

УДК 621.7

Ковалевський С. В., Маслова А. І.

НАНОВІБРАЦІЙНЕ ВИГЛАДЖУВАННЯ ПІД ДІЄЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ І ПОЛІПШЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Експлуатаційна надійність машин визначається в основному якісним станом робочих поверхонь деталей, що формуються на фінішних операціях технологічних процесів (напружено-деформований стан поверхневого шару, технологічні залишкові напруги, динаміка навантаження, фізико-механічні властивості матеріалу, макро- і мікрогеометрія, геометрична точність).

У зв'язку з підвищенням вимог до якості деталей все більш широкі перспективи застосування на завершальній стадії технологічного процесу виготовлення набуває операція алмазного вигладжування.

Однак необхідність створення значних контактних зусиль для досягнення деформційного зміцнення обмежує застосування алмазного вигладжування для виготовлення нежорстких і прецизійних деталей.

У 2002р. був опублікований патент, що належить «ТФК Тверское представительство» і має назву «Спосіб зміцнення робочих поверхонь дискового ножа», який відрізняється тим, що алмазне вигладжування здійснюють за кільцеподібним доріжками, розташованими на торцевих поверхнях ножа і прилеглим до поверхні зовнішнього діаметра ножа; алмазне вигладжування здійснюють алмазним наконечником з сферичним кінцем, радіус сфери якого 1,5 мм, з силою вигладжування 250 Н при поздовжній подачі 0,04 мм/об; алмазне вигладжування ведуть до досягнення твердості оброблюваної поверхні більш 60 HRC на глибину 0,6-0,8 мм [1].

Степчева З. В. (2007), кандидат технічних наук, працівник кафедри «Технологія машинобудування» УлДТУ довела, що досягти ефективного зміцнення при зменшенні силової дії дозволяє використання при алмазному вигладжуванні енергії ультразвукових коливань (УЗК), що здійснюють істотний вплив на характер контактної взаємодії інструмента і заготовки [2].

Горгоц В. Г., кандидат технічних наук, працівник Курганського державного університету, у 2008 р. запропонував швидкозмінний інструмент для високопродуктивного оздоблювального вигладжування ущільнюючих поверхонь, що забезпечує динамічну стабільність високопродуктивного вигладжування і, відповідно, забезпечення необхідної якості відповідальних поверхонь деталей [3].

Досягти ефективного зміцнення при зменшенні силової дії дозволяє використання при алмазному вигладжуванні енергії магнітного поля, яке буде надавати інструменту додаткового коливального руху. Це покращує якість продукції, роблячи її більш конкурентоспроможною на світовому ринку, що є актуальністю роботи.

Метою статті є розгляд питання зміцнення робочих поверхонь деталей машин внаслідок комбінованого вигладжування з колюванням під дією магнітного поля, яке зможе забезпечити необхідне підвищення якості та твердості робочих поверхонь деталей машин.

Вигладжування є одним з методів зміцнюючої обробки поверхні пластичним деформуванням і полягає в пластичному деформуванні оброблюваної поверхні ковзаючим по ній інструментом – вигладжувачем, закріпленим в оправці алмазним кристалом, який має такі властивості: високу твердість, низький коефіцієнт тертя, високий ступінь чистоти, високу теплопровідність.

Вигладжування виконується: для зменшення шорсткості поверхні (оздоблення), зміцнення поверхневого шару, підвищення точності розмірів і форм деталей (калібрування) [4, 5].

Розглянемо механізм вигладжування з комбінуванням двох рухів - поздовжньої подачі та крутильних коливань інструмента навколо своєї осі під дією магнітного поля (далі - комбіноване вигладжування). Коли на інструмент не діє магнітне поле, домени метала знаходяться у хаотичному стані (рис.1).

При контакті інструмента з котушкою змінного струму на індентор починає діяти магнітне поле, під дією якого домени метала орієнтуються у поздовжньому напрямі, тим самим збільшуючи довжину інструмента на величину $\Delta = 10 \dots 30$ нм.

При розмиканні контакту індентора з котушкою магнітне поле зникає, домени повертаються у вихідний стан і індентор скорочується. Таким чином, подаючи на котушку змінний струм частотою 50–500 Гц, ми надаємо індентору крутильного коливального руху навколо своєї осі та поперечних коливань. Такий комбінований рух індентора можна охарактеризувати як нановібрації.

