

УДК 621.923.5

М.М. Підгаєцький, доц., канд.техн.наук, К.К.Щербина, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

Аналіз впливу попередньої макронерівності в процесі хонінгування прецензійних отворів

В статті розглядається процес хонінгування прецензійних отворів трибрусковою хонінгувальною головкою з наявністю попередніх макронерівностей в поперечному перерізі. Представлено аналіз взаємодії трибрускової хонінгувальної головки з оброблюваним отвором в процесі виправлення макронерівностей в поперечному перерізі. С прогнозовано профілі отвору в поперечному перерізі які отримуються після обробки трибрусковою хонінгувальною головкою.

огранка, еліпс, прецензійний отворів, хонінгувальна головка

М.М. Подгаецкий, К.К. Щербина

Кировоградский национальный технический университет

Анализ исправления предварительной макронеровности в процессе хонингования прецизионных отверстий

В статье рассматривается процесс хонингования прецизионных отверстий трибрусковой хонинговальной головкой с наличием макронеровностей в поперечном сечении. Представлен анализ взаимодействия трибрусковой хонинговальной головки с обрабатываемым отверстием в процессе исправления макронеровностей в поперечном сечении. С прогнозированны профили отверстий в поперечном сечении, которые получены после обработки трибрусковой хонинговальной головкой.

огранка, эллипс, прецизионное отверстие, хонинговальная головка

Великого розповсюдження набули прецензійні отвори, особливо у деталях керуючої гідроапаратури гідравлічних машин до яких висуваються підвищені вимоги точності та шорсткості. Основною задачею процесу хонінгування прецензійних отворів є підвищення якості поверхні за рахунок виправлення попередніх геометричних відхилень в повздовжньому та поперечному перерізі. Детальніше розглянемо макронерівності в обумовлених перерізах [1].

Існують наступні макронерівності в поперечному перерізі:

- еліпс (рис.1, а);
- трійна огранка (рис.1, б);
- п'ятірна огранка (рис.1, в).

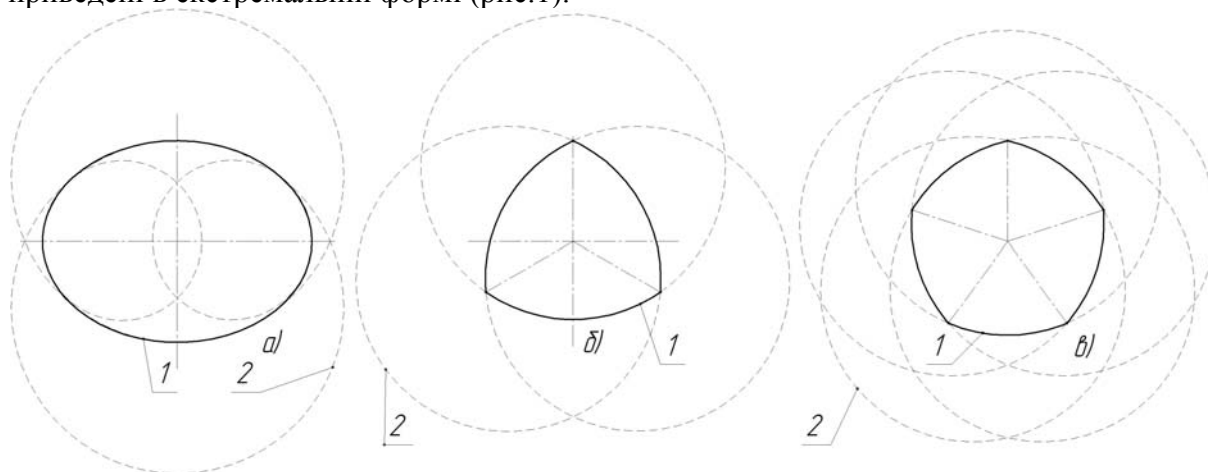
Макронерівності в повздовжньому перерізі:

- бочкоподібність;
- сідлоподібність;
- конусність.

Проведений ряд досліджень [2,3] вказує на те що різні за конструкцією хонінгувальні головки по-різному будуть впливати на процес виправлення макронерівностей в поперечному перерізі. Тому виникла необхідність проаналізувати процес виправлення макронерівностей в поперечному перерізі.

За основу приймемо трибрускову хонінгувальну головку (ТБХГ) (рис.2), яка буде кріпитися на кардану підвіску для отримання максимальної співвісності оброблюваного отвору та ТБХГ. Обумовленість вибору ТБХГ пов'язана з тим, що вона має найбільшу можливість до самоврівноваження в процесі обробки отворів.

