

УДК 621.9.06

Стародубцев І. М., Ковалевський С. В.

СПОСІБ ВІБРАЦІЙНОГО РІЗАННЯ З НАНОМЕТРИЧНОЮ АМПЛІТУДОЮ КОЛИВАНЬ ТА ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Розглянуті напрямки розвитку вібраційної обробки в науці та підприємстві, а також використання поверхнево активних речовин показали, що поняття «вібраційна технологія» з'явилося порівняно недавно, десь в 60-ті роки, як наслідок розвитку процесів, що використовують вібраційний вплив. Виникло це поняття в середовищі фахівців, що працюють в області технологічного використання низькочастотного спектра коливань [1, 2]. Воно відбиває процеси, засновані на використанні коливань, що впливають на об'єкт обробки як безпосередньо, так і (частіше) на обробні середовища й інструменти різних характеристик.

Більше 200 років тому Т. Юнг висловив думку про привабливість природних явищ – коливань і звуку: «...багато явищ, що ставляться до теорії звуку й коливань, настільки примітні й зайняті, що праця їхнього дослідника, буде сторницею винагороджено тим задоволенням, що він при цьому одержить». Наступний період дійсно характерний інтенсивним розвитком досліджень в області теорії коливань і звуку, практичним використанням коливань у технологічних процесах (вібраційні технології) і пристроях, що реалізують їх (вібраційна техніка). Про масштаби прояву коливань І. А. Артоболевський пізніше скаже: «...вібрації всюдисущі». На думку К. Ф. Фролова, вібраційна технологія зараз розглядається як технологія майбутнього [3].

Розглянуті схеми вібраційного різання дали змогу визначити основні недоліки та переваги цього методу обробки. З раніше досліджених методів вібраційного різання дає змогу говорити о спробі обробки різанням з вібраціями із високою частотою у нанометричному діапазоні.

З раніше описаних досягнень учених і інженерів у дослідженнях методів віброрізання й застосуванні поверхнево-активних речовин в сфері машинобудування можна зробити висновок, що вони працювали в основному напрямку – підвищення якості поверхневого шару деталей машин, покращення умов процесу обробки деталей різанням, але не було розглянуто вібрації з нанометричною амплітудою коливань. Вібраційне різання й застосування ПАР залишаються прогресивними напрямками в машинобудуванні, можливості яких і область застосування ще не повністю виявлені [4–6].

Метою роботи є розробка методу вібраційної обробки з амплітудою у нанометричному діапазоні із застосуванням поверхнево-активних речовин (ПАР), що зможе забезпечити високу точність розмірів, необхідне підвищення мікротвердості робочих поверхонь деталей машин та зниження енергозатрат.

Застосування покриттів із поверхнево-активних речовин ПАР у сполученні із нановібраціями при механообробі є досить перспективним напрямком, що відкриває широкі можливості керування фізико-механічними властивостями контактуючих поверхонь, підвищення ефективності формоутворення різанням при забезпеченні високої точності та зменшенню затрат.

Сформована проблема впливає на якість машинобудівної продукції й тому вимагає технологічного керування. Необхідність знаходження рішення є також актуальною тому, що використані сьогодні методи обробки різанням є ресурсномісткими, насамперед, енергоємними й трудомісткими. У зв'язку з тим, що в умовах ринкової економіки однією з умов збереження конкурентоспроможності продукції є використання ресурсосберегаючих технологічних процесів, одним з перспективних напрямків є застосування вібрацій з нанометричними

коливаннями у високочастотному режимі у сполученні із застосуванням покриттів з поверхнево-активних речовин для підвищення мікротвердості поверхонь деталей машин, збереження енергоресурсів, покращення якості та точності деталей машин.

Представлена схема експериментальної установки (рис. 1), що складається з зразка, який оброблюється 2, різця 4, котушки 5, головки УДМ-600 8, підсилювач ТА-5 10, блок мікроамперметрів 9, пульт керування генератором 7, генератор імпульсних токів 6. Зразок 2 встановлюється та закріплюється у патроні 1, та притискується заднім обертальним центром 3 для придання жорсткості системі. Різець 4 встановлюється у головку УДМ-600 8.