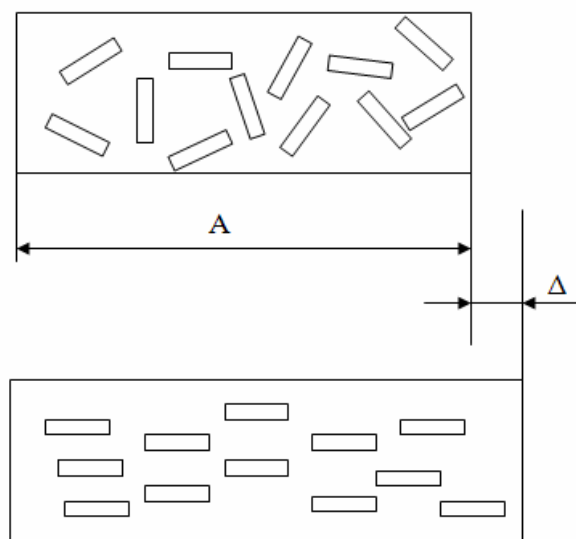


Рис. 1. Домени індентора під дією магнітного поля

Експериментальні дослідження ґрунтувалися на припущенні про підвищення якості та твердості деталі після обробки нановібраційним вигладжуванням.

Для проведення експерименту були використані зразки діаметром 45 мм і довжиною 300 мм з матеріалу сталь 40Х і сталь 45.

Експеримент проводився на токарно-гвинторізному верстаті, оснащеному інструментом для вигладжування, котушкою та генератором змінного струму. При дослідженні впливу комбінованого вигладжування на твердість і шорсткість поверхні деталі, швидкість обертання деталі змінювали від 5 до 15 м/хв, подачу брали 0,1 мм/об, 0,2 мм/об, 0,3 мм/об. Для заготовки зі сталі 45 частоту коливань брали 200 Гц, 300 Гц, 500 Гц, силу вигладжування – 2 Н, 4 Н, 6 Н. Для заготовки 40Х частоту коливань брали 50 Гц, 100 Гц, 150 Гц, силу вигладжування – 8 Н, 10 Н, 20 Н.

Середні значення експериментальних даних були використані в якості вихідних для побудови математичної моделі. За результатами експерименту за допомогою програмного забезпечення NeuroPro 0.25 була побудована математична модель на основі нейромережевого моделювання, де вхідними симптомами являлись швидкість обертання заготовки (V), подача (S), частота коливань (f), сила вигладжування (P), а кінцевими синдромами – шорсткість (Ra) и твердість зразка (HB).

Аналізуючи графічні залежності, можна зробити висновки, що застосування методу комбінованого вигладжування під дією магнітного поля дійсно призводить до підвищення твердості і зменшення шорсткості поверхні сталі.

Із графіків залежностей твердості поверхні від подачі (рис. 2, 3) видно, що із збільшенням подачі твердість сталі зменшується. У той же час із графіків залежностей шорсткості поверхні від подачі (рис. 4, 5) бачимо, що із збільшенням подачі збільшується шорсткість. Тому для досягнення високих показників якості поверхонь деталей необхідно брати меншу подачу.

