

UDC 321.30.06

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.159-164>

Kyryl Shcherbyna, Senior Lecturer, PhD tech. sci., **Andrii Hrechka**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Vitalii Mazhara**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Tetiyna Diachenko**, Lecturer
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine
e-mail: kir2912s@ukr.net

Kinematics of cutting process while honing holes with a hone with variable geometry of sticks

The article considers the process of kinematics in the formation of the grid of traces taking into account the influence on microrelief of the formed surface. Schemes of interaction of the machined surface with diamond-abrasive sticks, which are positioned at different angles and their influence on the formation of the microrelief of the machined holes have been given. The calculation scheme of positioning diamond-abrasive sticks at different angles is presented. On this basis, mathematical models of density of the formed grid of traces were obtained. The study of the influence of the inclination angle of diamond-abrasive sticks on the formation of the macrorelief of the machined hole is also presented. The influence of transfer of peculiar geometrical deviations of honing heads on the machined surface is defined.

microrelief, macrorelief, grid of traces, geometric grooving lines, honing head, grain motion trajectory

К.К. Щербина, канд. техн. наук, **А.И. Гречка**, доц., канд. техн. наук, **В.А. Мажара**, доц., канд. техн. наук, **Т.В. Дяченко**, асист.

Центральноукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Україна

Кинематика процесса резания при хонинговании отверстий со сменной геометрией расположения брусков

В статье рассматривается процесс образования кинематики образования сетки следов с учетом влияния на микрорельеф образованной поверхности. Приведены схемы взаимодействия обработанной поверхности с алмазно-абразивными брусками, которые размещены под разными углами и их влияние на образование микрорельефа обрабатываемого отверстия. Представлена расчетная схема расположения алмазно-абразивных брусков под разными углами на основании, которой получены математические модели плотности образованной сетки следов. Также представлено исследование влияния угла наклона алмазно-абразивных брусков на образование макрорельефа обрабатываемого отверстия. Определено влияние переноса собственных геометрических отклонений хонинговальных головок на обрабатываемую поверхность.

микрорельеф, макрорельеф сетка следов, геометрические производные линии, упруго-винтовой хон, траектория движения зерна

Problem statement. Increasing requirements for the functional parameters of control equipment in hydraulic machines that are used in agricultural machinery and deals with the performance of its elements has necessitated improving quality of surfaces and accuracy of their dimensions. Finish machining is used to comply with the specified requirements, including the process of honing holes. In addition to indicators of accuracy of the sizes and quality of a surface, requirements on wear resistance of the processed holes and productivity of processing are put forward. These indicators are influenced by the kinematics of cutting process. One of the main indicators of the stages of the cutting process kinematics is the formation of microrelief of the machined surface (method of forming a grid of traces).

Analysis of recent research and publications. The analysis of studies of cutting process kinematics indicates that honing of holes by traditional methods will occur on the principle of trace [1, 2, 3]. It implies absence of transfer of geometric deviation of the contour

wear of the specified stick on the geometric grooving lines (GGL) of the machined hole [1].

There is a coincidence of the directional of the processed hole with the contour of the diamond stick of traditional hone, and the interaction between them is linear, which leads to copying geometric deviations or wear of the contour of the specified stick [1, 2].

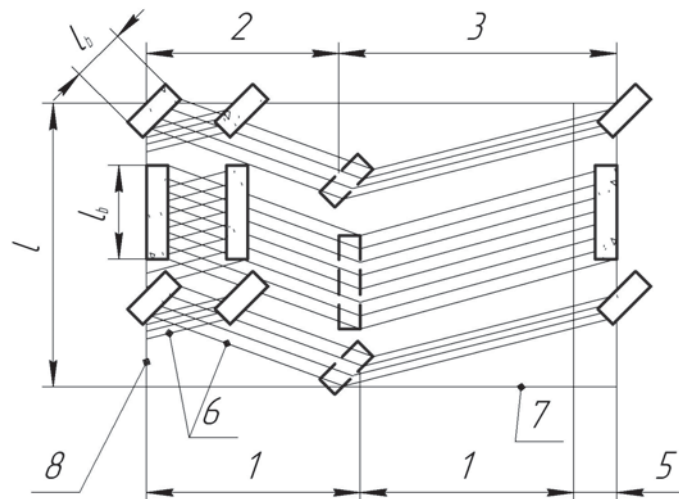
Problem definition. Based on this analysis, it is necessary to ensure formation of microrelief of the machined surface, particularly the formation of the grid of traces with the maximum step density. Also, it is essential to consider control of wear of a diamond-abrasive stick and copying geometrical deviations on the machined surface.

