

М. С. Виноградов¹**Т. В. Макарова²****М. А. Мастепан¹****Д. В. Савенок¹**

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ХОНІНГУВАННЯ СИЛІКАТНИМИ БРУСКАМИ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

¹Донбаська національна академія будівництва і архітектури²Вінницький національний технічний університет

Під час численних досліджень встановлено, що на параметри макро- і мікрорельєфу великий вплив має кінематика процесу хонінгування, що визначає траєкторію робочого руху ріжучих зерен під час обробки. Складний робочий рух під час хонінгування отворів створює сприятливі умови для повнішого використання ріжучої здатності брусків і рівномірного зносу інструменту, що позитивно впливає на продуктивність обробки та точність геометричної форми поверхні. Показано, що у зв'язку з цим виникає необхідність дослідити вплив параметрів процесу хонінгування силікатними брусками на якість обробленої поверхні.

У роботі наведено результати дослідження впливу контактного тиску брусків і осьової та колової швидкостей на якість обробленої поверхні. Дослідження виконували на вертикальному одношпиндельному хонінгувальному верстаті. Як зразки використовували гільзи циліндрів автомобільних двигунів, виготовлених із сірого легованого чавуну. Оцінка велася за показниками шорсткості обробленої поверхні та масового знімання металу під час обробки. Найкращу працездатність мали ті бруски, після обробки яких зразки мали найменшу шорсткість.

Встановлено, що при збільшенні колової швидкості якість поверхні покращується, а при збільшенні осьової швидкості – погіршується (як після обробки алмазними, абразивними, так і силікатними брусками). При збільшенні контактного тиску брусків якість поверхні погіршується після обробки алмазними брусками і покращується після обробки абразивними та силікатними брусками.

Доведено, що висока якість поверхні після обробки силікатними брусками обумовлена утворенням у процесі хонінгування аморфного кремнезему, який під дією абразивних зерен потрапляє у западини оброблюваної поверхні та зчіпляється з поверхнею, і саме у такий спосіб оброблювана поверхня насичується оксидом кремнію.

Встановлено, що при збільшенні осьової швидкості брусків знімання металу збільшується, а при збільшенні колової швидкості – зменшується (як після обробки алмазними, абразивними, так і силікатними брусками). При збільшенні контактного тиску брусків знімання металу збільшується після обробки алмазними брусками і плавно зменшується після хонінгування абразивними та силікатними брусками.

Встановлено, що знімання металу після обробки силікатними брусками у 2 рази менше ніж після хонінгування алмазними брусками.

Запропоновано призначати припуск на чистове хонінгування силікатними брусками для гільз циліндрів із чавуну легованого (НВ 240) в межах 0,01–0,02 мм.

Ключові слова: силікатний брусок, хонінгування, результат дослідження, гільза циліндрів, алмазний брусок, аморфний кремнезем, якість поверхні.

Вступ

Сучасне машинобудування висуває нові завдання забезпечення працездатності механізмів і машин. Їхнє розв'язання найтісніше пов'язане з удосконаленням технологічних методів і засобів фінішного оброблення деталей, тобто з технологічним забезпеченням високої точності їхньої геометричної форми, шорсткості поверхні та кращого фізичного стану поверхневих шарів. Серед методів фінішної обробки широке застосування має хонінгування. Тому для удосконалення цього процесу приділяють увагу основним параметрам хонінгування, розробці нових складів абразивних брусків, із більш привабливими характеристиками.

Встановлено, що режими різання при хонінгуванні суттєво впливають як на параметр шорсткості поверхні R_a , так і на продуктивність процесу абразивного хонінгування [1]. За допомогою статистичних методів аналізу доведено [1], що найбільший вплив на параметр R_a мають (у порядку ранжування) колова (V_k) та осьова (V_o) швидкості руху головки і питомий тиск брусків на поверхню оброблення (q). Інші технологічні фактори (кількість брусків у хоні, густина та склад мастильно-охолоджуючої рідини (МОР)) також мають вплив на процес абразивного хонінгування, але їх значення

невисокі (~ 3–5 %) порівняно з наведеними основними режимами різання [1].

Під час попереднього хонінгування, коли не потрібна висока чистота обробки, але бажана більш висока продуктивність, рекомендується працювати з більш високими швидкостями зворотно-поступального руху головки. Найбільше значення цієї швидкості обмежується умовою плавного реверсу шпіндельної бабки і граничним значенням швидкості по верстату.

Умова плавного реверсу виконується при обмеженні кількості подвійних ходів шпіндельної бабки за хвилину. Для цього при зменшенні довжини хонінгування слід знижувати швидкість осьового руху. Відношення цих швидкостей ведуть до поняття безрозмірної величини, яка називається кутом хонінгування.