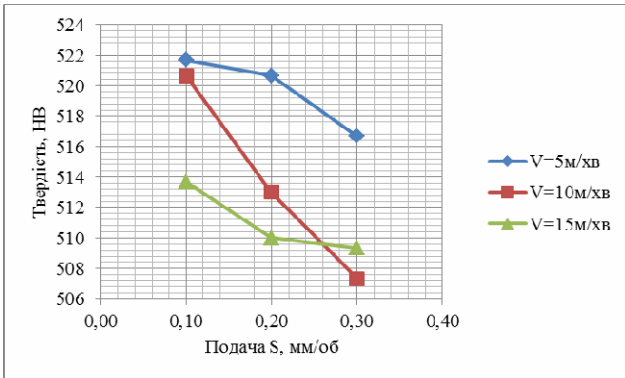


Рис. 2. Графіки залежностей твердості поверхні від подачі для сталі 45

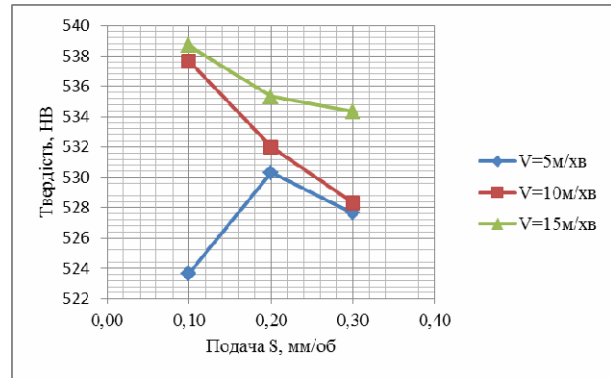


Рис. 3. Графіки залежностей твердості поверхні від подачі для сталі 40X

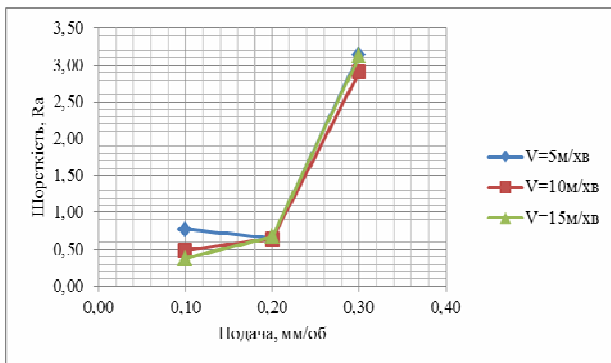


Рис. 4. Графіки залежностей шорсткості поверхні від подачі для сталі 45

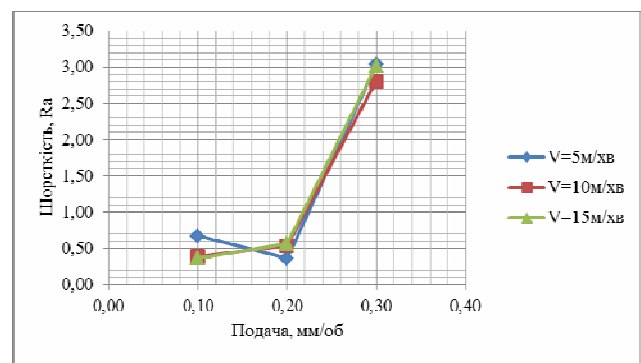


Рис. 5. графіки залежностей шорсткості поверхні від подачі для сталі 40X

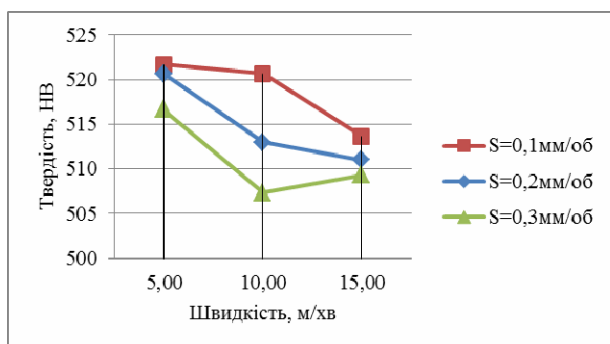


Рис. 6. Графіки залежностей твердості поверхні від швидкості для сталі 45

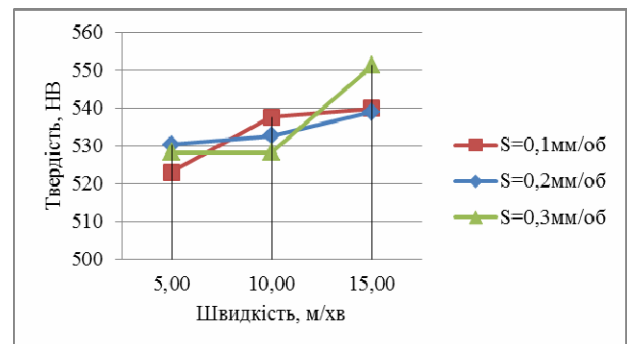


Рис. 7. Графіки залежностей твердості поверхні від швидкості для сталі 40X

Із графіків залежностей твердості поверхні від швидкості для сталі 45 (рис. 6) видно, що із збільшенням швидкості обертання заготовки твердість поверхні зменшувалась, а із графіків залежностей твердості поверхні від швидкості для сталі 40X (рис. 7) бачимо, що із збільшенням швидкості обертання заготовки твердість поверхні збільшується.