Main material. To solve this problem, we consider a ball-wedge hone [4, 5] with variable geometry of diamond-abrasive sticks (Fig. 1). Let us consider the scheme of formation of microrelief of the machined surface. (Fig. 2).



Figure 1 – Ball-wedge hone with variable stick geometry

Source: developed by the authors



1 – distance of one rotational motion; 2 – distance of progressive motion; 3 – distance of reverse motion;
4 – distance of reciprocal motion; 5 – additional route of the head rotation at the end of the double motion;
6 – trajectory of some grains; 7 – geometric grooving line in the form of a generant; 8 – geometric grooving line
in the form of a directional; l_b – stick length.

Figure 2 – The scheme of formation of a microrelief of the machined surface

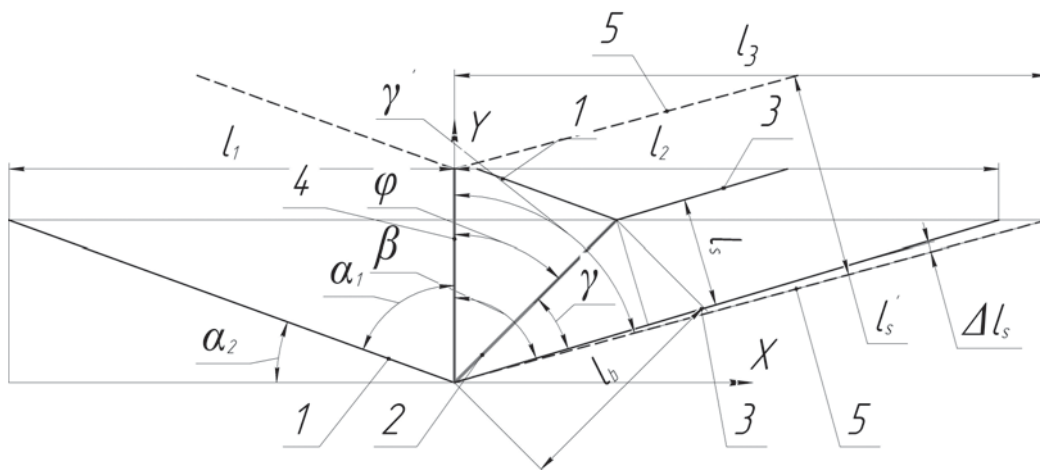
Source: developed by the authors

Based on the scheme shown in Figure 2 it is seen that the extreme sticks, which are located at the angle of 45° with the generant of the machined hole have a point nature of interaction, which provides only the local value of geometric deviation or contour wear of the stick. That is, for all diamond-abrasive sticks, the formation of geometric grooving line, namely the generating one, when honing the hole will occur on the principle of trace.

The directional of the machined hole for the sticks located at the angle of 45° will have a point nature of interaction with a contour, that is only local value of transfer of errors will be present. Accordingly, for the specified sticks, the formation of a geometric grooving line, namely the directional, while honing the hole will occur on the principle of trace, which will reduce negative impact of the sticks located at the angle of 90° , which perform processing on the principle of copying.

Conformation of necessary microrelief or microgeometry is due to the interaction of the trajectory of some grains that move along given vectors of linear velocities. This determines the degree of density of the points of intersection of the trajectory of some grains. In Figure 2 the scheme characterizes different steps of the grid of traces of diamond-abrasive grains, which remains after the sticks located at different angles. That is, the density of the grid will be higher than with a uniform placement of diamond-abrasive sticks.

