

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ  
ДЕТАЛЕЙ ФОРМУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ  
ПОВЕРХНІ ВІБРАЦІЙНОЮ ОБРОБКОЮ**

<sup>1</sup>Матвієнко С.А., <sup>2</sup>Сакно О.П., к.т.н., <sup>2</sup>Лукічов О.В.,  
к.т.н., <sup>2</sup>Рейвах О.В.

<sup>1</sup>Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,  
<sup>2</sup>Донецька академія автомобільного транспорту, м. Донецьк

*Розглянуто результати теоретичних досліджень з питання технологічного забезпечення зносостійкості вібраційною обробкою. Розглядається питання зменшення зносу і часу припрацювання і формування шорсткості поверхні максимально наближеної до рівноважної.*

**Постановка проблеми.** Параметри поверхневого шару (ПШ) істотно впливають на параметри надійності та експлуатаційні властивості деталей: зносостійкість, втомну міцність, корозійну стійкість. Для забезпечення заданої властивості ПШ деталі необхідно забезпечити характеристики поверхні, що безпосередньо впливають на необхідну властивість, а саме рівноважна шорсткість. На знос при приробці й формуванні рівноважної шорсткості впливають умови експлуатації і параметри ПШ, сформовані при виготовленні: мікропрофіль, макропрофіль, залишкова напруга і т.д.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Актуальним напрямом у формуванні якості поверхні є вібраційна обробка. Різновидами віброобробки є абразивна і безабразивна, розмірна обробки, оздоблювально-змцнююча обробка (ОЗО) і т.д. Використання вібраційних дій дозволяє удосконалити що існують і створювати нові технологічні процеси ОЗО [1]. Особливий інтерес представляє звукова віброобробка в пружному середовищі (ЗВОПС) [2]. Для технологічного забезпечення оптимальних параметрів ПШ треба знати їх залежність від способу і режимів обробки, аби мати можливість вибирати оптимальні умови виготовлення по критеріях якості і собівартості, але залежності, що зв'язують параметри віброобробки із зношуванням вивчені недостатньо.

**Мета статті.** Розглянути зв'язок технологічних умов ЗВОПС з рівноважними параметрами ПШ і визначити напрям подальших досліджень.

**Матеріали і результати дослідження.** Питанням взаємозв'язку інтенсивності зношування з параметрами шорсткості займаються багато авторів. В роботі [3] приведена формула для визначення роботи сил тертя, з врахуванням специфіки утворення рівноважного стану поверхонь тертя:

$$W_{mp} = f(f, F, S_{mp}, V_w, R_{зравнь}, HV_{равнь}, HV_0, \lambda, G).$$

Дослідження показують, що доцільно використовувати замість  $Rz$  параметр  $Ra$ . Автор враховує лише висотний параметр рівноважної шорсткості. Але на знос впливають крокові параметри, у тому числі  $S_m$ ,  $t_p$  и  $r$  вершин и западин.

Відоме рівняння для визначення взаємозв'язку інтенсивності зношування і параметрів стану поверхневого шару, запропоноване О.Г. Суслевим [4]:

$$I_h = \frac{2,5\pi v^{1/2} \cdot p^{7/6}}{n \cdot \lambda(v+1)t_m^{3/2} (k \cdot \sigma_T)^{2/3}} \sqrt{\frac{30(1-\mu^2)(2\pi Rz W_z H_{max})^{1/3}}{E \cdot S_m}},$$

де  $Rz$  – висота нерівностей по 10 крапках, мкм;  $W_z$  – середня висота хвилястості по 10 крапках, мкм;  $H_{max}$  – максимальна величина макровідхилень форми поверхні, мкм;  $t_m$  – відносна опорна довжина профілю;  $v$  – швидкість в точці контакту;  $S_m$  – середній крок нерівностей, мкм;  $\lambda$  – коефіцієнт, що враховує знак і значення залишкової напруги;  $\sigma_T$  – величина залишкової напруги, МПа;  $k$  – коефіцієнт зміцнення;  $p$  – тиск, МПа;  $n$  – число циклів дії до руйнування поверхневого шару;  $E$ ,  $\mu$  – механічні властивості матеріалу заготовки. Т.ч. зносостійкість деталей характеризується комплексним параметром якості поверхні тертя.

При забезпеченні зносостійкості [5-7] зазвичай обмежуються вибором параметрів шорсткості  $Ra$ ,  $S_m$ ,  $t_p$ . Не враховуються параметри якості поверхні, які залежать від методу фінішної обробки. Інтенсивність зношування, як при приробці, так і при сталому зношуванні визначаються макровідхиленням, мікровідхиленнями, мікротвердістю, глибиною і мірою зміцнення, величиною і знаком залишкової напруги ( $Wz$ ,  $U_w$ ,  $h_w$ ,  $\sigma_{ост}$  і ін.).