Дотримання кута хонінгування під час обробки поверхні деталі має дуже важливе значення для подальшої її роботи. Відповідно до різних методик оцінки якості кут може варіюватися від 40° до 60°. Занадто великий кут понад 60° виникає при неправильному співвідношенні між швидкістю поступального руху уздовж осі та кутовою швидкістю обертання, брусок рухається занадто швидко, шпіндель обертається занадто повільно, внаслідок чого погіршуються експлуатаційні властивості деталі. Занадто малий кут, менше 40°, буде спостерігатися в тому разі, якщо брусок рухається занадто повільно, а шпіндель обертається занадто швидко. Наслідком цього під час роботи деталі спостерігається швидке зношування її поверхні.

Дослідженнями встановлено, що на параметри макро- і мікрорельєфу великий вплив має кінематика процесу хонінгування. Кінематику процесу різання при хонінгуванні отворів необхідно розділити на два етапи: утворення макрорельєфу оброблюваної поверхні (метод утворення геометричних виробних ліній) та утворення мікрорельєфу оброблюваної поверхні (метод утворення сітки слідів) [2]. Складний робочий рух під час хонінгування отворів створює сприятливі умови для повнішого використання ріжучої здатності брусків і рівномірного зносу інструмента, що позитивно впливає на продуктивність обробки та точність геометричної форми поверхні. Саме тому виникає необхідність дослідити вплив параметрів процесу хонінгування силікатними брусками на шорсткість обробленої поверхні.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів процесу хонінгування силікатними брусками на шорсткість обробленої поверхні.

Результати дослідження

Дослідження виконували на вертикальному одношпіндельному хонінгувальному верстаті моделі 3Г833, призначеному для хонінгування отворів гільз і блоків автомобільних двигунів внутрішнього згорання.

Для проведення дослідження як зразки використовували гільзи циліндрів двигуна внутрішнього згорання, виготовлені із сірого легованого чавуну ІЧГ-33М твердістю НВ 217–250. Діаметр гільзи становив 92 мм, довжина поверхні, яка оброблялася, – 152 мм. Спочатку гільзи були розточені, а потім для усіх гільз виконували чорнове хонінгування алмазними брусками на металополімерній зв'язці ВС12 зернистістю 160/125 (АБХ 125 × 12 × 6, 125/100, ВС12). Вихідна шорсткість поверхні гільзи після чорнового хонінгування становила $R_a = 1,25$ мкм.

Для чистового хонінгування були виготовлені силікатні бруски СБХ 100 × 8 × 7 з абразивних мікропорошків карбїду кремнію зеленого марки 63С зернистістю М40.

Для порівняння працездатності силікатних брусків використали алмазні бруски, які виготовлені на полімерній зв'язці В2-04 із мікропорошків синтетичного алмазу марки АСМ зернистістю 40/28 (АБХ 100 × 8 × 5, 40/28, В2-04) та абразивні бруски хонінгувальні на основі карбїду кремнію зеленого марки 63С зернистістю М40 (АБХ 100 × 8 × 7, КЗ-40).

При визначенні впливу колової та осьової швидкостей хонінгувальної головки на якість оброблюваної поверхні (R_a) тиск хон-брусків на оброблювану поверхню становив 0,3 МПа, колова швидкість змінювалася від 0,5 м/с до 2,5 м/с з інтервалом 0,25 м/с, осьова – від 0,1 м/с до 0,5 м/с з інтервалом 0,05 м/с. Швидкості підбирали так, щоб співвідношення колового та осьового рухів швидкостей голівки становило $\frac{V_k}{V_o} = 0,84\text{--}1,73$. При таких значеннях кут пересічення рисок відповідає $\alpha = 40^\circ \dots 60^\circ$.

При визначенні впливу тиску брусків хонінгувальної головки на якість обробленої поверхні (R_a) колова швидкість хонінгувальної головки становила 0,5 м/с, осьова швидкість – 0,3 м/с, тиск у брусків змінювався від 0,25 МПа до 2,0 МПа.

Оцінка велася за показниками шорсткості обробленої поверхні (R_a , мкм) та масового знімання металу під час обробки (Q , мг/см²). Дослідження шорсткості поверхні (R_a) здійснювали за допомогою

профілографа-профілометра моделі 201. Найкращу працездатність мали ті бруски, після обробки яких зразки мали найменшу шорсткість.

Знімання металу визначали ваговим методом, тобто зважуванням на аналітичних терезах типу AS 520.R2 «Radwag» з точністю $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ г (клас точності згідно з ДСТУ EN 45501-1) до та після випробувань. Після обробки зразки промивалися водою й ацетоном.

