

ВИБІР СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЯКОСТІ

Горбенко С.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна, horbenkoserhii@ukr.net, orcid.org/0000-0002-6497-7959

CHOICE THE RESTORING METHOD OF DETAILS BY QUALITY CRITERIA

Horbenko S.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine, horbenkoserhii@ukr.net, orcid.org/0000-0002-6497-7959

ВЫБОР МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА

Горбенко С.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, horbenkoserhii@ukr.net, orcid.org/0000-0002-6497-7959

Вступ.

Обираючи найбільш раціональний технологічний процес модифікації деталей враховують наступні початкові дані: геометричні параметри, форму, точність виготовлення деталі, матеріал, термічну обробку, умови роботи, вид і характер дефекту, виробничі потужності ремонтного підприємства та ін.

Важливим чинником є локалізація дефекту, його виду та походження, який впливає на подальший вибір технологічного процесу відновлення експлуатаційних властивостей деталей.

В рамках забезпечення надійності сучасних двигунів, як складової якості, використовують такі характерні напрямки модифікації їх складових, а саме: застосування прогресивних технологічних процесів відновлення деталей і складальних одиниць, що дозволяють істотно поліпшити їх якісні показники; впровадження матеріалів підвищеної стійкості процесам зношення; розробка та впровадження в виробничі процеси зміцнювальних технологій поверхні ресурсовизначальних деталей [1].

Для підвищення довговічності деталей застосовуються різні технологічні процеси зміцнення (модифікації) поверхневого шару: фізико-хімічна обробка робочих поверхонь деталей, термічна обробка, поверхневе пластичне деформування (ППД), наплавка поверхонь, гальванічні покриття, електроерозійне легування (ЕЕЛ) і ін. Застосування перерахованих методів дозволяє поліпшити якісні параметри поверхневого шару, а саме: підвищити зносостійкість за рахунок зміни твердості і мікротвердості оброблюваного матеріалу деталей, знизити шорсткість і відновити зношені поверхні, тощо.

Мета роботи.

Мета роботи полягає в аналізі існуючих методів модифікації поверхневого шару та у виборі ефективного та економічно обґрунтованого способу відновлення деталей, що враховує критерії якості, які впливають на експлуатаційні властивості та забезпечить відповідний вимогам рівень після процесу модифікації.

Постановка проблеми.

З метою підвищення експлуатаційних властивостей ресурсовизначальних деталей ДВЗ, а саме їх надійності і довговічності, шляхом надання поверхневого шару необхідних фізико-механічних властивостей, в машинобудуванні та ремонтному виробництві широко використовують різні методи його модифікації шляхом структурних змін, а також підвищення твердості і міцності, утворення сприятливих стискаючих напруг, зниження шорсткості оброблюваних поверхонь. Це сприяє підвищенню надійності і довговічності деталей, які особливо піддаються абразивному зношуванню в процесі експлуатації.

Жоден з перерахованих методів модифікації поверхневого шару не забезпечує достатнього рівня універсальності, тому в кожному окремому випадку для конкретних деталей, при відновленні у ремонтному виробництві, підбирають той метод, який в повній мірі задовольняє вимогу підвищення експлуатаційних характеристик та є економічно доцільним.

Основний матеріал.

Для отримання високої твердості поверхневого шару деталі із збереженням в'язкого осердя, що забезпечує стійкість процесам зношення, застосовують модифікацію поверхні або хіміко-термічну обробку. Серед цілого ряду методів поверхневого зміцнення (в розплавлених металах, електрострумом високої частоти, полуменевий гарт), в практиці найбільш широке застосування знайшов спосіб

високочастотного гартування при нагріванні поверхневого шару деталі змінним струмом високої частоти (СВЧ). До основних переваг даного методу можна віднести: можливість контролювати глибину зміцненого шару від часток міліметра до 10мм та забезпечити мінімальне короблення при цьому. Але з позиції економічної ефективності загартовування СВЧ доцільно застосовувати тільки в масовому і великосерійному виробництві через високу вартість обладнання і самого технологічного процесу [2].