Представленні макронерівності в поперечному перерізі, а саме еліпс та огранка приведені в екстремальній формі (рис.1).

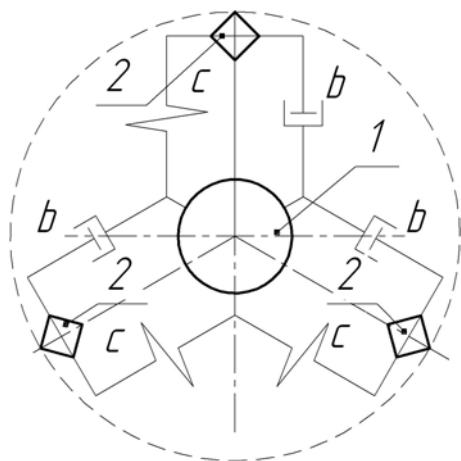


1 – контур макронерівності; 2 – сукупність кіл утворюючої макронерівності

а) еліпс; б) трійна огранка; в) п'ятірна огранка

Рисунок 1 – Макронерівності в поперечному перерізі

Слід зазначити, що обумовлені макронерівності сформовані сукупністю окружностей зі зміщеним центром (рис.1), що може негативно вплинути на процес виправлення макронерівностей. Також слід зазначити, що процес хонінгування буде проходити за *методом вільного центрування*.



1 – конус розширення; 2 – алмазний або абразивний брусок; c – пружність з'єднання бруска та конусу розширення; b – коефіцієнт демпфування між бруском та конусом розширення

Рисунок 2 – Трибрускова хонінгувальна головка

Метод вільного центрування забезпечення вільного самовстановлення інструменту по оброблюваній поверхні з рухомим центром за рахунок шарнірного з'єднання з шпинделем верстату.

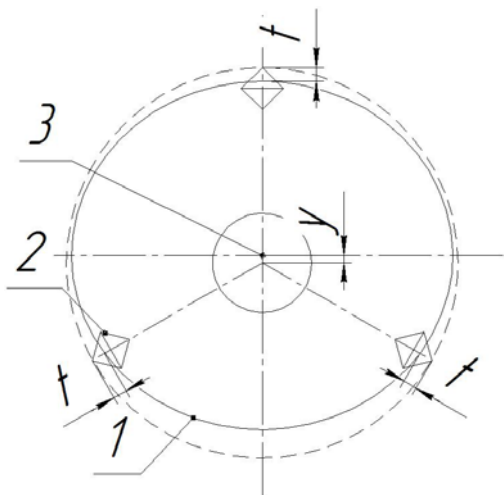
Розглянемо детальніше процес взаємодії ТБХГ з макронерівністю поперечного перерізу у вигляді еліпсу (рис.3). На основі схеми можливо визначити зміщення центру хонінгувальної головки, що обумовлено само врівноважуванням ТБХГ. Тому доцільно розглянути характер взаємодії ТБХГ і оброблюваного отвору в декількох положеннях, наприклад повернемо ТБХГ на 120 градусів з шістьма проміжними положеннями з кроком 20 градусів.

В результаті чого центр ТБХГ описує наступну фігуру (рис.4). Обумовлене зміщення центру може призвести до виникнення динамічних навантажень, що призведе виникнення автоколивань. В результаті проведеного дослідження було отримано рівняння регресії, яке описує коливання центра ТБХГ в процесі обробки:

$$y = 6.86462847 - 0.0511268708 * \chi, \tag{1}$$

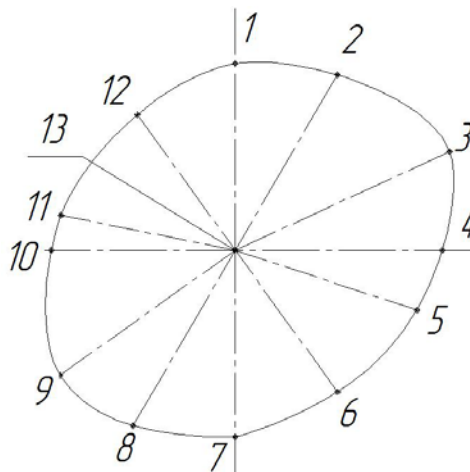
де y – величина зміщення вісі центру ТБХГ;

χ – поточне положення кута в межах одного повороту ТБХГ.