To determine density of the grid of traces, which remains after diamond-abrasive sticks located at different angles, we construct the calculation scheme (Fig. 3).



- 1 – trajectory of grain motion during progressive motion; 2 – diamond-abrasive stick with 45° angle; 3 – trajectory of grain motion during reverse motion of the stick with 45° angle; 4 – diamond-abrasive stick with 90° angle; 5 – trajectory of grain motion during reverse motion of the stick with 90° angle; l_b – length of the stick (step of the grid of traces at progressive motion); l_1 – distance covered during progressive motion; l_2 – distance covered during reverse motion; l_s – step of the grid of traces during reverse motion of the stick with 45° angle; l'_s – step of the grid of traces during reverse motion of the stick with 90° angle; Δl_s – difference of the steps of the sticks with different angles; α_1 – the angle of grain trajectory relative to the Y axis during progressive motion; α_2 – the angle of grain relative to the X axis during progressive motion; β – the angle of the grain relative to the Y axis during reverse motion; φ – the angle of inclination of the diamond-abrasive stick; γ – the angle of grain trajectory relative to the diamond-abrasive stick with 45° angle during reverse motion; γ' – the angle of grain trajectory relative to the diamond-abrasive stick with 90° angle during reverse motion.

Figure 3 – Calculation scheme of microrelief formation of the machined surface

Source: developed by the authors

Based on the above calculation scheme 3, the density of the grid of traces while honing with diamond-abrasive sticks positioned at 90° angle will be characterized by the angle of intersection of velocities of rotational and reciprocal motion and is determined by the formula:

$$l_s'' = l_b \cdot \sin\left(90 - 0.5 \arctg \frac{v_p}{v_o}\right) \pi l_1, \quad (1)$$

where l_b – is length of the stick (step of the grid of traces during progressive motion);

v_p – is the velocity of reciprocal motion;

v_o – is the velocity of rotation motion;

In its turn, the density of the grid of traces for diamond-abrasive sticks positioned at 45° angle will be determined by the following formula [1]:

$$l_s = l_b \cdot \sin\left(\frac{l_2 \cdot 180}{\sin\left(90 - 0.5 \arctg \frac{v_p}{v_o}\right) \cdot \pi l_1} - \varphi\right), \quad (2)$$

where γ – is the angle of the grain trajectory relative to the diamond-abrasive stick during reverse motion.

l_2 – distance covered during reverse motion;

l_s – step of the grid of traces during reverse motion;

l_1 – distance covered during progressive motion;

φ – inclination angle of the diamond-abrasive stick.

Therefore, density of the grid of traces at different angles of diamond-abrasive sticks, according to the calculation scheme, will be characterized by the difference of the density of the grid of traces of the sticks positioned at the angles of 90° and 45°. And it is characterized by the following equation:

$$\Delta l_s = l_s'' - l_s. \quad (3)$$

In the obtained equation (3) we substitute the values of the densities of the grid of traces of the sticks positioned at the angle of 90° (1) and the angle of 45° (2):

$$\Delta l_s = l_b \left(\sin\left(90 - 0.5 \arctg \frac{v_p}{v_o}\right) \pi l_1 - \sin\left(\frac{l_2 \cdot 180}{\sin\left(90 - 0.5 \arctg \frac{v_p}{v_o}\right) \cdot \pi l_1} - \varphi\right) \right), \quad (4)$$

The obtained mathematical model allows determining the density of the grid of traces at the position of central sticks at the angle of 90° and for the extreme sticks at the angle of 45°. The position of the sticks at the angles of 90° and 45° are optimal to ensure the formation of macrorelief of the machined hole.

Therefore, when combining the angle of inclination of diamond-abrasive sticks it was possible to increase the density of the formed microrelief and, thus, increase the processing productivity and reduce the effect of wear on the geometry of the machined hole.

