

С.В. Ковалевський, д.т.н., проф.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

О.В. Лукічов, к.т.н., доц.

Донецька академія автомобільного транспорту, м. Донецьк

С.А. Матвієнко, аспір.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ РЕНОВАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

У статті проведено аналіз стану проблеми збільшення ресурсу деталей автомобілів технологічними методами при виготовленні й ремонті. Серед розглянутих – зварювання, наплавлення, пластична деформація, поверхнево-пластична деформація, газотермічне напильня, гальванічні покриття, паяння, нанесення синтетичних матеріалів, ультразвукова обробка. Проведений аналіз дав можливість виділити зміцнюючу вібраційну обробку в пружному середовищі (ЗВОПС) як ресурсозберігаючий метод, що має широкі технологічні можливості й високу економічну ефективність.

Вступ. Однією з причин передчасного виходу з експлуатації деталей і вузлів тертя є їх низькі експлуатаційні характеристики. Тому виникає гостра необхідність підвищення надійності й довговічності більшості деталей автомобіля, що зношуються. Термін експлуатації автомобілів до капітального ремонту багато в чому залежить від зносостійкості їх деталей і вузлів. Близько 80–85 % деталей автомобілів виходить з ладу внаслідок їх інтенсивного зношування [1]. Через недостатню довговічність деталей і вузлів виникає потреба в ремонтах і, як наслідок, – підвищених витратах запасних частин. Це істотно збільшує вартість технічного обслуговування й ремонту автомобілів. Термін експлуатації деталей, що швидко зношуються, визначає рентабельність багатьох сучасних автомобілів.

Аналіз останніх публікацій. Одним із напрямків зниження цих втрат є підвищення якості й зносостійкості рухомих з'єднань [2]. Загально визнано, що вузли тертя є слабкою і в той же час відповідальною ланкою практично будь-якої сучасної машини. Довговічність з'єднань, що труться, лімітує термін служби машин, а їх безвідмовність визначає техніко-економічну ефективність, а інколи й безпеку експлуатації автомобілів. А показник безпеки, в тому числі безпеки руху – один з основних показників якості автомобіля.

Сучасні можливості управління довговічністю пар тертя при проектуванні, виготовленні й експлуатації дуже широкі. Особливе місце займає технологія фінішних операцій обробки робочих поверхонь, яка дозволяє управляти якістю поверхонь тертя. Причому технологічні методи зниження собівартості й підвищення довговічності пар тертя з успіхом можуть бути використані як при виготовленні нових машин, так і при їх ремонті. На сьогодні недостатньо уваги приділено товщині обробленого зміцненого шару, що визначає зносостійкість пари тертя. Також як при розробці нових способів обробки, так і при виборі способу обробки, що вже існує, дуже важливою проблемою є ресурсозбереження.

В більшості випадків автомобільні деталі відновлюють при зносі однієї або декількох їх робочих поверхонь. При відновленні використовують різні способи нарощування, механічну обробку, операції пластичної деформації й інші методи. Залежно від характеру дефектів, що необхідно усунути, всі процеси відновлення деталей групуються в дві основні групи: відновлення деталей з механічними пошкодженнями й відновлення деталей зі зношеними поверхнями (зі зміною основних розмірів робочих поверхонь деталей). Вживання того або іншого способу відновлення залежить також від матеріалу, з якого виготовлена відновлювана деталь.

Витрати на відновлення деталей автомобіля значно зменшуються, порівняно з виготовленням аналогічних нових деталей. Тому ресурс експлуатації запасних частин та відновлених деталей менше ресурсу оригінальних деталей. Проте трудомісткість процесу відновлення деталей дуже висока, хоча задача відновлення якості поверхні повною мірою не стоїть. Технологічних методів відновлення деталей автомобілів достатньо багато [1–7], але жоден з них не вирішує завдання комплексно, поєднуючи якість обробки й ресурсозбереження.

Отже завдання розробки інноваційних технологічних методів продовження ресурсу деталі як при виготовленні, так і при реновації ресурсозберігаючими методами залишається актуальним.

Мета статті. Дана публікація має за мету порівняльний аналіз різних технологічних методів збільшення ресурсу деталей автомобілів, що існують на сьогоднішній день, і виявлення найбільш ефективних з точки зору економічних показників, технологічних можливостей і експлуатаційних

характеристик робочих поверхонь та розробка нового технологічного методу зміцнюючої вібраційної обробки в пружному середовищі.