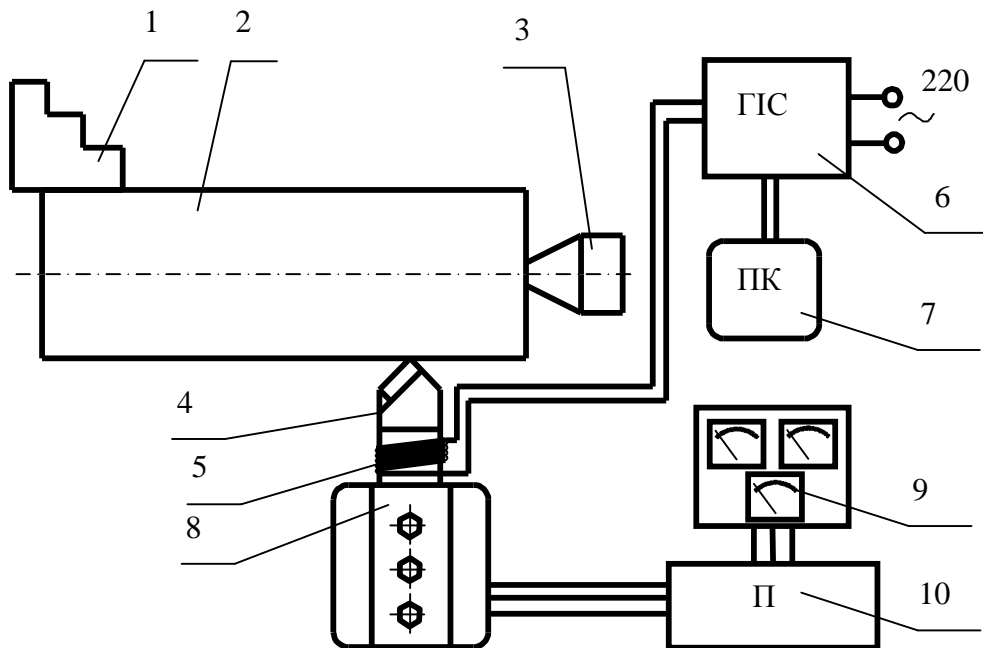


Рис. 1. Структурна схема експериментальної установки

Принцип дії даної експериментальної установки: імпульсний струм з визначеними параметрами, які можливо встановлювати за допомогою пульта керування 7, подається з генератора імпульсних струмів 6, а з нього на котушку індуктивності 5, яка в свою чергу закріплена на різці 4. Імпульсні токи збуджують електромагнітне поле котушки, дольмени матеріалу розвертаються вздовж державки різця і різець на підставі ефекту магнітострикції починає подовжуватись та скорочуватись на певну величину (10–50 нанометрів). Цей механізм і створює коливання під час різання. Сам різець 4 з котушкою 5, який встановлено у вимірюючу головку УДМ-600 8. У процесі різання виникають сили різання, які і фіксує цей пристрій. З динамометра 8 сигнал поступає на підсилювач 10, а з нього на блок мікроамперметрів 9.

Розроблена модель вихідних показників якості та енергоємності форматворної поверхні, яка являє собою групу взаємопов'язаних ланок.

На підставі цієї моделі, сформованої за допомогою нейромережного моделювання були отримані та побудовані графіки залежностей величин, які впливають на якість та точність оброблюваної поверхні.

Аналізуючи графічні залежності, можна зробити висновки, що застосування методу вібраційного різання з нанометричною амплітудою дійсно призводить до підвищення мікротвердості деталей, зменшенню сил різання та покращенню якості поверхні, а сполучення його з методом застосування поверхнево-активних речовин дає ще більший результат.

З графічних залежностей видно, що найбільший вплив на зразки отриманий при всіх режимах різання при частоті струму 4–5 кГц (рис. 2).