Conclusions. As a result of the study, it was determined that the formation of microrelief with positioning diamond-abrasive sticks with variable geometry, namely with different angles of inclination, allows increasing the density (grid of traces) of intersection points, which reduces the roughness of the treated surface.

In the process of formation of the macrorelief of the machined surface the position of diamond-abrasive sticks allowed carrying out processing on the principle of the trace that allowed reducing transfer of deviations from a honing head to the machined surface in the course of their wear.

Список літератури

1. Підгаєцький М.М., Щербина К.К. Кінематика процесу різання при хонінгуванні отворів пружно-гвинтовим хоном. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту.* 2015. Вип. 28. С. 80 -86.
2. Федотенок А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков. Изд. 2-е доп. и перераб. Москва: Машиностроение, 1970. 407 с.
3. Щербина К.К., Григорян Н.В. Кінематика процесу різання при хонінгуванні отворів пружно-гвинтовим хоном. *Проблеми енергозбереження і механізації в гірничо-металургійному комплексі: тези доповідей Міжн. наук.-техн. конф. молодих вчених і студентів.* Кривий Ріг: ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018. С. 38 – 42.
4. Щербина К.К., Шарікова А.О. Параметричний синтез кульково-клинового хону. *Актуальні задачі сучасних технологій: тези доповідей Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів.* Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2015. С. 252-253.
5. Кульково-клиновий хон: пат. 105089 України: МПК В23D77/04, В24В33/00. № u201506333; заявл. 26.06.2015; опубл. 10.03.2016. Бюл. №5.

References

1. Pidhaits'kyj, M.M. & Shcherbyna, K.K. (2015). Kinematyka protsesu rizannia pry khoninhuvanni otvoriv pruzhno-hvyntovym khonom [Kinematics of cutting holes in honing spiral spring hone]. *Tekhnika v sil'skohospodars'komu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia: zb. nauk. pr. Kirovohr. nats. tekhn. un-tu. – Collection of Scientific Works of KNTU. Engineering in agricultural production, industrial engineering, automatio, Vol. 28, 80 -86 [in Ukrainian].*
2. Fedotenok, A.A. (1970). *The kinematic structure of metal-cutting machine tools.* (2 d ed.). Moscow: Mashinostroenie [in Russian].
3. Shcherbyna, K.K. & Hryhorian, N.V (2018). Kinematyka protsesu rizannia pry khoninhuvanni otvoriv pruzhno-hvyntovym khonom. [Kinematics of cutting holes in honing spiral spring hone]. Problems of energy saving and mechanization in the mining and metallurgical complex: *Mizhnarodna naukovotekhnichna konferentsiia molodykh vchenykh i studentiv – International Scientific and Technical Conference of Young Scientists and Students.* Kryvyi Rih: DVNZ «Kryvorizkyi natsionalnyi universytet» [in Ukrainian].
4. Shcherbyna, K.K. & Sharikova, A.O.(2015) Parametrychnyi syntez kulkovo-klynovoho khonu [Parametrical synthesis roller wedge honing head]. Actual problems of modern technologies: *Mizhnarodna naukovotekhnichna konferentsiia molodykh vchenykh i studentiv – International Scientific and Technical Conference of Young Scientists and Students.* Ternopil: TNTU im. Ivana Puliuia [in Ukrainian].
5. Pat. 105089 of Ukraine, МРК В23D77/04, В24В33/00 (2016). Kul'kovo-klynovyy khon [Ball-wedge hone]. No. u201506333; stated. June 26, 2015; has been published March 10, 2016, Bul. No.5 [in Ukrainian].

К.К.Щербина, канд. техн. наук, **А.І. Гречка**, доц., канд. техн. наук, **В.А. Мажара**, доц., канд. техн. наук, **Т.В. Дяченко**, асист.