Викладення основного матеріалу та результати дослідження. Проведено аналіз найбільш уживаних технологічних методів відновлення автомобільних деталей, які мають зношені поверхні. Основні групи методів: механічна обробка, пластична деформація, термічна обробка, різні методи збільшення робочих розмірів, поверхневопластична деформація (ППД) та ін

Широке вживання при відновленні автомобільних деталей отримали різні види слюсарно-механічної обробки зі зняттям ушкодженого шару та зміною робочих розмірів. Шабруванням, шліфуванням, струганням осьовим інструментом відновлюють: деталі з плоскими поверхнями, що з'єднуються (направляючі станин, планки, клини); центрові отвори й циліндрові поверхні валів, осей, гвинтів. Механічну обробку застосовують як підготовчу, або як фінішну операцію при нанесенні покриттів на зношені поверхні, а також при відновленні деталей обробкою під ремонтний розмір або постановкою додаткових ремонтних деталей. При ремонті зношених деталей часто виникають труднощі при виборі способу базування деталі для обробки у зв'язку зі зміною основної технологічної бази зношеної деталі, що суттєво впливає на якість обробки.

Відновлення деталей тиском, пластична деформація є відносно простим способом, заснованим на переміщенні існуючого металу на зношені поверхні. При цьому передбачається наявність запасу металу в деталі. Але деталі автомобіля виготовляються з найменшою можливою масою, тому цей метод не завжди можливий. Ремонт зношених деталей за допомогою пластичних деформацій вимагає спеціальних пристосувань і штампів, тому є економічно виправданим лише у тому випадку, коли ремонтується багато однотипних деталей. У ремонтному виробництві автомобілів застосовують такі види пластичної деформації:

- осадження – відновлюють втулки цапфи валів, осі, клапани двигунів внутрішнього згорання, зубчасті колеса, пальці й втулки з кольорових металів, що мають поверхневий знос не більше 1 % від їх початкового діаметра;
- обтискання – відновлюють втулки з кольорових металів, отвори важелів корпусу гідронасосів тощо;
- витяг – застосовується для ремонту тяги, штанг тощо;
- розгортання – для збільшення зовнішнього діаметра за рахунок збільшення внутрішнього діаметра порожнистих деталей;
- втискування – відновлюють тарілки клапанів, шліци, шестерні при зносі за профілем зуба й ін.

При відновленні пластичною деформацією дуже важливі режими термічної обробки. При холодній обробці завжди присутнє утворення наклепаного шару, який має підвищені механічні властивості.

Використання теплової енергії дозволяє виконати більшість ремонтних дій. Найбільше вживання в ремонтному виробництві знайшли різні технології, що пов'язані з нанесенням нового шару металу. Це дозволяє відновити розмір до зносу: зварювання, наплавлення, плазмове й вакуумне напилення, гальванічні методи. Наплавлення пов'язане з істотним нагріванням деталей, що підвищує вірогідність виникнення залишкової напруги й зміни фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів матеріалу деталі, появи мікродефектів. Вакуумне напилення передбачає наявність дуже дорогого устаткування й має відносно невисоку швидкість нарощування шару металу на відновлюваній деталі. Крім того, наплавлення й напилення не дозволяють змінювати твердість нарощуваного шару безпосередньо в ході процесу, що часто призводить до недостатнього зчеплення покриття з основним металом і, як наслідок, до відшарування від нього при фінішній обробці. Наплавлення й напилення має високі вимоги до якості підготовки поверхні деталі до здійснення процесу.

Технологія гальванічного покриття також не є оптимальною для відновлення деталей автомобілів. Нікелювання, наприклад, не можна застосувати на деталях із значним зносом і воно не дає високої твердості покриття. Хромування має невисоку швидкість осадження. Залізнення не забезпечує надійного зчеплення покриття з основою, особливо з чавуном і високолегованими сталями.

У ремонтній практиці набув поширення спосіб відновлення деталей металізацією, методом нанесення газотермічних покриттів, при якому на зношену поверхню може бути нанесений шар завтовшки від 0,03 мм до декількох міліметрів, не викликаючи перегрівання металу. Металізацією відновлюють зношені шийки валів, місця посадки підшипників та ін.

Все ширше застосовуються при відновленні деталей полімерні матеріали. Їх застосовують при усуненні механічних пошкоджень на деталях, при компенсації зносу робочих поверхонь деталей (композиції на основі епоксидних смол), а також при з'єднанні деталей склеюванням, наприклад, приклеювання фрикційних накладок.