Масове знімання металу визначали за формулою:

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{S}, \quad (1)$$

де Q – середнє масове знімання металу, $\text{мг}/\text{см}^2$; m_1 і m_2 – маса зразка до та після випробування, відповідно, мг ; S – площа поверхні, яка обробляється, см^2 ($S = 439 \text{ см}^2$).

Час обробки у всіх випробуваннях становив 120 сек. Після закінчення хонінгування визначали шорсткість поверхні після обробки та масове знімання. Результати досліджень наведено на рисунках 1–3.

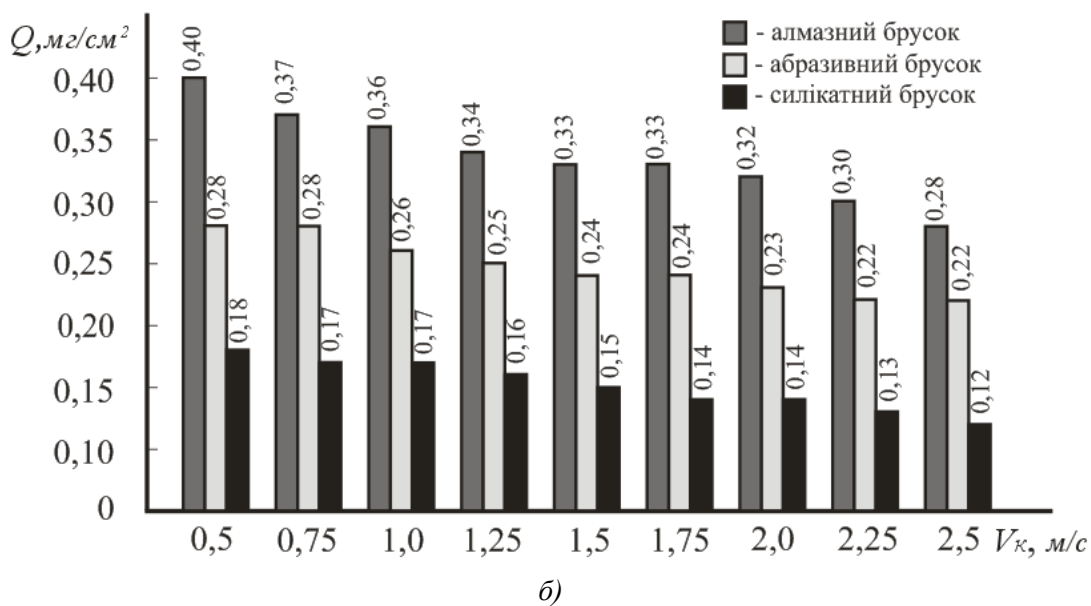
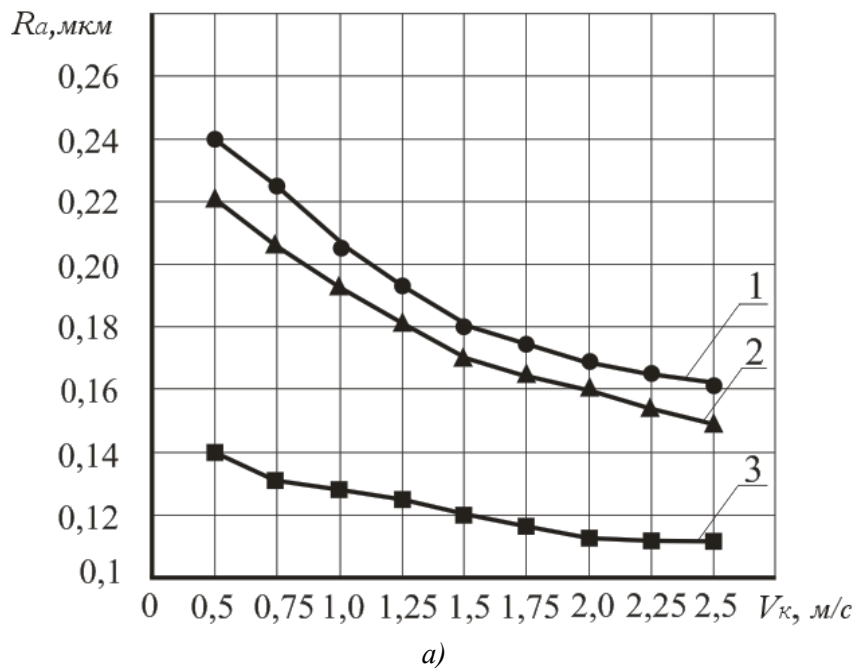


Рис. 1. Зміна шорсткості поверхні (R_a , мкм) (а) та значення знімання металу (Q , $\text{мг}/\text{см}^2$) (б) від колової швидкості (V_k , м/с) хонінгувальної головки після обробки брусками: 1 – алмазними; 2 – абразивними; 3 – силікатними

