

УДК 621.923.5

**Кирил Щербина**

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ВІДХИЛЕНЬ В ПОПЕРЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ В ПРОЦЕСІ ХОНІНГУВАННЯ ОТВОРІВ**

**Kirill Scherbina**

### **RESEARCH OF GEOMETRICAL DEVIATIONS IN A TRANSVERSAL CUT IN THE PROCESS OF HONING OF APERTURES**

Головною задачею операції хонінгування отворів, є виправлення геометричних відхилень в повздовжньому і поперечному перерізі та покращення шорсткості поверхні. Розглянемо процес виправлення геометричних відхилень в поперечному перерізі, серед яких більш всього розповсюдженні наступні: еліпс, огранка та довільна форма. В першу чергу на виправлення обумовленого геометричного відхилення впливає конструкція інструменту, це підтверджується рядом досліджень [1,2]. В результаті чого постала проблема визначення обумовлених геометричних відхилень, котрі утворюються в процесі хонінгування отворів при використанні різного інструменту.

За об'єкти дослідження приймемо хонінгувальну головку (в подальшому ХГ) та хон пружно-гвинтовий (в подальшому ХПГ). Дослідження будемо проводити МЗК, це пов'язано з тим що проведено багато досліджень МПК, які висвітленні в літературних джерелах [1,2], а результатів досліджень методом МЗК майже не проводилося. Дослідження доцільно проводити на ідеальній поверхні, яка не має легко визначених відхилень за методом прямої і зворотної корекції, щоб визначити взаємодію інструмента з оброблюваною поверхнею.

Дослідження будемо проводити в поперечному перерізі, це пов'язано з тим, що ХГ та ХПГ має не однаковий контакт з поверхнею, що оброблюється в даному перерізі. Розглянемо взаємодію ХГ з поверхнею, що оброблюється на рис.1. У відповідності до рис.1 можливо спостерігати утворення такого відхилення, як огранка. Виникнення огранки можливе внаслідок накопичення пружної деформації, тому що виникає ефект запізнювання [3]. Тобто виникають місця, де шар припуску не знятий в повному обсязі, що сприймається на наступному оберті, як збільшення глибини різання [3]. Можливо припустити, що наявність ефекту запізнювання може призвести до виникнення коливань в процесі різання. Для підтвердження виникнення ефекту запізнювання потрібно визначити рівняння руху ХГ.

$$\begin{cases} \frac{d^2 V_{\phi 1}}{dt^2} m_1 + \left( \frac{dH_{\phi 1}}{dt} - \frac{dH_3}{dt} \right) b_1 + (H_{\phi 1} - H_3) c_1 = P_{y1} \\ \frac{d^2 V_{\phi 2}}{dt^2} m_2 + \left( \frac{dH_{\phi 2}}{dt} - \frac{dH_3}{dt} \right) b_2 + (H_{\phi 2} - H_3) c_2 = P_{y2} \\ \frac{d^2 V_{\phi 3}}{dt^2} m_3 + \left( \frac{dH_{\phi 3}}{dt} - \frac{dH_3}{dt} \right) b_3 + (H_{\phi 3} - H_3) c_3 = P_{y3} \end{cases} \quad (1)$$

де  $c_1, c_2, c_3$  – жорсткість відповідного бруска ХГ;

$b_1, b_2, b_3$  – коефіцієнт в'язкого тертя в елементах ХГ;

$V_{\phi 1}, V_{\phi 2}, V_{\phi 3}$  – фактична швидкість візання відповідного бруска ХГ;

$m_1, m_2, m_3$  – маса відповідних рухомих частин ХГ;

$H_{\phi 1}, H_{\phi 2}, H_{\phi 3}$  – фактична глибина різання відповідного бруска ХГ;

$H_3$  – задана глибина різання;