Зміцнення деталей ППД полягає в деформації мікрогеометрії поверхні деталі й заповненні мікрозападин робочої поверхні. При обробці ППД підвищується твердість поверхневого шару, виникає сприятлива стискаюча напруга, що сприяє підвищенню втомної міцності й зносостійкості, знижується шорсткість поверхні. ППД – це один із найперспективніших методів відновлення автомобільних деталей. Найбільш поширені способи зміцнення ППД при ремонті й виготовленні деталей автомобіля:

- обкатка робочих поверхонь кульками або роликками;
- діамантове вигладжування;
- обробка струменем з твердими частками;
- ультразвукове зміцнення;
- зміцнення наклепуванням;
- статико-імпульсна обробка (СІО).

Всі розглянуті способи не є рівноцінними, але досить часто використовуються в ремонтному виробництві більшою або меншою мірою залежно від його обсягу, оснащеності та ін. Більшість з цих способів трудомісткі, вимагають спеціального обладнання й не завжди призводять до бажаного результату.

Таким чином, аналіз існуючих методів відновлення деталей автомобілів у ремонтному виробництві показує загальні їх проблеми. Враховуючи загальні недоліки способів відновлення, а саме: громіздке устаткування; неекономічність використання в одиничному й дрібносерійному виробництві; великі витрати природних і трудових ресурсів; неможливість застосування до різних груп деталей; висока енергоємність, необхідно приділити особливу увагу на підвищення зносостійкості деталей на фінішних етапах як виготовлення, так і відновлення деталей автомобіля, з використанням нових інноваційних технологій. Найперспективнішим напрямом є використання різних методів вібраційної обробки.

Для продовження ресурсу при виготовленні в сучасному машинобудівному виробництві при виконанні фінішних операцій важливе місце займають методи обробки деталей вільними середовищами у віброуючих резервуарах, тобто методи вібраційної обробки. Висока продуктивність, низька собівартість і широкі технологічні можливості – це переваги перспективних нових технологій фінішної й зміцнюючої обробки, що об'єднують в собі процеси мікрорізання й пружно пластичної деформації, які становлять 30 і 70 % відповідно [1]. Дотепер широко застосовується технологія віброобробки деталей у встановленому на пружній підвісці резервуарі з завантаженими гранулами робочого середовища, оброблюваними деталями й хімічно активним розчином. Резервуару додають коливальний рух. В умовах ресурсозбереження перспективною є безабразивна ультразвукова обробка у в'язкій рідині. Вплив її на поверхневий шар при коливальному русі деталі на даний час недостатньо вивчено. Всі ці методи основані на вібрації середовища, що оточує деталь. Для невеликих деталей середовище важить набагато більше самої деталі, тому питомі витрати енергії зростають.

Основна ідея запропонованого методу обробки – коливання самої деталі в пружному нерухомому середовищі з одночасним використанням ефекту резонансних коливань. Зміцнююча вібраційна обробка в пружному середовищі (ЗВОПС), що заснована на використанні ефекту ППД й вібраційної обробки при зменшенні витрат енергії, забезпечує зміцнення тонкого поверхневого шару деталі та підвищення його зносостійкості.

Сутність ЗВОПС така: деталь жорстко з'єднана з випромінювачем перетворювача електричних сигналів у механічні переміщення, поміщається в контейнер з в'язкою рідиною. Здійснюючи коливання зі звуковою частотою деталь впливає на тонкий шар в'язкої рідини. При взаємодії з робочим середовищем шорсткість поверхні деталі пластично деформується та заповнює западини на поверхні, що сприяє підвищенню твердості поверхневого шару. У ньому виникає стискаюча напруга, що сприяє підвищенню втомної міцності й зносостійкості, значно знижується шорсткість поверхні обробленої деталі. ЗВОПС заснована на коливальних процесах в діапазоні звукових частот, що характеризуються доцільністю та раціональністю використання обладнання та енергії. При цьому оброблюваній деталі надаються поздовжні коливання зі звуковою частотою, близькою до частоти вільних коливань деталі. Це забезпечує зниження собівартості обробки й ресурсозбереження. Деталь отримує механічні коливання із частотою власних коливань, в результаті чого обробка ведеться в резонансному режимі.

Зміцнення поверхневого шару визначається впливом пружного робочого середовища на поверхню деталі. Теоретична модель процесу визначається опором пружного середовища коливанням деталі. Процес обробки супроводжується послідовним впливом на поверхню деталі великої кількості мікроударів частками робочого середовища при їхніх взаємних зіткненнях і ковзанні. У процесі обробки створюються передумови для зміни фізико-механічних властивостей поверхневого шару деталей, де відбуваються ці зміни. Пристрій для здійснення ЗВОПС (рис. 1) містить: силову частину; коливальну систему, що дозволяє вести обробку деталей в резонансному режимі та блок керування впливом системи через деталь на в'язку рідину.