Одним з напрямків підвищення зносостійкості деталей є створення на їх поверхнях шарів хімічних сполук, властивості яких відрізняються від властивостей основних металів. До таких методів слід віднести: цементацію, азотування, борування, хромування, металізацію і ряд інших, які в основному знаходять широке застосування при виготовленні деталей ДВЗ переважно для поліпшення протизадирних та антифрикційних якостей деталей машин, що працюють у важких умовах тертя.

Процес цементації полягає в насиченні поверхневих шарів деталей, які перебувають в процесах активного тертя, вуглицем на глибину 0,5-2,5мм з подальшим м'яким осерддям [3]. Основний недолік цементації – виникнення в поверхневому цементованому шарі напружень стиску, а в осерді – напруження розтягу, яке призводить до утворення значної деформації деталі.

У виробничих процесах цементації поверхневих шарів деталей застосовують азотування (дифузійне насичення азотом поверхонь сталевих деталей), яке проводять при температурі 500-600° С в шахтній електричній печі. Тривалість витримки в залежності від необхідної глибини шару і температури процесу задають з розрахунку 15год на 0,1мм азотованого шару. В результаті наявності в азотованому шарі залишкових напружень стиску межа витривалості деталей значно підвищується. Застосування процесу азотування найбільш ефективно для деталей, які повинні мати високу зносостійкість і мікротвердість поверхневого шару та стійкість до корозійного впливу.

Останнім часом в промисловості набув поширеного застосування більш вдосконалений процес азотування іонізованим азотом в плазмі тліючого розряду – іонне азотування (ІА). Переваги даного методу в порівнянні зі звичайним рідинним і газовим азотуванням полягає в можливості цілеспрямованого контролю структури отриманого поверхневого шару, зменшити короблення, поліпшити показники екологічної безпеки процесу, скоротити тривалість обробки.

Для деталей, які працюють при знакозмінних навантаженнях та в агресивних і абразивних середовищах, з метою підвищення зносостійкості їх поверхневого шару застосовують процес дифузійного насичення поверхні сполуками бору у вигляді боридів заліза.

Хромування зазвичай використовують для підвищення жаро-, зносо-, квітацийної і корозійної стійкості деталей машин та забезпечує окалиностійкість. Твердість хромованого шару підвищується зі збільшенням вмісту вуглецю і може досягати HV1300 при глибині шару до 0,3 мм. Недоліком методу є: мала товщина шару при великій тривалості і складності процесу.

Металізація напиленням полягає в розпиленні розплавленого металу струменем стисненого повітря і осадженні його на попередньо підготовлену поверхню деталі. Незважаючи на достатню простоту і значну продуктивність, метод має істотні недоліки: висока пористість (до 10%), зниження опору втоми, незадовільна робота в умовах тертя без змащувального матеріалу. Застосовується, як правило, для відновлення шийок валів, колінвалів, вкладишів підшипників і т.п.

В сучасному машинобудуванні для зміцнення і нанесення захисних покриттів також застосовують метод електроерозійного легування (ЕЕЛ) – перенесення легуваного матеріалу аноду на леговану поверхню при іскровому розряді в середовищі кисню. Цей метод дозволяє змінювати в широких межах механічні, термічні, і інші властивості робочих поверхонь деталей. До основних особливостей ЕЕЛ слід віднести локальну обробку поверхні, високу міцність адгезії нанесеного матеріалу з основою, відсутність необхідності спеціальної підготовки поверхні [4]. Недоліками методу є: виникнення в поверхневому шарі залишкових напружень розтину, зниження втомної міцності.

Метод лазерного термозміцнення поверхні деталі, який заснований на використанні явища високошвидкісного розігріву металу під тиском лазерного променя до температур, що перевищують температуру фазових перетворень і подальшого високошвидкісного охолодження за рахунок відведення тепла з поверхні в основну масу металу.