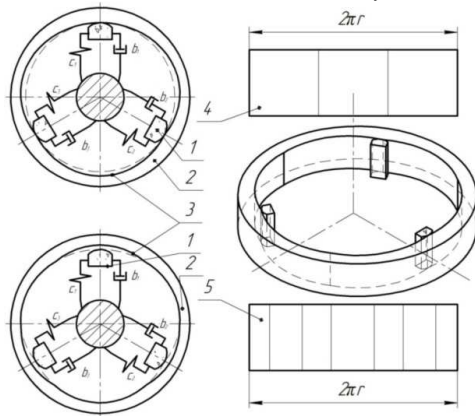


Рис. 1. Взаємодія ХГ з поверхню, що оброблюється  
1 – ХГ; 2 – деталь, що оброблюється; 3 – оброблюємо поверхня; 4 – розгортка поверхні після одного оберту; 5 – розгортка поверхні після двох обертів;  $c_1$  – жорсткість ХГ;  $b$  – коефіцієнт в'язкого тертя в елементах ХГ.

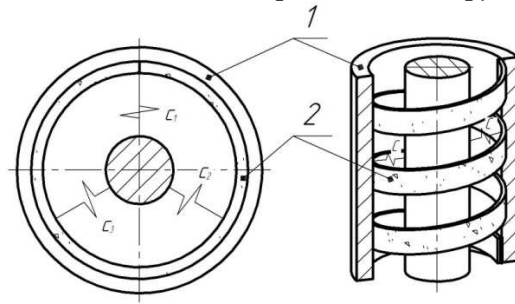


Рис. 2. Взаємодія ХПГ з поверхню, що оброблюється  
1 – деталь, що оброблюється; 2 – ХПГ;  $c$  – жорсткість.

Отримана система рівнянь 1 довела наявність ефекту запізнення, дане явище пояснюється наявністю коефіцієнту в'язкого тертя та жорсткості у кожному бруску ХГ. Отже, в результаті дослідження МЗК було визначено, що ХГ в процесі обробки утворює таке геометричне відхилення, як огранка.

За МЗК необхідно провести дослідження утворення геометричних відхилень ХПГ в поперечному перерізі [4]. Визначимо властивості, які має ХПГ. Для чого побудуємо схему взаємодії між ХПГ та поверхню, що оброблюється (рис.2). Необхідно визначити наявність ефекту запізнювання [3], так як ХГ так і ХПГ піддаються деформації в процесі обробки. А отже, визначимо рівняння руху ХПГ.

$$\frac{d^2 V_{\text{фп}}}{dt^2} m_n + (H_{\text{фп}} - H_z) c_n = P_{\text{уп}} \quad (2)$$

- де  $V_{\text{фп}}$  – фактична швидкість врізання ХПГ;  
 $m_n$  – маса рухомих частин ХПГ;  
 $H_{\text{фп}}$  – фактична глибина різання ХПГ;  
 $P_{\text{уп}}$  – радіальна сила різання ХПГ;

Рівняння руху ХПГ вказує на відсутність ефекту запізнювання в зв'язку, тим з що рух оснований лише на жорсткості обумовленого хона, який дозволяє швидко відреагувати на зміну обставин в процесі різання.

В результаті проведеного дослідження МЗК можливо зробити висновок, що в процесі обробки ХГ в поперечному перерізі утворюється геометричне відхилення у вигляді огранки. Виникнення даного відхилення обумовлено наявністю ефекту запізнювання, що приведе виникнення місць, в котрих в неповній мірі буде знятий шар припуску. В процесі обробки ХПГ в поперечному перерізі не виникає жодних геометричних відхилень в поперечному перерізі.

### Література

1. Прогресивные методы хонингования. /С.И. Куликов, Ф.Ф. Ризванов, В.А. Романчук, С.В. Ковалевский, - М.: Машиностроение, 1983. – 134 с.
2. И.Е. Фрагин. Новое в хонинговании. Москва. Машиностроение. 1980.
3. Петраков ЮВ. Автоматизоване управління процесами обробки матеріалів різанням. К. : 2004. 384с.
4. Підгаєцький М.М. Хонінгування отворів великих діаметрів // М.М. Підгаєцький, К.К. Щербина, Л.В. Копосова // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузева машинобудування, автоматизація. / Вип. 25 – Кіровоград: КНТУ, 2012.