

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЗМІЦНЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

Ковалевський С. В., Панфілова С. С., Стародубцев І. М.

Исследованы технологические процессы упрочнения и улучшения качества поверхностей деталей машин сложной формы с помощью виброударной обработки. В процессе анализа полученных результатов было исследовано влияние обработки на твердость и микрогеометрию поверхности деталей, а также выявлено, что наиболее весомыми параметрами являются частота и время проведения обработки. Определены режимы обработки, при которых данный вид обработки является наиболее эффективным. Предложен метод виброударной обработки с использованием поверхностно-активных веществ, который способствует улучшению качества поверхностей и увеличению степени упрочнения поверхностей деталей машин.

Досліджено технологічні процеси зміцнення та покращення якості поверхонь деталей машин складної форми за допомогою віброударної обробки. У процесі аналізу отриманих результатів було досліджено вплив обробки на твердість та мікрогеометрію поверхні деталей, а також виявлено, що найбільш вагомими параметрами є частота та час проведення обробки. Визначено режими обробки, за яких даний вид обробки є найбільш ефективним. Запропоновано метод віброударної обробки з використанням поверхнево-активних речовин, який сприяє збільшенню ступеня зміцнення поверхонь деталей машин і покращенню якості поверхонь.

In the article technological processes of hardening and improvement of surfaces' quality of machine details which have a difficult form by means of vibroshock processing are investigated. In the course of the analysis of the received results influence of processing on hardness and microgeometry of details' surfaces was investigated, and also revealed that the most powerful parameters are the frequency and time of carrying out processing. Processing modes at which this type of processing is the most effective are defined. The vibroshock processings method with use of surface-active substances which promotes increase in extent of hardening of surfaces of machine details and improvement of surfaces' quality is offered.

Ковалевский С. В.

д-р техн. наук, проф., зав. каф. ТМ ДГМА  
tiur@dgma.donetsk.ua

Панфилова С. С.

студент ДГМА  
panfilova.ss@gmail.com

Стародубцев И. Н.

аспирант ДГМА

УДК 621.7

**Ковалевський С. В., Панфілова С. С., Стародубцев І. М.**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЗМІЦНЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ**

Довговічність і надійність машин в значній мірі залежать від точності їх виготовлення, якості, стану фізико-механічних властивостей поверхневих шарів деталей. Розвиток машинобудування неможливий на сучасному етапі без постійного поліпшення якості деталей виробів, підвищення продуктивності праці, вирішення організаційно-економічних завдань та ефективності виробництва при мінімізації витрат. У забезпеченні зазначених завдань головна роль відводиться розробці та вдосконаленню методів оздоблювальної обробки, розширенню технологічних можливостей, впровадженню на їх основі нових технологічних процесів. Серед методів оздоблювальної обробки особливе місце займає вібраційна обробка.

У статті Волкова І. В. [1] наведені результати по обробці сталі 45. В результаті обробки циліндричних зразків мікротвердість збільшилася на 15–28% у порівнянні з вихідною; створився зміцнений рівномірний поверхневий шар зі ступенем наклепа 8–15 % на глибину 30–50 мкм. У Ворошиловградському машинобудівному інституті були проведені дослідження зміцнення зубів в процесі вібраційної об'ємної обробки зубчастих коліс, яка проводилася в 2 етапи: в середовищі шарошліфувальних кіл, потім в робочому середовищі, що складається із сталевих загартованих полірованих куль [2]. Для інтенсифікації процесу застосовувалися хімічно активні розчини, що містять органічні кислоти та солі. В результаті значно збільшується мікротвердість поверхонь.

Віброударна обробка – метод, здійснюваний зіткненням часток оброблювального середовища з поверхнею оброблюваних деталей [3]. Віброударна обробка здійснюється в результаті безлічі мікроударів і відносного ковзання з певним тиском робочих тіл по поверхні оброблюваної деталі. Робочі тіла рухаються зі змінним прискоренням, що забезпечує їх велику рухливість. Внаслідок високої відносної рухливості робочі тіла добре вписуються у фасонну поверхню деталей, за рахунок чого цим методом можна зміцнювати як зовнішні, так і внутрішні поверхні складних деталей різних розмірів [4]. Одночасно з поверхневою пластичною деформацією (зміцненням) при віброударній обробці часто досягають значного зниження шорсткості поверхні, скруглення гострих кромки, отримання визначеної мікрогеометрії і т. д.