В своїх дослідженнях автори [5] встановили, що при обробці променем лазера, як і при звичайному гартуванні, в поверхневому шарі утворюється мартенсит і залишковий аустеніт. Мікротвердість в зоні обробки підвищується за рахунок того, що в зоні швидкого нагріву і охолодження утворюється більш дрібнозернистий мартенсит, при чому глибина зміцненого шару досягає до 0,2мм. До переваг згаданого методу можна віднести наступне: можливість високопродуктивного зміцнення локальних ділянок деталей в місцях їх інтенсивного зносу; відсутність деформації деталі і можливість обро-

бки без збільшення шорсткості, що створює можливість виключити фінішну обробку. Недоліки методу: неможливість відновлення геометричних розмірів зношених ділянок, низька продуктивність зміцнення великих площ поверхні, необхідність у забезпеченні складної оснастки, а це в кінцевому результаті в значній мірі впливає на економічні показники, тобто на собівартість продукції.

З метою порівняння якісних та кількісних показників розглянутих методів модифікації поверхневих шарів деталей при виготовленні та ремонті їх переваги і недоліки зводимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки технологічних методів модифікації поверхневих шарів
Table 1 – Advantages and disadvantages of technological methods of surface layer modification

Характеристика якості поверхневого шару	Методи підвищення якості поверхневого шару
Переваги	
Підвищення твердості	Загартування СВЧ, цементация, термодифузійне хромування, наплавлення, вібраційна обробка
Підвищення зносостійкості	Вібраційна обробка, цементация, азотування, термодифузійне хромування, гальванопокриття, ЕЕЛ
Підвищення корозійної стійкості	Вібраційна обробка, ІА, азотування, термодифузійне хромування, гальванопокриття, ЕЕЛ
Можливість відновлення зношених поверхонь	Вібраційна обробка, наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням, ЕЕЛ
Підвищення втомної міцності	Вібраційна обробка, загартування СВЧ, цементация, ІА, термодифузійне хромування, ППД
Зниження шорсткості	Вібраційна обробка, ППД
Екологічна безпека	Вібраційна обробка, загартування СВЧ, ІА, ППД, ЕЕЛ
Недоліки	
Викривлення	Загартування СВЧ, цементация, ІА, термодифузійне хромування, наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням
Збільшення шорсткості	Наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням, ЕЕЛ
Зниження втомної міцності	Наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням, ЕЕЛ
Неможливість відновлення зношених поверхонь	Загартування СВЧ, цементация, азотування, ІА, термодифузійне хромування
Підвищена екологічна безпека	Цементация, азотування, термодифузійне хромування, наплавлення, гальванопокриття, металізація напиленням

Аналізуючи дані літературних джерел [2-6], виділимо основні експлуатаційні властивості деталей, набуті в результаті технологічних процесів модифікації поверхневого шару та зводимо їх до таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика основних методів зміцнення поверхні
Table 2 – Main surface hardening methods characteristics

Метод	Азотування	Борування	Ін. методи ХТО	Поверхнево-пластичне деформування	Гальванічні покриття	Електроіскрове легування	Газотермічне напильовання	Вакуум-плазмові покриття	Лазерна термічна обробка	Іонне азотування
	Хіміко – термічна обробка (ХТО)									
Властивості										
Твердість, МПа	1230 – 1640 HV	1500 – 1700 HV	7500 – 8500	4000–6200	1100	500–1000	6500–11000	11000 – 16000	7500–15000	10500 – 10700
Товщина, мм	0,05–0,15	0,12–0,5	0,01–0,25	0,35–0,45	0,15–0,7	0,2–0,4	0,1–0,5	0,05 – 0,12	0,35–5	0,1–0,3
Температура процесу, °С	900–1100	900–1200	750–950	20–50	50–450	300–500	50–350	400–600	1000–1500	300–900
Тривалість процесу	3–100 год	3–20 год	2–50 год	0,5–4 год	0,5–3 год	0,0003 м ² /хв	0,1–10 кг/год	0,5–1,5 год	10–100 м/с	0,5-10 год
Зносостійкість	↑ в 2,5–3,2 рази	↑ в 8,0 разів	↑ в 1,5-3,0 рази	↑ в 1,2–2,0 рази	↑ в 5,4 рази	↑ в 1,6–3,5 рази	↑ в 2,5–3,1 рази	↑ в 2,0–4,0 рази	↑ в 1,5...3,0 рази	↑ в 1,7–3,1 рази
Корозійна стійкість	↑ в 20 разів	в 35 разів	↑ в 15 разів	↑ в 2 рази	↑ в 3 рази	-	↑ в 5 разів	↑ до 10 разів	↑ на 15%	-
Ерозійна стійкість	↑ в 2 рази	↑ в 2 рази	↑ в 2 рази	↑ на 23%	↓ до 5%	-	↑ в 3 рази	↑ в 7...10 разів	↑ на 10%	-