Аналіз результатів досліджень показав, що при збільшенні колової швидкості (рис. 1а) якість поверхні (R_a) покращується як після обробки алмазними, абразивними, так і силікатними брусками. Це підтверджується роботою [3]. Після хонінгування алмазними брусками найменша шорсткість поверхні гільзи циліндрів становить $R_a = 0,16$ мкм (рис. 1а, крива 1), абразивними – $R_a = 0,15$ мкм (рис. 1а, крива 2) при $V_k = 2,5$ м/с. Після обробки силікатними брусками найменша шорсткість поверхні гільзи становить $R_a = 0,11$ мкм (рис. 1а, крива 3) при коловій швидкості $V_k = 2,0$ м/с. При збільшенні V_k до 2,5 м/с шорсткість поверхні не змінюється і залишається $R_a = 0,11$ мкм. На нашу думку, одержання такої поверхні відбувається так: при взаємодії МОР на водній основі з силікатною композицією, яка є одним із компонентів силікатного бруска, відбуваються хімічні зміни. Під час хімічної реакції утворюється оксид кремнію (SiO_2), який обволікає абразивні зерна. При переміщенні бруска по поверхні гільзи циліндрів відбувається різання-дряпання абразивними зернами найвищих вершин нерівностей. У точках зіткнення абразивних зерен відбувається підвищення температури, а оскільки навколо абразиву знаходиться SiO_2 , то при потраплянні останнього в зону зіткнення відбувається утворення аморфного кремнезему (SiO_2) [4]. Під дією абразивних зерен SiO_2 потрапляє у западини оброблюваної поверхні та зчіплюється з поверхнею. При багаторазовому впливі абразиву відбувається щільна «упаковка» SiO_2 глибоких западин нерівностей і поверхня насичується оксидом кремнію, що дає змогу отримати високу якість поверхні.

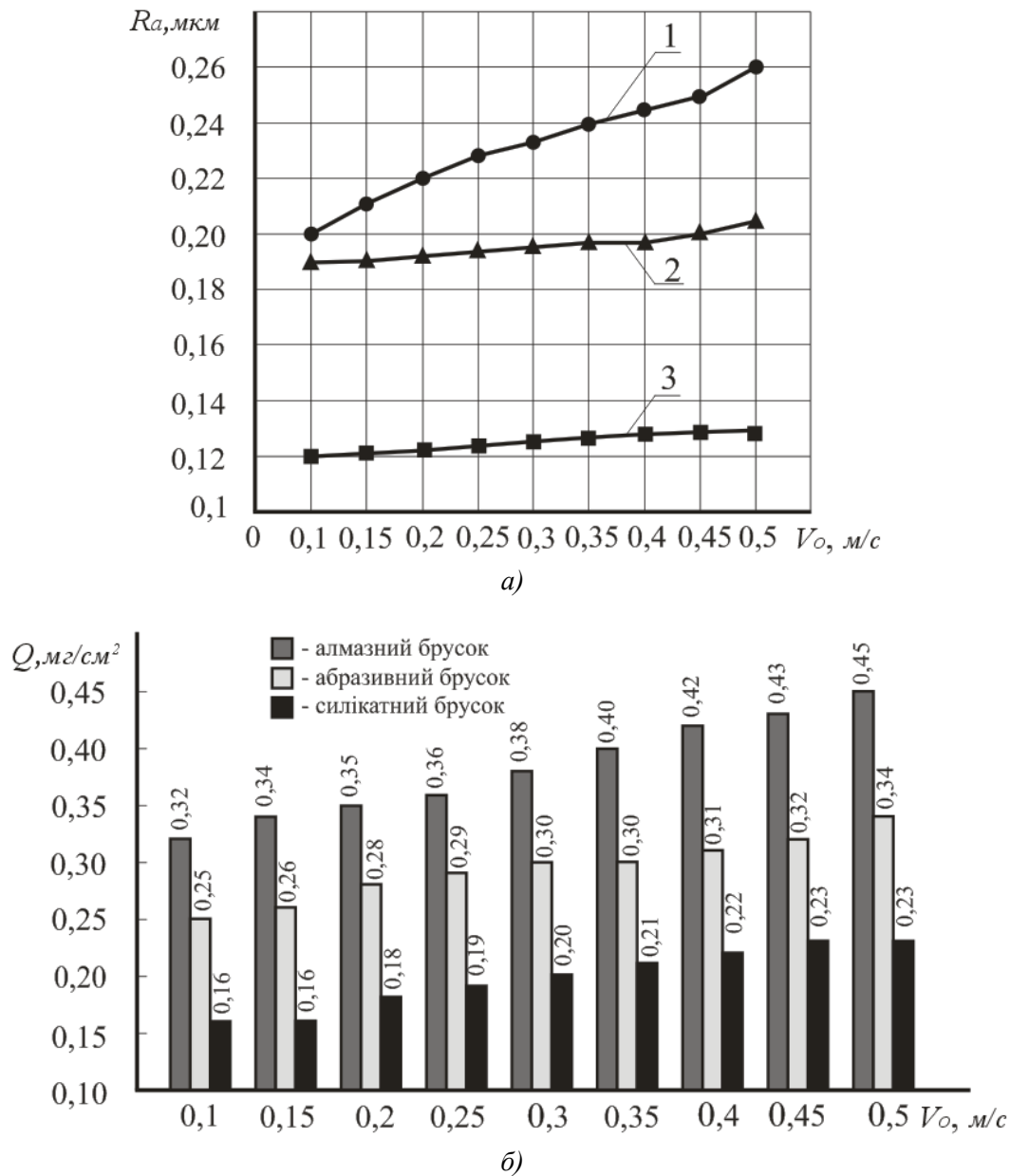
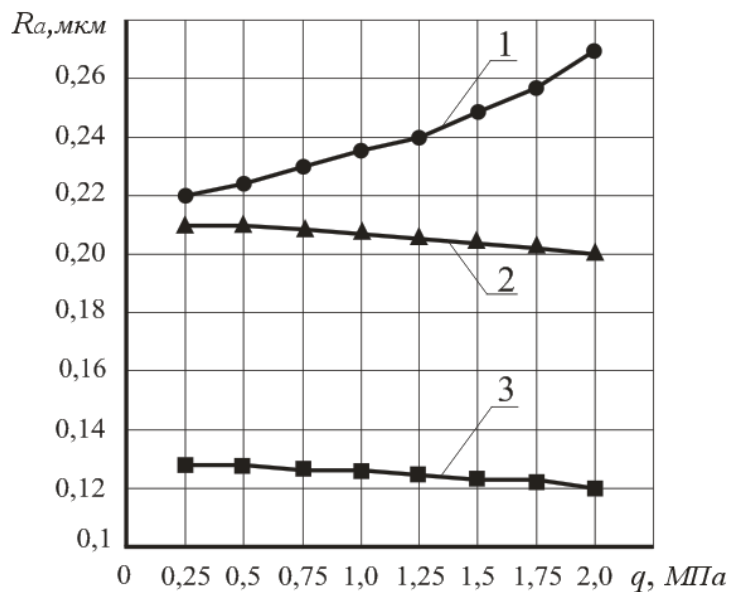