На відміну від інших методів ППД при віброударній обробці практично виключений перенаклеп оброблюваної поверхні, пов'язаний з кратністю додатка навантаження [5, 6].

У якості гіпотези, яка дозволяє розробити комплексну технологію поверхневого зміцнення з одночасним покращенням якості поверхні, у даній роботі висунута ідея про те, що застосування ПАР при віброобробці сприяє збільшенню ступеня зміцнення поверхонь деталей машин і покращенню якості поверхонь.

Зазначені питання, на наш погляд, недостатньо досліджені.

Метою роботи є розробка методу вібраційного зміцнення із застосуванням поверхнево-активних речовин, який може забезпечити необхідне підвищення якості та твердості поверхонь деталей машин. Для досягнення поставленої мети та доведення нашої теорії необхідно визначити основні завдання, які потрібно вирішити:

1. Виконати теоретичний аналіз досліджень, проведених в області вивчення методів поверхневого зміцнення і, зокрема, віброобробки.

2. Розробити методіку експериментальних досліджень і провести експериментальні дослідження для виявлення впливу методу вібраційної обробки на твердість деталей машин.

3. На базі експериментальних досліджень розробити математичні моделі визначення величини зміни твердості і мікрогеометрії деталей машин при вібраційній обробці.

4. Дослідити умови зміни поверхневої твердості деталей машин в залежності від виникаючих частот при наданні деталі коливальних.

5. Дослідити вплив вібраційної обробки на мікрогеометрію деталей.

6. Сформулювати практичні рекомендації щодо застосування вібраційної обробки в машинобудівних процесах.

Для досягнення поставлених задач був поставлений дослід. Характерною відмінністю даного дослідження є те, що коливання надаються не контейнеру з робочим середовищем, а безпосередньо зразку, що оброблюється. Експериментальна установка для проведення обробки зразків наведена на рис. 1.

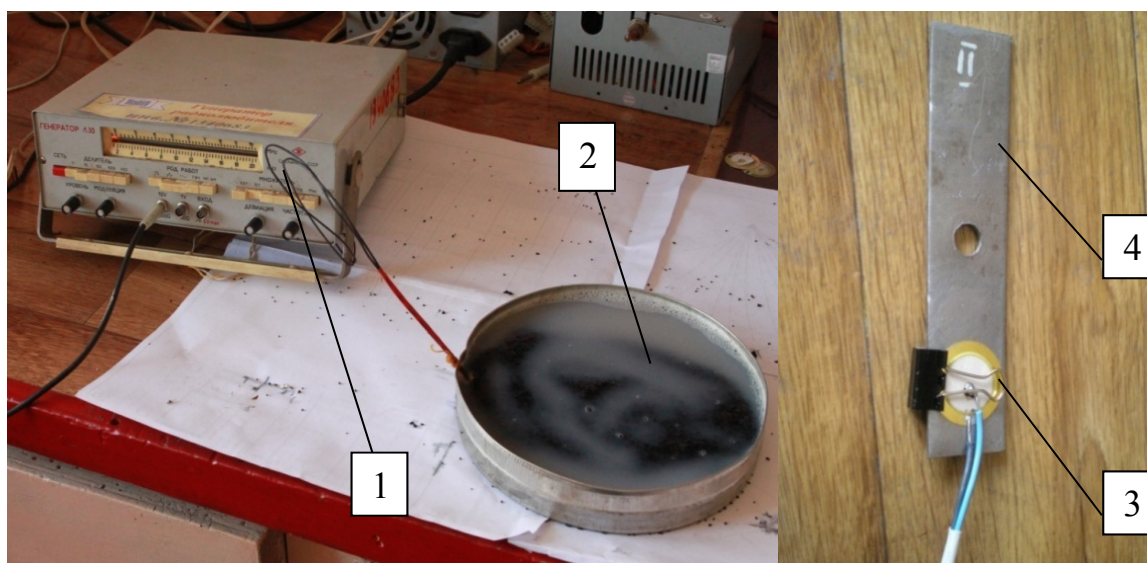


Рис. 1. Експериментальна установка для проведення вібраційної обробки:

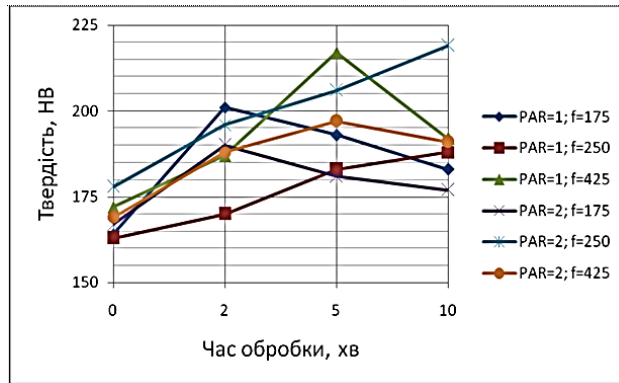
1 – генератор ЛЗ0; 2 – резервуар з робочим середовищем для вібраційної обробки; 3 – п'єзоелектричний датчик; 4 – зразок (сталь 40 ГОСТ 1050-88)

Для проведення досліджень були використані зразки – пластини  $150 \times 30 \times 2$  мм, виготовлені з матеріалу сталь 40 ГОСТ 1050-88 та зразки складного профілю. У якості робочого інструменту використовувався чавунний дріб. Для зняття показників твердості використовується електронний твердомір малогабаритний ЕТМ-01, для зняття профілограм та показників шорсткості – профілограф-профілометр TR200 та комп'ютер.

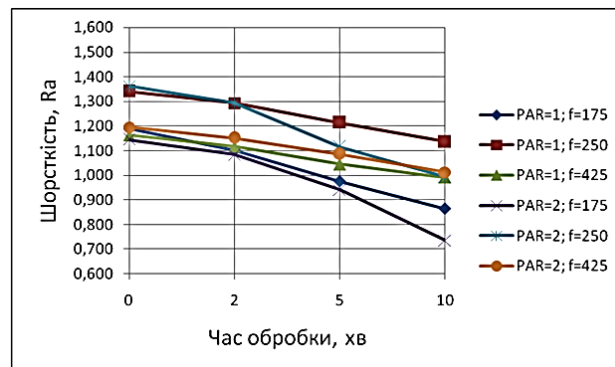
На кінцеві результати експерименту впливало багато змінних факторів, серед яких були: частота, час обробки, робоче середовище, об'єм робочого середовища.

Обробка експериментальних даних і встановлення ступеня впливу параметрів обробки, що змінювались в ході експерименту, на твердість та якість поверхні, обробленої методом вібраційної обробки, виконувалися за допомогою методу нейромережевого моделювання на основі програмного середовища NeuroPro 0.25, де вхідними симптомами виступали частота ( $f$ ), час обробки ( $t$ ), наявність ПАР у робочому середовищі (PAR), а кінцевим синдромом – твердість поверхні деталі (НВ) та її шорсткість (Ra).

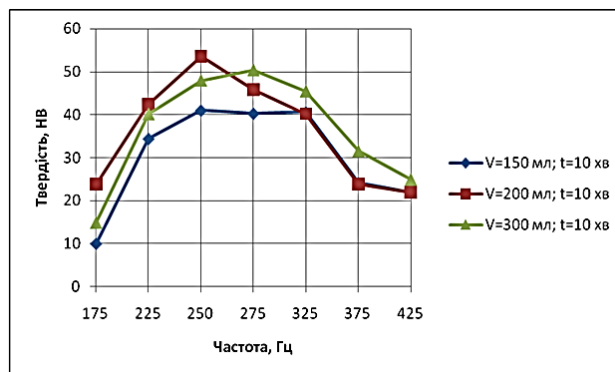
В результаті нейромережної апроксимації експериментальних даних отримано дві математичні моделі для показників твердості та шорсткості поверхонь експериментальних зразків (рис. 2, а–г).