Вплив частоти коливань та сили вигладжування на показники твердості та якості неоднорідний. У кожному випадку спостерігається точка перегину. Для сталі 45 – це $f = 300$ Гц, $P = 4$ Н, для сталі 40Х – $f = 100$ Гц, $P = 10$ Н.

Порівнюючи отримані значення твердості і шорсткості поверхні з вихідними ($R_a = 3,2$ мкм, твердість сталі 45–480 НВ, твердість сталі 40Х – 490 НВ), спостерігається ефект при режимах $f = 100$ Гц, $P = 20$ Н для легованої сталі і $f = 300$ Гц, $P = 6$ Н для вуглецевої сталі. При цьому швидкість береться максимальна, а подача мінімальна.

У цілому, використання методу комбінованого вигладжування дало позитивні результати. Застосування коливань призводить до зменшення витрат по зусиллю вигладжування, що в свою чергу веде до збільшення зносостійкості інструменту та зменшенню трудомісткості виготовлення деталі.

Застосування комбінованого вигладжування призводить до збільшення твердості поверхонь деталей на 5 відсотків та зменшення шорсткості поверхні на 25 відсотків у порівнянні із звичайним вигладжуванням.

ВИСНОВКИ

Розглянуті питання зміцнення робочих поверхонь деталей машин внаслідок комбінованого вигладжування з прокрученням під дією магнітного поля, яке зможе забезпечити необхідне підвищення якості та твердості робочих поверхонь деталей машин.

При аналізі літературних джерел з даного питання виявлено чималу увагу до питання про підвищення зносостійкості робочих поверхонь деталей машин. Питання, що стосуються нових методів зміцнення деталей машин, розглянуті лише в наукових статтях, авторефератах кандидатських і докторських дисертацій. Недостатньо повно розглянуто питання комбінованого вигладжування з прокрученням і під дією магнітного поля. Дане питання є актуальним і вимагає подальшої розробки.

У результаті експерименту було встановлено, що застосування коливань призводить до зменшення витрат по зусиллю вигладжування, що в свою чергу веде до збільшення зносостійкості інструменту та зменшенню трудомісткості виготовлення деталі.

Застосування комбінованого вигладжування призводить до збільшення твердості поверхонь деталей на 5 % та зменшення шорсткості поверхні на 25 відсотків у порівнянні із звичайним вигладжуванням.

За рахунок впровадження нового методу зміцнення деталей машин після механічної обробки досягнуто: зменшення енерговитрат в порівнянні з термічною обробкою деталей, зменшення транспортних витрат при виготовленні деталей у порівнянні з термічним методом, значне скорочення часу технологічного циклу обробки деталі у порівнянні з операцією термічної обробки, зниження собівартості, підвищення продуктивності праці та поліпшення умов праці за рахунок зменшення обсягу гарячих робіт на підприємстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 2183681 Российская Федерация, МПК С21D9/24. Способ упрочнения рабочих поверхностей дискового ножа / Серов Ф. Ю., Баранов В. Е., Попов В. А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ТФК Тверское представительство». – № 2000127555/02; заяв. 03.11.2000; опубл. 20.06.2002.
2. Степчева З. В. Повышение эффективности алмазного выглаживания на основе рационального использования энергии модулированного ультразвукового поля : автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук / З. В. Степчева. – Ульяновск, 2007. – 28 с.
3. Горгоц В. Г. Динамическая стабилизация высокопроизводительного отделочного выглаживания для многоцелевой обработки шпинделей и штоков трубопроводной арматуры : автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук / В. Г. Горгоц. – Курган, 2008. – 30 с.
4. Технология конструкционных материалов : уч. для маш. спец. ВУЗов / А. М. Дольский, И. А. Арутюнова, Т. М. Барсукова и др.; под ред. А. М. Дольского. – М. : Машиностроение, 2005. – 448 с.
5. Повышение несущей способности деталей машин алмазным выглаживанием / В. К. Яценко и др. – М. : Машиностроение, 1985. – 325 с.