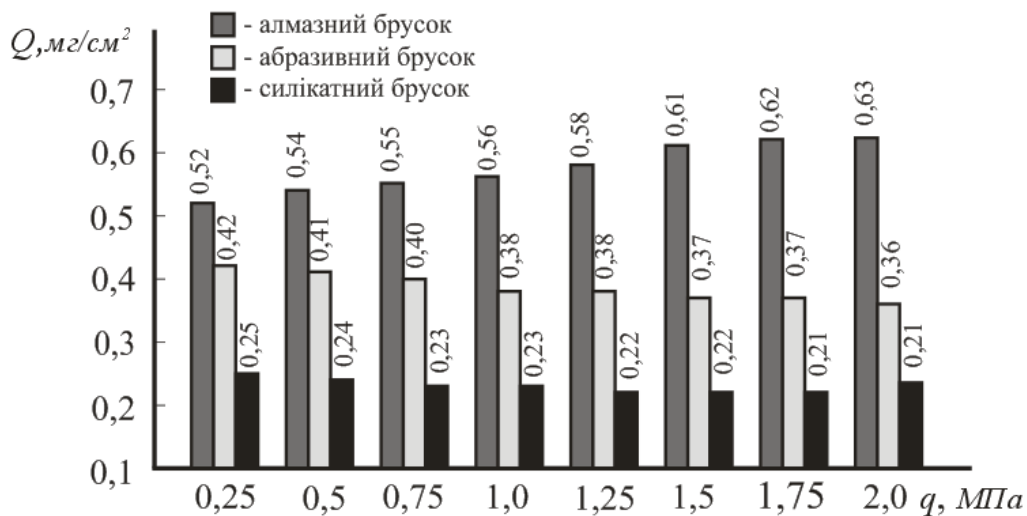
Рис. 2. Зміна шорсткості поверхні (R_a , мкм) (а) та значення знімання металу (Q , мг/см²) (б) від осьової швидкості (V_o , м/с) хонінгувальної головки після обробки брусками: 1 – алмазними; 2 – абразивними; 3 – силікатними

Аналіз залежності знімання металу (Q , $мг/см^2$) від колової швидкості (V_k , $м/с$) хонінгувальної головки показав, що зі збільшенням колової швидкості знімання металу зменшується після обробки алмазними, абразивними та силікатними брусками (рис. 1б). Зі збільшенням колової швидкості (V_k) зменшується кут схрещування рисок і погіршуються умови зрізання металу. Найбільше значення знімання металу досягається після обробки алмазними брусками $Q = 0,40 мг/см^2$, абразивними – $Q = 0,28 мг/см^2$ зі швидкістю $V_k = 0,5 м/с$ (рис. 1б).