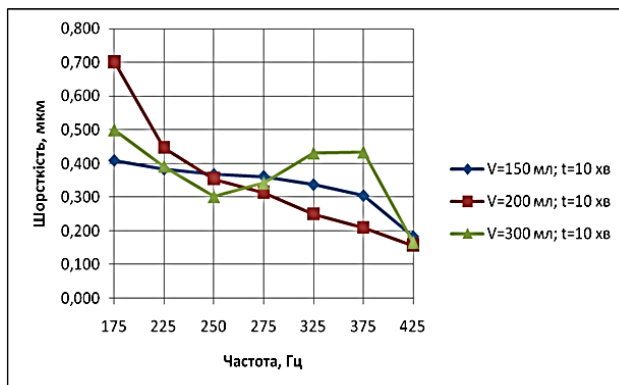
а



б



в



г

Рис. 2. Результати експериментальних досліджень: вплив тривалості обробки на твердість (а) та шорсткість (б), вплив частоти коливань на твердість (в) та шорсткість (г) оброблюваної поверхні

У рис. 2, а–г використані наступні позначення:

PAR = 1 – обробка без ПАР;

PAR = 2 – обробка з використанням ПАР;

$V$  – об'єм робочого середовища;

$f$  – частота;

$t$  – тривалість обробки;

На основі експериментальних досліджень пропонується впровадження представленого методу вібраційної обробки у технологічний процес обробки деталі-представника «Шестерня». Підставою для цього є те, що, замінюючи термообробку даним методом, за умови отримання необхідних параметрів поверхневого шару, зберігається досить багато енергії і норм часу, особливо для великогабаритних деталей машин, що є прийнятним в умовах ринкової економіки.

Метод зміцнення шляхом вібраційної обробки має такі переваги порівняно з термообробкою:

1. Значна економія електроенергії.

2. Тривалість техпроцесу віброобробки (10 хв.) дуже мала в порівнянні з ТО, на яку витрачається близько 350 хв.

3. Витрати з обслуговування та експлуатації обладнання для віброобробки малі в порівнянні з витратами на експлуатацію термічної печі.

4. Відпадає необхідність у будівництві дорогих термічних печей.

5. Скорочуються багато непродуктивні витрати, так як відпадає необхідність перевезення деталей для ТО в інші цехи або на інші підприємства, де є термічні печі відповідних габаритів. Це дозволяє поліпшити організацію виробництва, ритмічність роботи цехів, скоротити транспортні операції.

6. На відміну від термічної обробки віброобробка позитивно впливає на якість поверхні деталі, що оброблюється, таким чином відпадає необхідність у притупленні гострих кромки на знятті заусенців.

## ВИСНОВКИ

Застосування віброударної обробки призводить до збільшення твердості поверхонь деталей на 15 % та зменшення шорсткості поверхні на 20 %, при використанні ПАР – на 20 % та 25 % відповідно.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исследование процесса упрочнения поверхностей зубьев шестерен тяговых передач тепловозов при вибрационной обработке / Гарбуз С. В., Аулов П. П., Осипенко В. Ф., Шаинский М. Е. // Тезисы докладов всесоюзного научно-технического семинара «Виброобразивная обработка деталей». – Ворошиловград, 1978. – С. 218–220.

2. Технологические возможности вибрационной обработки деталей на станках с U-образной формой контейнера / Волков И. В., Дегтярева Ю. Ю., Калмыков М. А., Николаенко А. П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. – Харків, 2006. – Вип. 42. – С. 167–173.

3. ГОСТ 18296–72. Обработка поверхностным пластическим деформированием. Термины и определения. – Введ. 1974-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1973. – 10 с.

4. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М. : Машиностроение, 2002. – 299 с.

5. Бабичев А. П. Физико-технологические основы методов обработки: учебное пособие для вузов / А. П. Бабичев. – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 410 с.

6. Мелконов Г. Л. Расширение технологических возможностей вибрационной обработки деталей «внавал» / Г. Л. Мелконов, Е. В. Нечай, А. В. Романченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2008. – № 4/1(34). – С. 15–18.