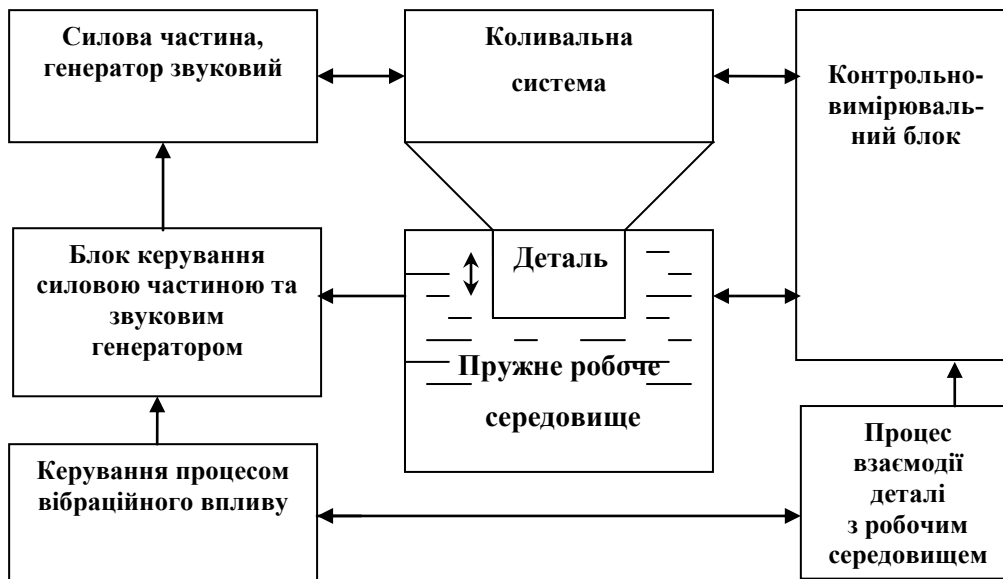


Рис. 1. Схема технологічної системи

Основні технологічні параметри обробки, що необхідно визначати залежно від конструкції деталі та матеріалу такі: склад і в'язкість робочого середовища; амплітуда й частота коливань; тривалість процесу обробки. При точному збігу власної частоти й частоти вібрації деталь буде коливатися з найбільшою амплітудою. При цьому ззовні затрачається мінімум енергії на підтримку резонансу, а у середину системи надходить максимум спрямованої енергії, яка реалізується в зміцненні поверхневого шару, зміні його мікрогеометрії, мікротвердості, кристалічної сітки, фізико-хімічних властивостей. Процес також супроводжується насиченням поверхні елементами робочого середовища, що при використанні в його якості індустріальних мастил, підвищує трибологічні властивості поверхні та умови зберігання й консервації деталі.

Пари тертя вузлів автомобілів належать заміні або відновленню при дуже малих значеннях зносу (від 0,2...0,5 мм). Отже зносу підлягають дуже тонкий поверхневий шар. Не має необхідності в глибокому поверхневому зміцненні. При зношуванні пар тертя, особливо в процесі приробки, величезне значення має шорсткість, її форма, яка при ЗВОПС не має гострих піків. Фінішно-зміцнююча обробка в резонансному режимі у пружній рідині дозволяє зміцнити досить тонкі шари поверхні з меншими енерговитратами, може вживатися для деталей різних груп. ЗВОПС є комбінованим способом обробки, що містить механічне вібраційне зміцнення й хімічне насичення поверхневого шару поверхнево активними речовинами, які належать до складу робочого середовища. Завдяки коливальному процесу з малою амплітудою формується сприятливий розподіл залишкової напруги й мікрорельєф поверхні. Шорсткість регулюється відповідними режимами обробки. Вживання ЗВОПС дозволить: виключити операції термічної обробки та шліфування на фінішних етапах технологічного процесу виготовлення; отримати зміцнений шар з підвищеним опором до утворення тріщин; поліпшити структуру металу обробленої поверхні.

Висновки. Метод ЗВОПС є унікальним з точки зору технологічних можливостей і якості обробленої робочої поверхні тертя й заслугоує на впровадження в технологічні процеси виготовлення й ремонту деталей автомобілів. ЗВОПС дозволяє використовувати менш громіздке устаткування, не використовувати абразивні матеріали, досягати суттєвих результатів при мінімальних витратах енергії. Для розвитку методу необхідне дослідження наукової бази процесу з метою вдосконалення устаткування й досягнення кращих експлуатаційних показників поверхневого шару. ЗВОПС може знайти вживання як в основному, так і ремонтному виробництві автомобільних деталей схильних до підвищеного зносу.