Після хонінгування силікатними брусками найбільше значення знімання металу $Q = 0,18 мг/см^2$ досягається при швидкості $V_k = 0,5 м/с$ (рис. 1б). Отже, можна зробити висновок, що знімання металу після обробки силікатними брусками у 2 рази менше ніж після хонінгування алмазними брусками. Це необхідно враховувати при призначенні припусків на хонінгування силікатними брусками. Аналіз залежності осьової швидкості (V_o , $м/с$) хонінгувальної головки на якість обробленої поверхні (R_a) показує, що при збільшенні осьової швидкості хонінгувальної головки якість оброблюваної поверхні погіршується як після обробки алмазними, абразивними, так і силікатними брусками (рис. 2а). При збільшенні осьової швидкості (V_o , $м/с$) хонінгувальної головки від $V_o = 0,1 м/с$ до $V_o = 0,5 м/с$ шорсткість поверхні після обробки алмазними брусками збільшується і становить від $R_a = 0,2 мкм$ до $R_a = 0,25 мкм$ (крива 1), абразивними брусками – від $R_a = 0,19 мкм$ до $R_a = 0,205 мкм$ (крива 2), силікатними брусками – від $R_a = 0,12 мкм$ до $R_a = 0,13 мкм$ (крива 3).



а)



б)

Рис. 3. Зміна шорсткості поверхні (R_a , мкм) (а) та значення знімання металу (Q , $мг/см^2$) (б) від контактної сили (q , МПа) брусків після обробки брусками: 1 – алмазними; 2 – абразивними; 3 – силікатними

З рисунка 2б бачимо, що при збільшенні осьової швидкості хонінгувальної головки знімання металу після обробки алмазними, абразивними та силікатними брусками збільшується. Це пов'язано зі змінами кута сітки слідів. При збільшенні осьової швидкості (V_o) кут сітки слідів також збільшується, що приводить до поліпшення умов різання абразивними зернами; метал, який знаходиться під бруском, легше виходить. При збільшенні осьової швидкості (V_o) хонінгувальної головки від $V_o = 0,1$ м/с до $V_o = 0,5$ м/с знімання металу після обробки алмазними брусками збільшується і становить від $Q = 0,32$ мг/см² до $Q = 0,45$ мг/см², абразивними брусками – від $Q = 0,25$ мг/см² до $Q = 0,34$ мг/см², силікатними брусками – від $Q = 0,16$ мг/см² до $Q = 0,23$ мг/см². Бачимо, що знімання металу після обробки силікатними брусками у 2 рази менше ніж після хонінгування алмазними брусками. Це також необхідно враховувати при призначенні припусків на хонінгування силікатними брусками.

Аналіз залежності контактного тиску (q , МПа) брусків на якість обробленої поверхні (R_a) показує, що при збільшенні тиску якість оброблювальної поверхні погіршується після обробки алмазними (крива 1). При збільшенні тиску брусків від $q = 0,25$ МПа до $q = 2,0$ МПа шорсткість поверхні після обробки алмазними брусками становить від $R_a = 0,22$ мкм до $R_a = 0,27$ мкм. Після обробки абразивними та силікатними брусками (рис. 3а, криві 2 та 3) значення параметра R_a плавно зменшується зі зростанням контактної тиску. Це спричинено тим, що зв'язка інструмента при зростанні сил різання на окреме абразивне зерно не завжди надійно втримує зерна, вони викришуються з об'єму бруска, у більшості своїй розколюються на дрібнодисперсні гранули і безпосередньо у процесі хонінгування фактично беруть участь дрібнозернисті фракції абразиву [1]. При збільшенні тиску брусків шорсткість поверхні після обробки абразивними брусками зменшується і становить від $R_a = 0,21$ мкм до $R_a = 0,20$ мкм, силікатними брусками – від $R_a = 0,13$ мкм до $R_a = 0,12$ мкм. Отримання високої якості поверхні після обробки силікатними брусками, на нашу думку, забезпечується завдяки аморфному кремнезему, про що зазначалося вище. Крім цього, аморфний кремнезем має поліруючі дії високодисперсного, відносно м'якого абразиву, що сприяє покращенню якості поверхні [4].

