

С.В. КОВАЛЕВСЬКИЙ¹, С.А. МАТВІЄНКО^{1,2}, О.П. САКНО², О.В. ЛУКІЧОВ²

¹ Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

² Донецька академія автомобільного транспорту, м. Донецьк

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАЛЬНОЮ ВІБРАЦІЙНОЮ ОБРОБКОЮ

© Ковалевський С.В., Матвієнко С.А., Сакно О.П., Лукічов О.В., 2011

Сутність роботи полягає у комплексному підході до обґрунтування й технологічного забезпечення віброобробкою й поверхнево-активною деформацією системи параметрів поверхневого шару з урахуванням експлуатаційних властивостей і розробленні практичних рекомендацій щодо поліпшення якості деталей автомобілів.

The essence of the work it's comprehensive approach basis and technological support vibration treatment and technology of surface-active deformation of the surface layer parameters from running abilities, and develop practical solution of the tasks for improvement of quality of car parts

Постановка проблеми. Актуальним завданням сучасного машинобудування та автомобілебудування є забезпечення довговічності деталей, яка великою мірою визначається якісним станом поверхневого шару. Саме від якості фінішної обробки багато в чому залежать найважливіші показники механізмів – працездатність, надійність, металоємність, собівартість й інші техніко-економічні характеристики. Довговічність деталей машин залежить від якості обробки деталей і стану їх поверхневого шару, який спрямовано формується на фінішних операціях технологічного процесу виготовлення. Нині ведеться багато досліджень для визначення оптимальної системи параметрів якості поверхонь деталей машин, яка б якнайповніше відображувала їх експлуатаційні властивості.

Аналіз останніх досліджень. Саме стан поверхні багато в чому визначає експлуатаційні властивості деталей машин та автомобілів. Це привело до появи нового напрямку – інженерії поверхні, що здійснюється методами комбінованої енергетичної й фізико-хімічної дії. Розвиток інженерії поверхні передбачає розроблення технологічних процесів нового рівня, що дають змогу модифікувати поверхневий шар, радикально змінювати його структуру й властивості. Для модифікування поверхні металів перевага віддається методам обробки, що використовують як теплове джерело концентровані потоки енергії: іонні, лазерні, ультразвукові, високочастотні індукційні та інші. Але подальша інтенсифікація класичних дифузійних процесів не дає змоги отримувати матеріали з якісно новими властивостями й потребує суттєвих витрат енергетичних ресурсів. Тому розвиток технологій поверхневого зміцнення зв'язується з розробкою комбінованих технологій. Але комбіновані технології ще недостатньо розвинені й вельми обмежені відомості про вживання комбінованих технологічних схем, завдяки яким удається отримати матеріали з високим рівнем якості поверхні. Питання підвищення експлуатаційної надійності деталей типу “тіло обертання” технологічними методами через зниження динаміки вантаження масляного шару й демпфування коливального процесу технологічними методами висвітлено у роботах ряду авторів (С.Н. Польового, В.Д. Євдокимова, Н.А. Буше, С.П. Косирева й ін.). Ефективним методом, що знижує динаміку вантаження, є покриття робочої поверхні деталі поверхнево-активною речовиною (ПАР). У відомих методах при оцінці динаміки вантаження масляного шару приймається широкий діапазон значень жорсткості масляного шару (від нуля до жорсткості опор), що вимагає подальшого уточнення й коректування розрахункових методик. Також відсутні дослідження комбінування при обробці ПАР та коливальних зі звуковою частотою.

Формулювання мети. Метою роботи є аналіз експлуатаційних умов та формування вихідних даних для розроблення комбінованої технології підвищення якості поверхні з використанням коливань звукового діапазону та ПАР (поверхнево-активних речовин), що забезпечує високий рівень фізико-механічних властивостей поверхневого шару сталей.

Виклад основного матеріалу. Якість поверхні деталей, що сформована під час фінішної обробки поверхневого шару, суттєво впливає на характеристики зовнішнього тертя й зносу, розвиток втомних явищ і корозії, ККД механізмів, виникнення шумів і на інші службові характеристики автомобілів [1]. Проаналізуємо основні засоби, що використовують для обробки поверхні.