1 – контур отвору до обробки; 2 – брусок;
3 – геометричний центр отвору; t – глибина
різання; y – величина зміщення вісі центру ТБХГ

Рисунок 3 – Взаємодія ТБХГ з макронерівністю у вигляді еліпсу

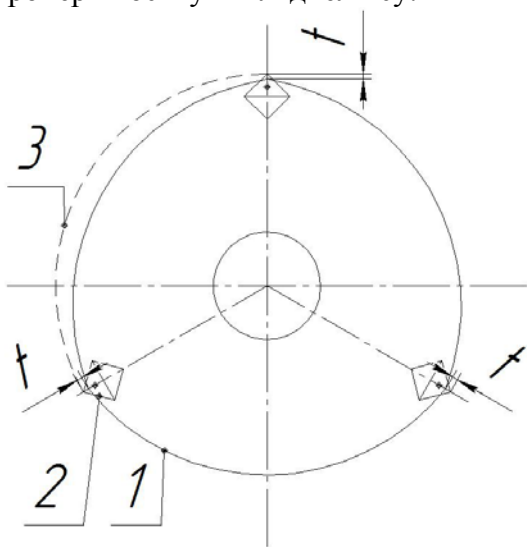


1...12 – точки описує траєкторії руху
гоєметричного центра хона; 13- геометричний
центр отвору; r – радіус зміщення

Рисунок 4 – Траєкторія зміщення вісі центру
ТБХГ в процесі обробки отвору з
макронерівністю у вигляді еліпса

Внаслідок цього ТБХГ не може виправити обумовлену макронерівність, що підтверджується дослідженнями представленими в роботі [2].

Розглянемо схему взаємодії ТБХГ з макронерівністю у вигляді трійної огранки (рис.5). Для отримання більш детальної картини процесу виправлення повернемо ТБХГ також на 120 градусів із збереженням тих самих умов, що і при обробці макронерівності у вигляді еліпсу.



1 – контур отвору до обробки; 2 – брусок;
3 – траєкторія руху бруска; t – глибина різання

Рисунок 5 – Взаємодія ТБХГ з макронерівністю у вигляді трійної огранки

В процесі виправлення трійної огранки постійно буде змінюватися глибина різання t , що приведе до зміни сили різання, моменту різання та питомого тиску на оброблювану поверхню. В першу чергу це призведе до підвищеного зносу алмазних чи абразивних брусків. По друге це ускладнює можливість адаптивного керування процесом в наслідок, того, що ТБХГ немає зворотності дії [4]. Тобто не має можливості зменшення радіального розміру в процесі обробки. Що в свою чергу призведе до того, що існуючі системи адаптивного керування процесом хонінгування побудовані на основі виміру крутного моменту різання, не зможуть адекватно реагувати на зміну умов.

В результаті було отримано рівняння регресії зміни глибини різання в залежності від повороту ТБХГ.

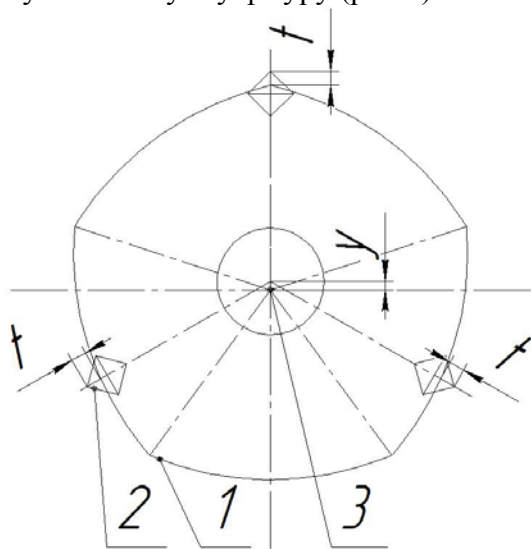
$$t = 3.744421053 - 2.493132241 - 19 * \chi . \quad (2)$$

Отже, ТБХГ буде виправляти макронерівність у вигляді трійної огранки, що також підтверджується в роботі [3], але слід зазначити що даний процес має ряд недоліків, серед яких:

- підвищення зносу алмазних чи абразивних брусків;
- не можливість використання існуючих систем адаптивного керування.

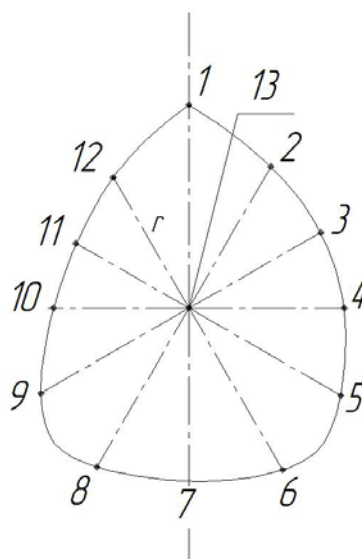
Проведемо дослідження взаємодії ТБХГ з макронерівністю у вигляді п'ятірної огранки (рис.6). Умови дослідження залишаються не змінними, як і при виправленні макронерівності у вигляді еліпсу та трійної огранки.