З рисунка 3б бачимо, що при збільшенні тиску брусків знімання металу після обробки алмазними брусками збільшується. Зі зростанням тиску великі ріжучі зерна брусків глибше впроваджуються в метал, адже не відбувається розколу через велику твердість. Унаслідок цього збільшується знімання металу. При збільшенні тиску брусків від $q = 0,25$ МПа до $q = 2,0$ МПа знімання металу після обробки алмазними брусками становить від $Q = 0,52$ мг/см² до $Q = 0,63$ мг/см². При збільшенні тиску брусків знімання металу зменшується після обробки абразивними брусками і становить від $Q = 0,42$ мг/см² до $Q = 0,36$ мг/см², силікатними – від $Q = 0,25$ мг/см² до $Q = 0,21$ мг/см². Бачимо, що знімання металу після обробки силікатними брусками також у 2 рази менше ніж після хонінгування алмазними брусками.

Згідно з роботою [5] для гільз циліндрів із чавуну легованого твердістю НВ 240 припуск на діаметр при чистовому хонінгуванні алмазними брусками АСМ зернистістю 40/28 становить 0,02–0,03 мм. Враховуючи вищенаведене, пропонуємо призначити припуск на чистове хонінгування силікатними брусками для гільз циліндрів із чавуну легованого в межах 0,01–0,02 мм.

Зважаючи на те, що співвідношення колової та осьової швидкості хонінгувальної головки впливає на величину кута пересічення маслоутримуючих рисок, необхідно підбирати оптимальний режим хонінгування силікатними брусками. Це дасть змогу забезпечити необхідну шорсткість поверхні при чистовому хонінгуванні, а також створити належний мікрорельєф поверхні, необхідний для утримання на поверхні гільз циліндра шару масла і зменшення зношування в процесі роботи [3].

Висновки

1. Встановлено, що при збільшенні колової швидкості від $V_k = 0,5$ м/с до $V_k = 2,5$ м/с якість поверхні покращується після обробки алмазними (від $R_a = 0,24$ мкм до $R_a = 0,16$ мкм), абразивними (від $R_a = 0,22$ мкм до $R_a = 0,15$ мкм) і силікатними брусками (від $R_a = 0,14$ мкм до $R_a = 0,11$ мкм). При збільшенні осьової швидкості від $V_o = 0,1$ м/с до $V_o = 0,5$ м/с якість поверхні погіршується як після обробки алмазними (від $R_a = 0,20$ мкм до $R_a = 0,26$ мкм), абразивними (від $R_a = 0,19$ мкм до $R_a = 0,205$ мкм), так і силікатними брусками (від $R_a = 0,12$ мкм до $R_a = 0,13$ мкм). При збільшенні контактної тиску брусків від $q = 0,25$ МПа до $q = 2,0$ МПа якість поверхні погіршується після обробки алмазними брусками (від $R_a = 0,22$ мкм до $R_a = 0,27$ мкм) і покращується після обробки абразивними (від $R_a = 0,21$ мкм до $R_a = 0,20$ мкм) та силікатними (від $R_a = 0,13$ мкм до $R_a = 0,12$ мкм) брусками.

2. Доведено, що висока якість поверхні після обробки силікатними брусками обумовлена утворенням у процесі хонінгування аморфного кремнезему (SiO_2), який під дією абразивних зерен потрапляє у западини оброблюваної поверхні та зчіпляється з поверхнею – у такий спосіб оброблювана поверхня насичується оксидом кремнію.

3. Встановлено, що при збільшенні осевої швидкості брусків від $V_o = 0,1$ м/с до $V_o = 0,5$ м/с знімання металу збільшується при обробці алмазними (від $Q = 0,32$ мг/см² до $Q = 0,45$ мг/см²), абразивними (від $Q = 0,25$ мг/см² до $Q = 0,34$ мг/см²) і силікатними брусками (від $Q = 0,16$ мг/см² до $Q = 0,23$ мг/см²). При збільшенні колової швидкості від $V_k = 0,5$ м/с до $V_k = 2,5$ м/с зменшується як після обробки алмазними (від $Q = 0,40$ мг/см² до $Q = 0,28$ мг/см²), абразивними (від $Q = 0,28$ мг/см² до $Q = 0,22$ мг/см²), так і силікатними (від $Q = 0,18$ мг/см² до $Q = 0,12$ мг/см²) брусками. При збільшенні контактного тиску брусків від $q = 0,25$ МПа до $q = 2,0$ МПа знімання металу збільшується після обробки алмазними брусками (від $Q = 0,52$ мг/см² до $Q = 0,63$ мг/см²) і плавно зменшується після хонінгування абразивними (від $Q = 0,42$ мг/см² до $Q = 0,36$ мг/см²) та силікатними (від $Q = 0,25$ мг/см² до $Q = 0,21$ мг/см²) брусками.