Поверхня й поверхневий шар деталі з погляду міцності є ослабленими, стан атомів на поверхні є неврівноваженим, нестійким. Найпоширеніші методи поверхневої пластичної деформації (ППД) [1, 2]. ППД забезпечує підвищення зносостійкості й інших експлуатаційних властивостей деталей на 20–50 %. Для цих технологій характерні значні деформуючі зусилля, що обмежує їх вживання при обробці нежорстких і тонкостінних деталей. Введення в зону обробки ультразвукових коливань сприяє зниженню опору пластичній деформації й силам тертя, що призводить до значного зменшення статичних зусиль деформації. На зносостійкість впливають параметри мікрорельєфу й деформаційні властивості поверхневого шару. Ефективність ультразвукової обробки визначається головно технологічним методом обробки і її режимами. В результаті деформаційного зміцнення поверхневого шару, виникнення в ньому стискувальної залишкової напруги, згладжування нерівностей і поліпшення їх профілю підвищується міцність деталей при змінних навантаженнях в 1,5–2,5 раза, а довговічність в 3–5 разів [3]. Перевага технології ППД із застосуванням ультразвукових процесів полягає в тому, що ця технологія дає змогу понизити матеріаломісткість і підвищити надійність і довговічність виробів [4–6].

Загальним недоліком проаналізованих методів підвищення якості поверхні деталей щодо ускладнення їх використання є:

- складність використаного обладнання;
- потреба у великій кількості енергії;
- неможливість використання для деяких груп деталей.

Цих недоліків можна великою мірою позбутись, застосовуючи комбіновані методи фінішної обробки, а саме вібраційної обробки зі звуковою частотою в середовищі ПАР.

Добавки ПАР пластифікують тонкі поверхневі шари металу при терті й процеси теплового зносу поширюються на меншу глибину – зменшуючи білий шар в 1,5–3 рази. ПАР інтенсифікує процес пластичної деформації при терті, збільшує міру зміцнення тонкого поверхневого шару металу. Оксидні плівки, щільно сполучені з металом, перешкоджають виходу дислокацій на поверхню й викликають їх скупчення у приповерхневому шарі, чим підвищують міцність і знижують пластичність металу подібно до поверхневого наклепу.

Відзначимо переваги вживання віброобробки в середовищі ПАР:

- зменшуються витрати енергії під час оброблення;
- можуть бути виключені або суттєво зменшені фінішні процеси обробки (шліфовки, хонінгування), використання нестандартного устаткування;
- не використовуються абразивні матеріали та додаткові матеріали, що діють на поверхню ударним навантаженням;
- зменшується трудомісткість виготовлення;
- в поверхневому шарі сталевих деталей створюється залишкова напруга, зменшується шорсткість поверхні деталі, формується специфічний мікрорельєф, що сприяє підвищенню зносостійкості деталі.

Застосовувати технологію можна до різних конструктивних форм поверхонь металів: циліндричних, плоских, зовнішніх та внутрішніх, торцевих, конічних та сферичних; до різних

виступів і западин; різних канавок. Фінішна обробка з ПАР та коливаннями зі звуковою частотою дає змогу формувати покриття поверхонь різного призначення, зокрема й антифрикційних, оскільки створює оптимальну поверхню для пар тертя. До того ж спрощується технологічний процес; зменшуються обсяги транспортування деталей та виробничі площі.

Створення на робочих поверхнях деталей композиційних покриттів з ПАР знижує динамічне навантаження в шарі завдяки формуванню тонких зносостійких плівок з емульгатора на поверхнях контакту деталей, що зношуються. Це відкриває широкі можливості управління фізико-механічними властивостями контактуючих поверхонь. Зміцнення із застосуванням ПАР не змінює структуру оброблюваної твердої поверхні, а лише модифікує її, надаючи поверхні антифрикційні, антиадгезійні, захисні й інші властивості. Практично незмінними залишаються геометричні розміри оброблених деталей – товщина захисного шару становить приблизно 40-10Å (10^{-8} см). При обробці ПАР формується шар молекул, які перешкоджають розтіканню масла із зони тертя, а також створюють надзвичайно низьку поверхневу енергію, що призводить до істотного зниження коефіцієнта тертя й, як наслідок, – до підвищення зносостійкості пар тертя деталей автомобілів.

Технологічне устаткування, що пропонується використовувати для віброобробки з ПАР незалежно від фізико-механічних властивостей матеріалів, які є безпосередніми об'єктами інтенсивної дії звукових коливань, складається з таких основних вузлів: джерела живлення, перетворювача частоти електричного струму, системи управління, акустичної системи, механічної коливальної системи, пристрою нанесення ПАР, пристрою для установаження деталей.

Під час обстеження вантажних автотранспортних підприємств (АТП) з метою визначення номенклатури швидкозношуваних деталей встановлено, що часто замінюються деталі ресорного підвішування й інших вузлів, термін експлуатації яких між технічними обслуговуваннями становить близько 10 тис. км. Наприклад, кількість зношених по циліндровій поверхні пальців – понад 5 % загальної кількості таких деталей у вузлах, а величина зносу досягає 1,5 мм. Найперспективнішим методом поверхневого зміцнення готових деталей в умовах АТП або на етапі фінішної обробки при їх виробництві є віброобробка в середовищі ПАР. Виконують вібростабілізуючу обробку деталі з одночасним нанесенням водного розчину ПАР на поверхню оброблених деталей. Технологічний процес обробки включає знежирення поверхні деталі; нанесення водного розчину ПАР; надання механічних коливань зі звуковою частотою від 3 до 10 кГц протягом 8–10 хвилин.