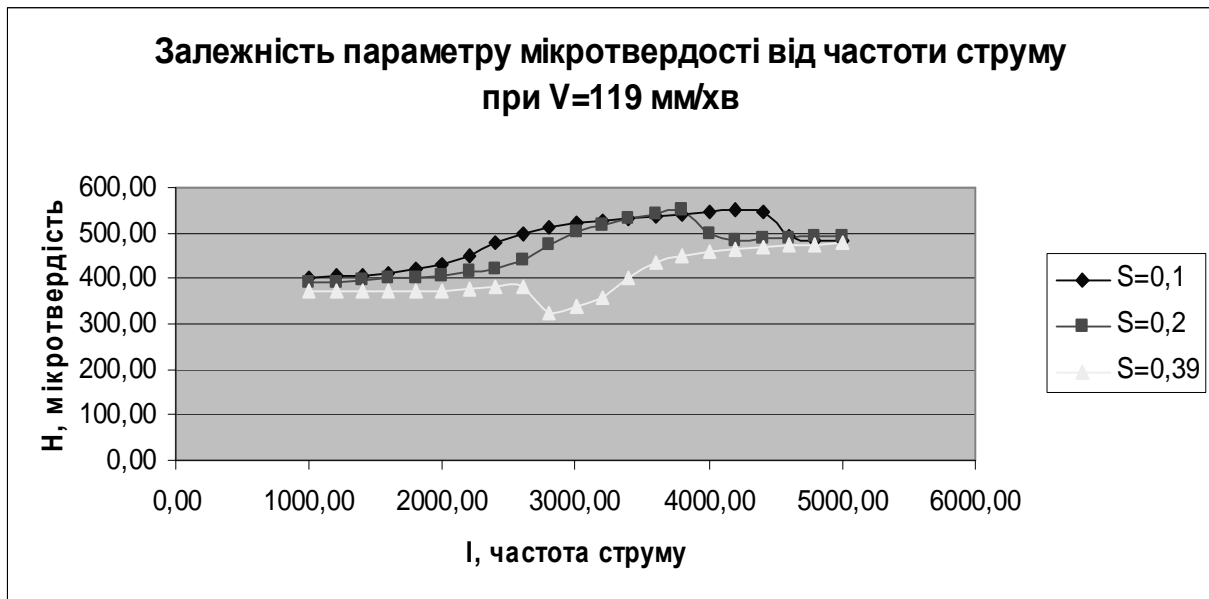


Рис. 2. Графік залежності отриманої мікротвердості матеріалу від частоти струму із використанням ПАР при швидкості 199 мм/хв

Найбільший вплив на мікротвердість оказує частота струму та подача, при частоті 4–5 кГц та при мінімальній подачі отримано максимальні значення мікротвердості.

З побудованих залежностей (рис. 3) видно, що найбільший вплив на шорсткість поверхні оказує подача, швидкість різання та частота струму, при частоті струму 3,5–4,5 кГц, максимальній швидкості різання та при мінімальних подачах (0,1–0,2 мм/об) отримані найкращі показники шорсткості, але значний вплив оказує застосування ПАР.

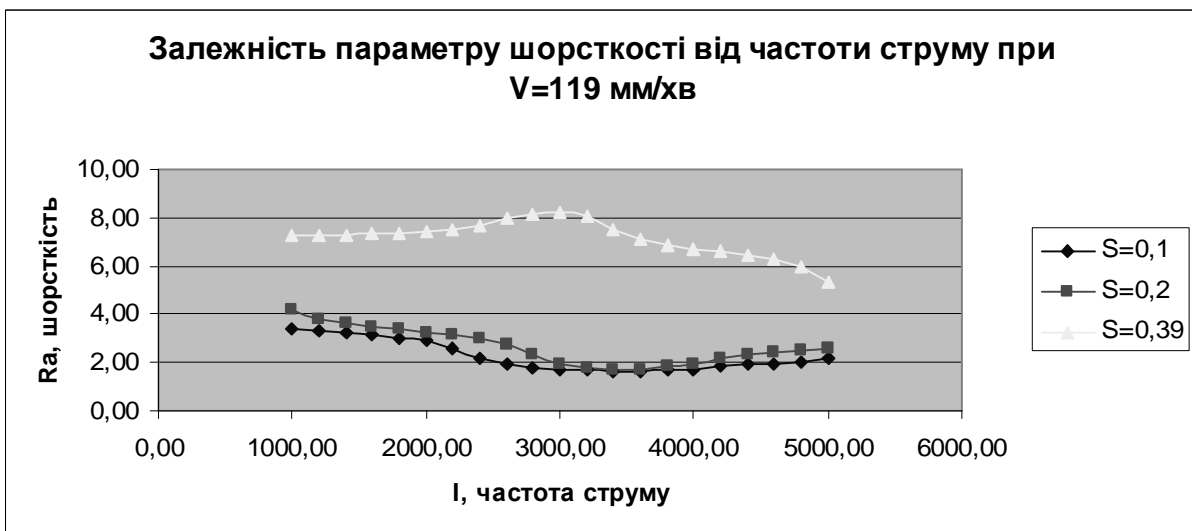


Рис. 3. Графік залежності отриманої шорсткості від частоти струму із використанням ПАР при швидкості 119 мм/хв

Із графічних залежностей (рис. 4) видно, що найбільший вплив на зменшення сили різання оказує подача при максимальній частоті струму, то б то при максимальних коливаннях ріжучої кромки. З використанням ПАР ефект підвищується. Властивість поліпшувати

оброблюваність матеріалу по параметру опору різання пояснюється влученням ПАР на поверхню мікротріщин. ПАР натискає на їхні стінки й розклеює їх, зменшуючи роботу пластичної деформації, ефект Ребіндера (ефект відкривування).