4. Встановлено, що знімання металу після обробки силікатними брусками у 2 рази менше ніж після хонінгування алмазними брусками.

5. Запропоновано призначати припуск на чистове хонінгування силікатними брусками для гільз циліндрів із чавуну легованого (НВ 240) у межах 0,01–0,02 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Вплив технологічних факторів хонінгування на параметри шорсткості і точності поверхонь композитних підшипників ковзання поліграфічних машин / Гавриш А. П. та ін. *Прогресивні технології і системи машинобудування*. 2013. Вип. 1, 2 (46). С. 56–64.

[2] Підгасцький М. М., Щербина К. К. Кінематика процесу різання при хонінгуванні отворів пружно-гвинтовим хоном. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/dd590efe-90ff-4959-838b-13d21b938bfb/content>

[3] Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Кузьменко О. І. Оптимізація технологічного процесу хонінгування блоків циліндрів автотракторних двигунів алмазними брусками. URL: [Visnyk KhNTUSH_199_2019_28.pdf](http://visnyk.khntush.com.ua/visnyk/visnyk_khntush_199_2019_28.pdf) (btu.kharkov.ua)

[4] Експериментальне дослідження впливу зернистості абразиву силікатної пасти на якість поверхонь тертя / Макаров В. А. та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2022. № 1(15). С. 100–105.

[5] Домуші Д. П. Ремонт тракторів і автомобілів: посібник. Ч. 1. URL: http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3447/1/Домуші_Д_П_ПОСІБНИК_Ремонт_тракторів_і_автомобілів_Ч1.pdf

Виноградов Микола Семенович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту, e-mail: m.s.vynohradov@donnaba.edu.ua

Мастепан Микола Антонович – канд. техн. наук, доцент, в. о. завідувача кафедри автомобільного транспорту, e-mail: m.a.mastepan@donnaba.edu.ua

Савенок Дмитро Валерійович – канд. техн. наук, в. о. декана механічного факультету, e-mail: d.v.savenok@donnaba.edu.ua

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Івано-Франківськ

Макарова Тамара Володимирівна – канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

M. Vynogradov¹
T. Makarova²
M. Mastepan¹
D. Savenok¹

Study of the influence of honing process parameters with silicate bars on the quality of the treated surface

¹Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

²Vinnitsia National Technical University

Numerous studies have shown that the kinematics of the honing process, which determines the trajectory of the cutting grain during machining, has a major impact on the parameters of macro- and microrelief. The complex working movement during honing of holes creates favourable conditions for the fuller use of the cutting capacity of the bars and uniform wear of the tool, which positively affects the machining performance and accuracy of the geometric shape of the surface. It is shown that, in this regard, there is a need to investigate the influence of the parameters of the honing process with silicate bars on the quality of the machined surface.

The paper presents the results of a study of the effect of the contact pressure of the bars and the axial and circumferential speeds on the quality of the treated surface. The study was performed on a vertical single-spindle honing machine. The samples used were cylinder liners of car engines made of grey alloy cast iron. The evaluation was based on the roughness of the machined surface and the mass removal of metal during machining. The best performance was achieved by those bars that resulted in the lowest roughness of the samples.

It was found that with an increase in the circumferential speed, the surface quality improves, and with an increase in the axial speed, it deteriorates after processing with diamond, abrasive and silicate stones. With an increase in the contact pressure of the bars, the surface quality deteriorates after machining with diamond bars and improves after machining with abrasive and silicate bars.

It has been proven that the high surface quality after treatment with silicate blocks is due to the formation of amorphous silica during honing, which, under the influence of abrasive grains, falls into the cavities of the treated surface and adheres to the surface, thus saturating the treated surface with silicon oxide.

It has been established that with an increase in the axial speed of the bars, metal removal increases, and with an increase in the circumferential speed, it decreases after machining with diamond, abrasive and silicate bars. With an increase in the contact pressure of the stones, metal removal increases after machining with diamond stones and gradually decreases after honing with abrasive and silicate stones.

It was found that the metal removal after machining with silicate stones is 2 times less than after honing with diamond stones.

It is proposed to set the allowance for finishing honing with silicate stones for cylinder liners made of alloy cast iron (HB 240) within 0.01-0.02 mm.

Keywords: silicate bar, honing, research result, cylinder liner, diamond bar, amorphous silica, surface quality.

Vynogradov Mykola – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Transport, e-mail: m.s.vynogradov@donnaba.edu.ua

Makarova Tamara – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Mastepan Mykola – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Acting head of the Department of Road Transport, e-mail: m.a.mastepan@donnaba.edu.ua

Savenok Dmytro – Ph. D. (Eng.), Acting head Dean of the Mechanical Faculty, e-mail: d.v.savenok@donnaba.edu.ua