Характер взаємодії вказує на те, що вісь центрів ТБХГ буде змінюватися та описувати наступну фігуру (рис.7).



1 – контур отвору до обробки; 2 – брусок;
3 – геометричний центр отвору; t – глибина різання;
y – величина зміщення вісі центру ТБХГ

Рисунок 6 – Взаємодія ТБХГ з макронерівністю у вигляді п'ятірної огранки



1...12 – точки описує траєкторії руху
геометричного центра хона; 13- геометричний
центр отвору; r – радіус зміщення

Рисунок 7 – Траєкторія зміщення вісі центру
ТБХГ в процесі обробки отвору з
макронерівністю у вигляді п'ятірної огранки

Обумовлене зміщення центру може призвести до виникнення динамічних навантажень та викликати автоколиваний. В результаті було отримано рівняння регресії, яке описує коливання центра ТБХГ в процесі обробки:

$$y = 4.13142857 - 0.000965201465 * \chi , \quad (3)$$

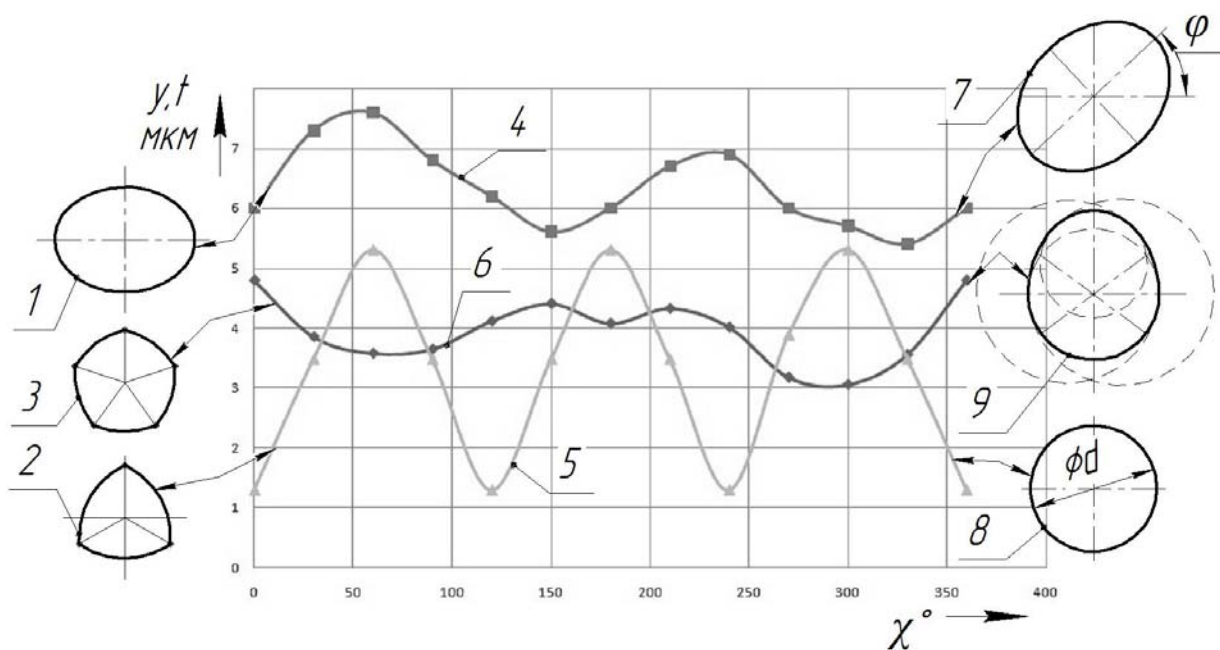
де y – величина зміщення вісі центру ТБХГ;

χ – поточне положення кута в межах одного повороту ТБХГ.

В наслідок цього ТБХГ не може виправити обумовлену макронерівність, тому отримується інша макронерівність у вигляді еліпса. Слід зазначити, що проведені дослідження, котрі представлені в роботі [3] вказують на те що хонінгувальна головка з не парною кількістю брусків досить добре виправляє макронерівність у вигляді п'ятірної огранки.