ЗВОПС в порівнянні з іншими методами, впливає на розширений комплексний показник ПШ, що визначає зносостійкість сталей. ЗВОПС є комбінованою віброобробкою і включає технологічну поверхневопластичну деформацію (ППД), що впливає на параметри шорсткості, мікротвердість, структуру ПШ, вібраційне штучне старіння, що впливає на напружений стан ПШ, формування змін кристалічної решітки. До керованих технологічних параметрів ЗВОПС відносяться: наявність резонансу, частота коливань, амплітуда коливань, час обробки, робоче середовище, розмір контейнера та інші.

Суслев О.Г. відзначає, що процес експлуатації деталі можна розглядати як продовження технології її обробки [4], тому для підвищення довговічності пар тертя необхідно максимально зменшити їх приробку при

експлуатації. Для цього на фінішних етапах виготовлення моделюють прискорений процес приробки, який може бути мікрорізанням і пластичною деформацією мікронерівностей. Мікрорізання по своєму механізму не збігається з механізмом приробки. При приробці відбувається поступовий зріз вершин, згладжування вершин на один рівень, при абразивній же обробці – миттєве. Ці недоліки відсутні при ЗВОПС. У роботі [2] експериментально були визначені залежності параметрів поверхневого шару від режимів обробки – часу і частоти, що дозволяє визначити залежність інтенсивності зношування при приробці від режимів обробки.

На процес приробки істотно впливають мікро і макро параметри ПШ, на які при ЗВОПС впливають: геометрія інструменту і кінематика його робочого руху (частота і амплітуда); коливання деталі; розташування робочої поверхні відносно напрямку коливань, пружні і пластичні деформації матеріалу в зоні контакту з робочим середовищем; абсорбція робочого середовища, марка матеріалу, склад робочого середовища, наявність резонансу, технологічна спадковість, залишкова напруга, тобто підвищення мікротвердості вимагає більшої амплітуди коливань. При обробці плоских зразків вплив буде по нормалі, а при обробці циліндричних – по дотичній. Геометрія концентратора п'єзоперетворювача впливає на амплітуду коливань деталі (рис 1).

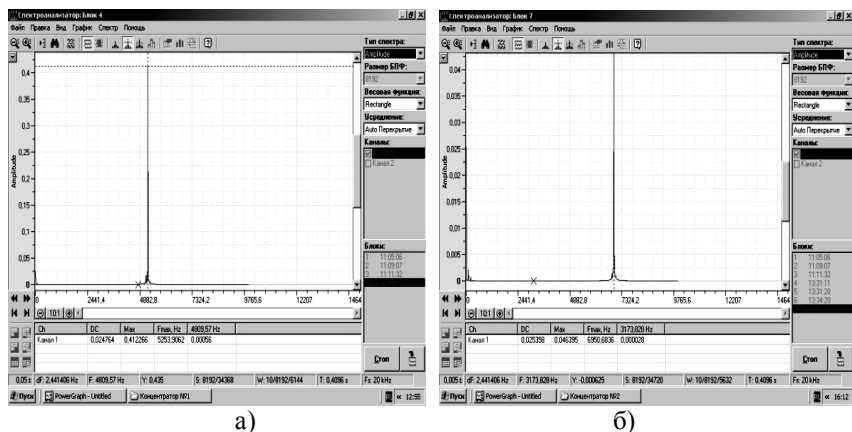


Рис.1. АЧХ коливань з різними типами концентраторів: радіально ступінчастим (а) та конусним (б)

При проектуванні ЗВОПС вирішують наступні завдання: прогнозування зусилля взаємодії; прогнозування ППД, прогнозування мікрорельєфу; проектування концентратора; визначення параметрів робочого середовища; прогнозування руху деталі. Схема ЗВОПС показана на рис.2.