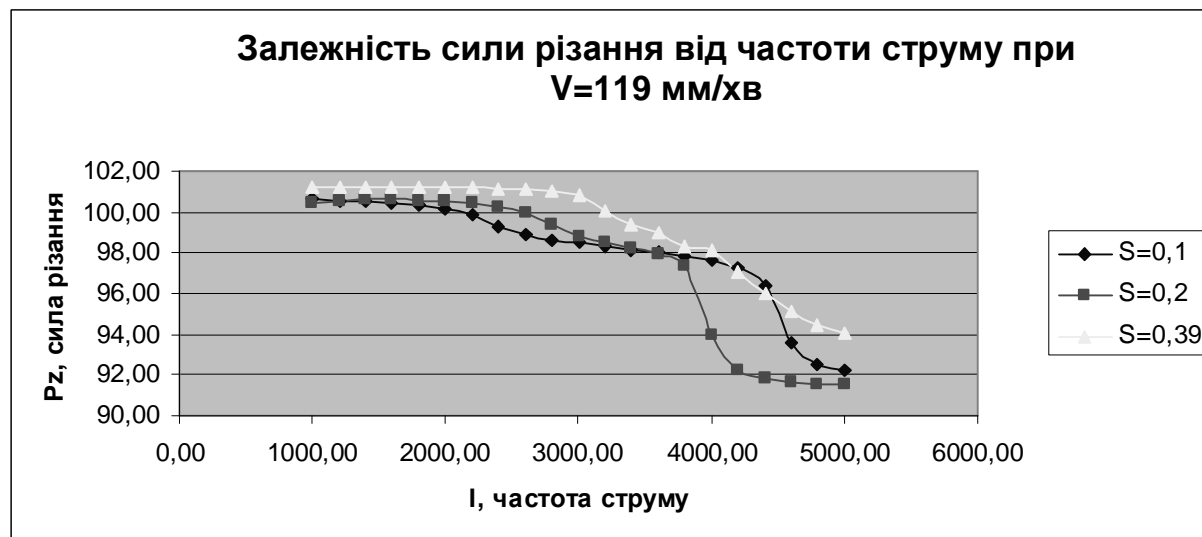


Рис. 4. Графік залежності отриманої сили різання від частоти струму із використанням ПАР при швидкості 119 мм/хв

ВИСНОВКИ

Експеримент дав добрі показники зниження шорсткості (на 35 %), підвищення мікротвердості (у 1,5 рази), яка оказує значний вплив на показники зносостійкості. Сили при різанні теж знизились (на 20 %), а це дає можливість говорити о збереженні енергетичних затрат при обробці, так як, в цілому, зменшується потужність різання. Була проведена обробка з використання ПАР та без використання ПАР. Аналіз показує, що використання ПАР при окремих режимах дає дуже добрі показники по всім досліджуваним параметрам.

Якщо порівнювати з процесом механообробки без вібрацій та використання ПАР, цей метод дає дуже добрі показники, а ще такий немаловажний фактор, як подрібнення стружки при різанні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кумабэ Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ; пер. с яп. С. Л. Масленникова; ред. И. И. Портнова, В. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 423 с. : ил.
2. Подураев В. Н. Обработка резанием с вибрациями / В. Н. Подураев. – М. : Машиностроение, 1970. – 350 с. : ил.
3. Физико-технологические основы методов обработки : уч. пособие / Бабичев А. П. и др. – ДГТУ : Изд. центр Ростов-на-Дону, 2003. – 315 с.
4. Лихтман В. И. Влияние поверхностно-активной среды на процессы деформации металлов / В. И. Лихтман, П. А. Ребиндер, Г. В. Карпенко. – М., Изд-во АН СССР, 1954. – 208 с.
5. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества : справочник / Под ред. А. А. Абрамзона. – Л. : Химия, 1979. – 566 с.
6. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге; под науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб. : Профессия, 2004. – 240 с.