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Кінематика процесу різання при хонінгуванні отворів хоном зі змінною геометрією розташування брусків

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського машинобудування важливим питанням є підвищення ефективності і швидкодії керуючої апаратури гідравлічного приводу, який набув широко розповсюдження у сільськогосподарській техніці. Для швидкої роботи керуючої апаратури забезпечую підвищена точність та якість виготовлення її елементів. Особлива увага приділяється операціям фінішної обробки, серед яких хонінгування прецензійних отворів.

Одним з головних факторів, котрий впливає на точність та якість оброблюваного отвору є процес утворення макрогеометрії та мікрогеометрії. На якість мікрорельєфу впливає кінематика утворення сітки слідів. На утворення макрогеометрії в свою чергу впливає принцип утворення геометричних виробних ліній з врахування копіювання існуючих відхилень та переносу зносу алмазно-абразивних брусків. Для проведення дослідження побудовано схеми взаємодії обробленої поверхні з алмазно-абразивними брусками, котрі розміщені під різними кутами та їх вплив на утворення мікрорельєфу оброблюваного отвору. Представлена розрахункова схема розташування алмазно-абразивних брусків під різними кутами, на підставі якої отримані математичні моделі густини утвореної сітки слідів. Також представлено

дослідження впливу кута нахилу алмазно-абразивних брусків на утворення макрорельєфу оброблюваного отвору.

В результаті проведених досліджень визначено, що при утворенні мікрорельєфу розміщення алмазно-абразивних брусків зі змінною геометрією, а саме з різним кутом нахилу, дає змогу збільшити густину (сітки слідів) точок перетину, що забезпечує зниження шорсткості оброблюваної поверхні. В процесі утворення макрорельєфу оброблюваної поверхні розміщення алмазно-абразивних брусків дозволило виконувати обробку за принципом сліду, що дозволило зменшити перенос відхилень від хонінгувальної головки до оброблюваної поверхні в процесі їх зносу.

мікрорельєф, макрорельєф, сітка слідів, геометричні виробні лінії, хонінгувальна головка, траєкторія руху зерна

Одержано (Received) 29.10.2020

Прорецензовано (Reviewed) 05.11.2020

Прийнято до друку (Approved) 21.12.2020

УДК 677.11.021

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.164-172>

А.Ю. Лисих, канд. техн. наук

Первомайська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ Миколаївської області, Україна

e-mail: snezanad256@gmail.com

С.М. Коб'яков, доц., канд. с.-г. наук

ДВНЗ Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон, Україна

e-mail: kobyakovsm@gmail.com

Аналіз інноваційних технологій механічної переробки текстильної сировини

Стаття присвячена новітнім технологіям переробки коноплі з метою одержання луба. Запропоновано технологічну схему виділення лубу конопель, спроектовано і виготовлено окремі частини обладнання, які включають такі процеси як: м'яття з одночасним скоблінням, тіпання з прочісуванням та трясіння з вібрацією.

Процес м'яття зі скоблінням здійснюється у м'яльно-скоблячій експериментальній частині. Конструктивні та технологічні параметри м'яльної частини зроблені так, що забезпечують поступове збільшення інтенсивності процесу м'яття. Процес поєднання вібраційних і трясильних дій на матеріал одночасно виконують голки гребеневого поля та планки голчатого транспортера, де шар матеріалу періодично підкидається в вертикальній площині.

Використання процесів тіпання з чесанням та трясіння з вібрацією в технології одержання лубу конопель у декілька переходів дозволяють одержувати луб за вмістом костриці та його масо-довжині у широкому діапазоні. Таке поєднання процесів трясіння та вібрації забезпечує збільшення ефективності знекостричення лубу.

луб конопель, процес м'яття, скобління, тіпально-чесальні дії, трясильно-вібраційні дії

А.Ю. Лысых, канд. техн. наук

Первомайский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Первомайск Николаевской области, Украина

С.М. Кобяков, доц., канд. с.-х. наук

ГВУЗ Херсонский государственный аграрно-экономический университет, г. Херсон, Украина

Анализ инновационных технологий механической переработки текстильного сырья

© А.Ю. Лисих, С.М. Коб'яков, 2020