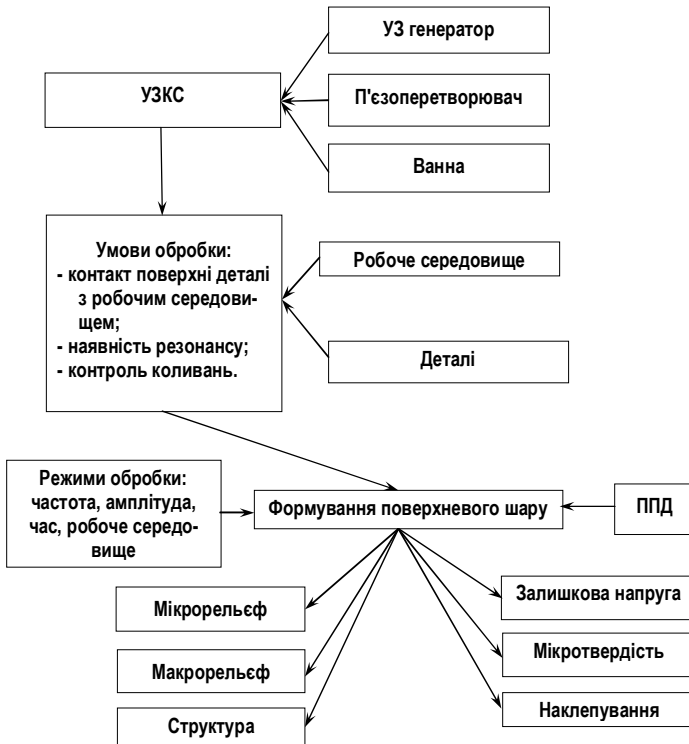
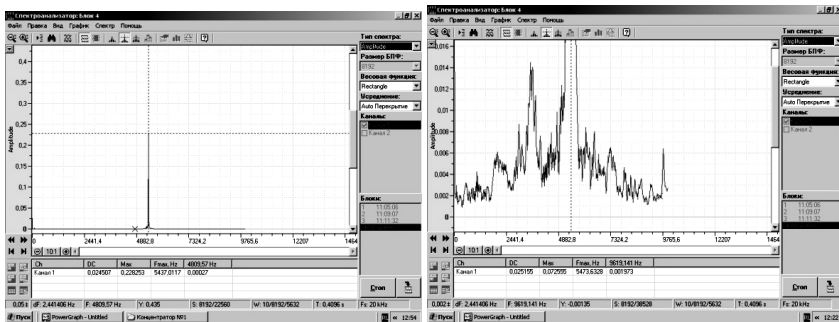


Рис. 2. Процеси, що відбуваються при ЗВОПС

Частота коливань, що призначається при обробці деталі, залежить від власної частоти. На рис.3 показана АЧХ циліндричної деталі при власній і резонансній частоті коливань.



а)

б)

Рис.3. АЧХ деталі: а) при резонансній частоті; б) при власній частоті

Обробці ЗВОПС підлягають робочі поверхні відповідальних деталей вузлів тертя: приводних і розподільних механізмів, диски, втулки, пальці й т.д. Можуть оброблятися деталі, що мають отвори, використовувані для базування в концентраторі, з циліндричними, конічними і криволінійними поверхнями.

Процес характеризується комплексною дією на деталі і їх ПШ ряду чинників, викликаних вібрацією в резонансному режимі. Безліч мікроударів часток технологічної рідини в різних напрямках, забезпечують рівномірну дію на поверхню. В результаті створюються умови для процесів багатократної деформації.

**Висновки.** Актуальним є завдання розробки теоретичних і експериментальних залежностей параметрів ЗВОПС одночасно із забезпеченням експлуатаційних параметрів поверхні, тобто функціонально-орієнтована обробка. Це дозволить вибирати режими обробки оптимальні по якості і енергозбереженню.

### Список використаних джерел

1. Бабичев А.П. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко, Л.К. Гиллесси и др. – Ростов н/Д : Издательский центр ДГТУ, 2010. – 285 с.
2. Ковалевський С.В. Метод звукової вібраційної обробки та його експериментальні дослідження / С.А. Матвієнко, О.П. Сакно, О.В. Лукічов // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2013. – Вип. №41. Ч. 1. – С. 129-134.
3. Сулягин А.Н. Технологическое обеспечение равновесных параметров качества поверхностного слоя деталей машин / Сулягин А.Н. // Весник УГАТУ. Уфа : УГАТУ, 2009. – Т.12, №4(33). – С. 132-136.
4. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г. Суслов – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.
5. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей / А.Г. Суслов [и др.]; под ред. А.Г. Сулова. – М. : Машиностроение, 2009. – 320 с.
6. Кондаков А.И. Использование альтернативных технологических решений при обеспечении эксплуатационного качества наукоемких изделий / А.И. Кондаков, А.В. Харитонов // Вестн. РГАТА им. П.А. Соловьева: сб. научн. тр. – Рыбинск, 2007. – №1. – С. 22-25.
7. Овсеенко А.Н. Технологические проблемы обеспечения качества поверхностного слоя деталей машин / А.Н. Овсеенко // Приложение №9. Справочник. Инженерный журнал. – 2002. – №9. – С. 10-12.

## **Аннотация**

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ**

**Матвиенко С.А., Сакно О.П., Лукичев А.В., Рейвах А.В.**

*Рассмотрены результаты теоретических исследований по вопросу технологического обеспечения износостойкости вибрационной обработкой. Рассматривается вопрос уменьшения износа и времени приработки и формирования шероховатости поверхности максимально приближенной к равновесной.*

## **Abstract**

### **ENSURING OF RELIABILITY INDEX OF DETAILS BY PARAMETRIC CONFIGURATION OF SURFACE CONDITION OF VIBROMECHANICAL TREATMENT**

**Matvienko S.A., Sakno O.P., Lukichov A.V., Rejvah A.V.**

*The results of theoretical studies is considered on the technological support of wearing capacity of vibromechanical treatment. The question of reducing of wear and running-in time and the formation of surface roughness to the limit approximate to equilibrium*