Нанопокриття на основі ПАР істотно змінюють функціональні характеристики поверхні об'єктів, а разом з ними й характер процесів, що відбуваються на поверхні. Зміна характеристик відбувається за рахунок того, що сформоване нанопокриття знижує поверхневу енергію на поверхні об'єкта. Це дає змогу змінити змочування, адгезію, запобігає розтіканню мастильних і технологічних рідин із зони контакту, охороняє металеві поверхні від корозії, знижує витрати на тертя за рахунок зменшення коефіцієнта тертя в 2...10 разів. Висока проникна здатність дає змогу просочувати ПАР дрібнопористі поверхні, гальванічні покриття, витісняючи вологу й гази. Крім того, покриття характеризують такі властивості, як мала товщина, безбарвність, прозорість. Воно незмивне, термостабільне, хімічно інертне, гідрофобне, нетоксичне, легко наноситься на поверхні й сполучається з іншими способами інженерії поверхні [3, 6]. Створення на робочих поверхнях деталей композиційних покриттів з ПАР, як різновид технології ППД, знижує динамічне навантаження в шарі. При цьому коливальний процес у масляному шарі повністю гаситься, підвищуючи його несучу здатність і, відповідно, експлуатаційну надійність конструкцій.

Висновки. Отже, для фінішної обробки пар тертя деталей автомобільних вузлів запропоновано комбіновану технологію обробки, що поєднує використання коливань зі звуковою частотою та ПАР. Комплексне дослідження процесу вібраційної обробки із застосуванням ПАР, вивчення

взаемосвязку показателей динамики нагружения поверхностей с режимами обработки и составом покрытия обеспечить улучшения эксплуатационных характеристик поверхностей, что контактируют.

1. Самойлов П. И. *Технология поверхностно-пластической деформации с применением ультразвуковых процессов* // Инженер: студенческий научно-технический журнал / П. И. Самойлов, А. Н. Михайлов // Донецк: ДонНТУ, 2007, № 8. – С. 80–83. 2. Зайцев А. М. *Обеспечение надежной работы деталей авиационных двигателей* / Зайцев А. М. – М.: Транспорт, 1971. – 196 с. 3. Смелянский В. М. *Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием* / Смелянский В. М. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с. 4. Марков А. И. *Ультразвуковое резание труднообрабатываемых материалов* / Марков А. И. – М.: Машиностроение, 1968. – 352 с. 5. Пат. RU 2291033 С1 Российская Федерация. *Устройство для ультразвуковой обработки поверхностей деталей* / Ю. В. Холопов (Россия). № 2005124573/02; заявл. 02.08.2005; опублик. 10.01.2007. Бюл. № 1. 6. Кудашева И. О. *Совершенствование технологии изготовления прецизионных деталей “тело вращения” на основе применения ультразвукового упрочнения и поверхностно-активных веществ: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.08* / Кудашева Ирина Олеговна. – Саратовский государственный технический университет. – Саратов, 2008. – 129 с.

УДК 621.795:62-119(09)

Л.М. ЛУБЕНСКАЯ, И.В. ЕГОРОВ, И.В. ВОЛКОВ

Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля

ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО СТАНКА[©]

© Лубенская Л.М., Егоров И.В., Волков И.В., 2011

Розглянуто питання історичного утворення і розвитку ідеї використання вібрації в техніці, а також основні аспекти розроблення вібраційного обладнання, формування його основних вузлів і, відповідно, технології обробки.

The question of the historical formation and development of the idea of using vibration technology, as well as key aspects of the development of vibration equipment, the formation of its main components and, consequently, processing technologies.

“Нет в мире ничего сильнее идеи, для которой пришло время: уж если появились более совершенные технологические решения, их ничем невозможно остановить” [1]. Эта фраза является эпиграфом деятельности одного из ведущих мировых производителей вибрационного оборудования. Именно сегодня пришло время, когда без качественной финишной обработки деталей невозможно выходить на резко конкурирующий рынок по производству различных изделий. От качества отделочных операций во многом зависит не только внешний вид изделия, но в первую очередь эксплуатационные свойства получаемых деталей.

Одно из первых упоминаний о вибрационных машинах, т.е. машинах, в которых для осуществления различных операций использовалась вибрация, найдено в журнале “The London Journal of Arts, Sciences and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions // Conducted by Mr. W. Newton. – London, 1849. – Vol. XXXIV”. Сегодня широкий анализ разработок в отрасли