Список використаної літератури:

1. Карагодін В.І. Ремонт автомобілей и двигателєй : учебник / В.І. Карагодін, В.П. Митрохін. – 2-ое изд. стереот. – М. : Издательский центр, Академия : Мастерство, 2002. – 496 с.
2. Молодык Н.В. Восстановление деталей машин : справочник / Н.В. Молодык, А.С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
3. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справочник / Л.Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.

4. *Маслов А.Р.* Перспективные высокие технологии : справочник / *А.Р. Маслов* // Инженерный журнал. – 2008. – № 1. – С. 10–24.
5. *Шведков Е.Л.* О классификации методов нанесения покрытий (терминологический аспект) / *Е.Л. Шведков, И.И. Ковенский* // Вестник машиностроения. – 1988. – № 9. – С. 54–57.
6. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника (износ и безизносность) / *Д.Н. Гаркунов*. – М. : Изд-во МСХА, 2001. – 616 с.
7. *Логинов П.К.* Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей : учеб. пособие / *П.К. Логинов, О.Ю. Ретюнский* // Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 217 с.
8. *Сулов А.Г.* Качество поверхностного слоя деталей машин / *А.Г. Сулов*. – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.
9. Моделювання коливальних процесів при фінішній зміцнювальній віброобробці в пружному середовищі / *С.В. Ковалевський, С.А. Матвієнко, О.Ю. Деньщикова та ін.* // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – Вип. 2 (32), Т. 1. – С. 93–99.
10. *Ковалевський С.В.* Технологічне забезпечення зносостійкості поверхневого шару деталей автомобілів при фінішній зміцнювальній віброобробці в пружному середовищі / *С.В. Ковалевський, С.А. Матвієнко, О.В. Лукічов* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка / Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. – Харків : ХНТУСГ, 2012. – Вип. 122. – С. 122–127.

КОВАЛЕВСЬКИЙ Сергій Вадимович – доктор технічних наук, професор, проректор по науково-педагогічній роботі, завідувач кафедри “Технологія і управління виробництвом” Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ.

Наукові інтереси:

– технологічні методи підвищення якості деталей.

Тел. (роб.): (0626)41–80–67.

E-mail: prorector.uo@dgma.donetsk.ua

ЛУКІЧОВ Олександр Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ проектування машин Донецької академії автомобільного транспорту.

Наукові інтереси:

- підвищення ефективності технології обробки деталей.

E-mail: a_lukichov@mail.ru

МАТВІЄНКО Сергій Анатолійович – аспірант кафедри “Технологія і управління виробництвом” Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ; декан факультету “Транспортні технології” Донецької академії автомобільного транспорту.

Наукові інтереси:

- підвищення ефективності технології обробки деталей.

E-mail: serge-matvienko@yandex.ru

Стаття надійшла до редакції 21.06.2012

Ковалевський С.В., Лукічов О.В., Матвієнко С.А. Аналіз стану проблеми реновації деталей автомобілів технологічними методами

Ковалевский С.В., Лукичев А.В., Матвиенко С.А. Анализ состояния проблемы реновации деталей автомобилей технологическими методами

Kovalevskiy S., Lukichev A., Matvienko S. The analysis of the state of problem renovation of the parts of a vehicle by technological methods

УДК 629.7

Анализ состояния проблемы реновации деталей автомобилей технологическими методами / С.В. Ковалевский, А.В. Лукичев, С.А. Матвиенко

В статье проведен анализ проблемы увеличения ресурса деталей автомобилей технологическими методами при изготовлении и ремонте. Среди рассмотренных - сварка, наплавление, пластическая деформация, поверхностно-пластическая деформация, газотермическое напыление, гальванические покрытия, пайки, нанесение синтетических материалов, ультразвуковая обработка. Проведенный анализ дал возможность выделить упрочняющую вибрационную обработку в упругой среде (УВОУС) как ресурсосберегающий метод, который имеет широкие технологические возможности и высокую экономическую эффективность.

УДК 629.7

The analysis of the state of problem renovation of the parts of a vehicle by technological methods / S.Kovalevskiy, A.Lukichev, S.Matvienko

The problem of increase of the parts life of a vehicle by technological methods at production and repair is analyzed in the article. Among considered are welding, fusing, plastic deformation, surface plastic deformation, gas-thermal sputtering, galvanic coatings, soldering, putting synthetics, ultrasonic machining. Carried out the analysis is given an opportunity to separate out strengthening vibromechanical treatment in an elastic medium (SVTEM) as a resource-saving method which has large manufacturing capabilities and high economic efficiency.