенсуються засобами активного контролю. Тому використання навіть самих точних приладів не гарантує отримання високої розмірної точності деталей, якщо який-небудь з елементів технологічної системи не відповідає визначеним вимогам.

Як показали дослідження [3], випадкова складова при автоматизованому виробництві з використанням засобів активного контролю складає більшу частину сумарної погрішності.

Це підтвердили проведені дослідження, зокрема, через недосконалість технології при врізному шліфуванні. На рис.1 представлена залежність сумарної погрішності обробки  $\Delta_{\text{сум}}$  від швидкості знімання припуску при обробці внутрішнього кільця підшипника  $\varnothing 45$  мм.

Умови обробки:  $V_{\text{різ}} = 60$  м/с;  $n = 360$  хв<sup>-1</sup>; цикл шліфування – урізування з подачами 1; 1,5; 5; 10; 15; 20 мкм/с.

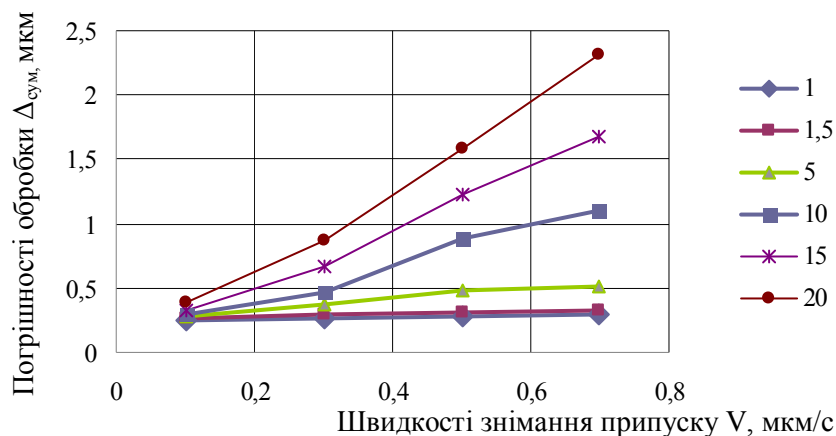


Рис.1 – Залежність погрішності обробки  $\Delta_{\text{сум}}$  від швидкості  $V$  знімання припуску при різних нестабільностях швидкості знімання  $\Delta_{\text{сум}} / V$

Як видно з графіка, сумарна погрішність обробки зростає зі збільшенням нестабільності

знімання припуску, а збільшення тільки швидкості знімання приводить до незначного збільшення погрішності обробки. Однакова точність може бути досягнута при завершенні обробки зі швидкістю знімання від 1 до 20 мкм/с.

### **Висновки**

Проведені дослідження наявно ілюструють вплив технологічних факторів на погрішність обробки і показують необхідність стабілізації режимів різання на шліфувальних верстатах.

### **Список використаних джерел:**

1. Контрольно-измерительные приборы и инструменты / С. А. Зайцев, О. Д. Грибанов, А. Н. Толстов, Р. В. Меркулов. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 464 с.
2. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения: учебник для вузов / Капустин Н. М., Дьячкова Н. П., Ковалев П. М.; под ред. Н. М. Капустина – М. : Высшая школа, 2003. – 223 с.
3. Саункин В. Т. Повышение производительности и точности контроля деталей / В. Т. Саункин, С. Г. Онищук, С. Л. Миранцов, В. И. Тулупов // Вестник ДГМА. – 2008. – Вып. 1. – С. 162-165.

Рецензент: Колот А. В.

д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ДДМА», м. Краматорськ

Стаття надійшла 25.03.2011

УДК 621.717

Зинченко А. М.<sup>1</sup>, Левченко О. О.<sup>2</sup>, Щербак В. В.<sup>3</sup>

### **ОСОБЛИВОСТІ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ В СУЧАСНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ**

*Розглянуто та проаналізовано різні варіанти можливості автоматизації складальних робіт у машинобудівельній галузі та наведено рекомендації з їх використання.*

**Ключові слова:** збиральні роботи, економічна ефективність, промисловий робот, вузол, деталь, трудоемкість, система, структура, збиральна лінія.

*Зинченко А. М., Левченко О. А., Щербак В. В. Особенности эффективности автоматизации сборочных работ в современном машиностроении. Рассмотрены и проанализированы различные варианты возможности автоматизации сборочных работ в машиностроительной отрасли и приведены рекомендации по их использованию.*

**Ключевые слова:** сборочные работы, экономическая эффективность, промышленный робот, узел, деталь, трудоемкость, система, структура, сборочная линия.

*A.M. Zinchenko, O.A. Levchenko, V.V. Cherbak. Peculiarities of efficiency of assembly work automation in modern engineering. Different variants of opportunities of automation assembly work are examined and analyzed in the engineering field and recommendations for their use are presented.*

**Key words:** assembly work, efficiency, industrial robots, unit, detail, complexity, system, structure, assembly line.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** З метою полегшення праці та, можливо, більшого скорочення часу, що витрачається на складання виробів, крім механізації

<sup>1</sup> канд. економ. наук, доцент, ГВУЗ «Донбаська державний технічний університет», м. Алчевськ

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донбаська державний технічний університет», м. Алчевськ

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Донбаська державний технічний університет», м. Алчевськ