Проведенні дослідження показали, що ТБХГ не може виправити макронервність у вигляді еліпсу, що підтверджується прогнозованим профілем отвору після обробки (рис.8) за рахунок того, що центр вісі обумовленої ХГ постійно змінює своє положення. Підтвердився той факт, що ТБХГ виправляє макронервність у вигляді трійної огранки, але з рядом недоліків, що зазначалися вище. Не підтвердився факт виправлення ТБХГ макронервності у вигляді п'ятірної огранки через те, що центр вісі обумовленої хонінгувальної головки змінює своє положення (рис.8).

В результаті аналізу були отримані графіки зміни параметрів обробки в залежності від кута повороту ТБХГ та рівняння регресії, які описують даний процес за допомогою програмного продукту Statistica 6 [5].



1,2,3 – контур отвору до обробки; 4 – графік зміщення вісі центрів ТБХГ при обробці еліпсу; 5 – графік зміни глибини різання при обробці трійної огранки; 6 – графік зміщення вісі центрів ТБХГ при обробці п'ятірної огранки; 7 – прогнозований контур отвору після обробки еліпсу; 8 – прогнозований контур отвору після обробки трійної огранки; 9 – прогнозований контур отвору після обробки п'ятірної огранки; t – глибина різання; y – величина зміщення вісі центру ТБХГ

Рисунок 8 – Характеристика впливу попередньої макронервності на виправлення в процесі хонінгування

Отримані теоретичні результати потребують експериментальних досліджень для детальнішого аналізу проблем, які було визначено. Особливо це стосується виправлення макронервності у вигляді п'ятірної огранки, у зв'язку з різницею вже відомих експериментальних досліджень [3] та отриманими результатами.

Список літератури

1. Билик Ш.М. Макрогеометрия деталей машин. / Билик Ш.М. - Изд. 2-е, перераб. и доп. М. «Машиностроение» 1973 - 344 с.
2. Болгов Д.В. Повышение производительности и точности хонингования отверстий на основе совмещенной абразивно-лезвийной обработки: дис. канд. техн. наук: 05.02.08./ Болгов Дмитрий Владимирович. - Липецк 2006. – 156с.
3. Фрагин И.Е. Исследование процесса хонингования / Фрагин И.Е., Сафронов В.Г. - НииМаш. Москва, 1965.
4. Підгаєцький М.М. Особливості регулювання радіального розміру відділових різальних інструментів з допомогою оболонкової форми під дією гідростатичного тиску/ М.М. Підгаєцький,

К.К. Щербина - Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету
техніка в сільськогосподарському виробництві, галузева машинобудування, автоматизація. Вип.
24 Ч.2 – Кіровоград: КНТУ, 2011. – С. 136-140.

5. Боровиков В.П. Популярное введение в программу Statistica / Боровиков В.П. - М. КомпьютерПресс, 1998.-267с.

M. Podgaetski, K. Scherbina

Kirovograd National Technical University

Analysis of influence of previous macro inequality is in the process of honing of the precise openings

The goal of the article is a research of the process of correcting the previous macro inequality in cross section at honing with the triple bar honing head.

The process of correction of previous macro inequality was investigational in a transversal cut, namely an ellipse, triplets and quinar cut at honing with triple bar honing head. The process of correcting an ellipse and quinar cut is fragile due to the fact that the geometric center axis triple bar honing head constantly shifts during processing. The process of correcting triplets cut accompanied by specific pressure drop on the work surface, causing instability of the cutting force. There have been receiving dependency and level of regression variables process of correcting macro inequality in a transversal cut.

The analysis determined that the triple bar honing head does not remedy such macro inequality as ellipse and quinar cut.

cut, ellipse, precise openings, honing head

Одержано 08.04.13

УДК 621.7.35.5

**В.П. Пукалов, В.В. Пукалов, доценти, кандидати технічних наук,
Н.Н. Петренко, Ф.И. Златопольский, професори, кандидати технічних наук**
Кировоградский национальный технический университет

Определение соотношения между прогибом нейтральной оси и образующей при деформации осесимметричных тел

На основе метода начальных параметров разработана математическая модель деформации образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, лежащих на двух шарнирных опорах.

Полученный результат позволяет оптимизировать разработку процесса сортовой прокатки с заданной точностью.

прогиб, нейтральная ось, деформация, осесимметричное тело

В.П. Пукалов, В.В. Пукалов, М. М. Петренко, Ф.И. Златопольський
Кіровоградський національний технічний університет

Визначення співвідношення між прогином нейтральної осі і створюючою при деформації вісесиметричних тіл

На основі методу початкових параметрів розроблена математична модель деформації створюючої циліндрової поверхні каліброваних валків, що лежать на двох шарнірних опорах.