Кожен із розглянутих методів модифікації поверхневого шару має свої переваги та недоліки технічного, технологічного та економічного характеру. Вибір того чи іншого способу відновлення можна здійснювати в наступній послідовності:

1. Визначення застосування можливих способів відновлення з урахуванням кожного дефекту;
2. Відібрані способи слід оцінити за критеріями якості (технологічності, трудомісткості, собівартості, коефіцієнту витрати матеріалу, кратністю відновлення).

При виборі технологічного процесу спочатку необхідно звернути увагу на можливі способи відновлення по кожному дефекту в даних конкретних виробничих умовах у заданий термін і в необхідному обсязі.

Обравши спосіб відновлення, необхідно оцінити їх за наступними критеріями: технологічність, яка обумовлена трудомісткістю, собівартістю, коефіцієнтом оброблюваності, кратністю відновлення; продуктивністю; надійністю та ін.

Потім обираємо сукупності способів відновлення, з урахуванням їхнього логічного взаємозв'язку, технологічної спадковості й обмежень по ергономічним (гігієнічність і безпека праці), економічним, естетичним показникам, рівнем механізації, автоматизації, уніфікації, патентної чистоти. У бі-

льшості випадків ці показники відіграють допоміжну роль, що дозволяє заповнити характеристику раціональних варіантів.

Із літературних джерел [11] відомо, що типові і групові технологічні процеси відновлення не одержали широкого використання, оскільки їх складно застосувати при відновленні конкретних деталей машин.

При виборі способу відновлення в першу чергу необхідно зробити аналіз за критеріями якості про застосування методу, мета якого полягає у виборі способу усунення дефекту деталі, що найкраще відповідає критеріям застосовуваності, технологічному і техніко-економічному обґрунтуванню, а саме:

1. *Критерій застосовності* є технологічним критерієм і визначає принципову можливість застосування різних способів відновлення по відношенню до конкретних деталей. Цей критерій описується функцією.

$$K_{\Pi} = \varphi(M_D; \Phi_D; D_D; Z_D; H_D; \sum_{i=1}^m T_i)$$

де M_D – матеріал деталі; Φ_D – форма деталі; D_D – діаметр деталі; Z_D – знос деталі; H_D – навантаження, що сприймається деталлю; $\sum_{i=1}^m T_i$ – сума технологічних особливостей способу відновлення.

За цим критерієм вибираються конкретні способи для подальшої оцінки їх за допомогою інших критеріїв.

2. *Критерій довговічності* визначає працездатність відновлюваних деталей. Він виражається через коефіцієнт довговічності, під яким розуміється відношення довговічності відновленої деталі до довговічності нової деталі цього найменування. Цей коефіцієнт визначається як функція.

$$k_D = f1(k_z; k_v; k_{zc})$$

де k_z – коефіцієнт зносостійкості; k_v – коефіцієнт витривалості; k_{zc} – коефіцієнт зчеплення.

3. *Техніко-економічний критерій* є функцією двох аргументів.

$$k_{m.e.} = f2(k_{np}; E)$$

де k_{np} – коефіцієнт продуктивності способу; E – показник економічності способу. За продуктивністю оцінюють окремо спосіб відновлення в цілому і процес нанесення матеріалу при цьому способі. Продуктивність вибраного способу модифікації визначається за формулою:

$$K_n = t_{p.n} / t_i$$

де $t_{p.n}$ – основний час відновлення умовної деталі ручним наплавленням;
 t_i – основний час відновлення умовної деталі даним способом.

Використовуючи вище наведену методику та дані з таблиці 2, побудуємо діаграму (Рис.1) залежності витрат енергоресурсів, що будуть витрачені при забезпеченні шару певної твердості на задану товщину.

На основі аналізу діаграм та підрахунків енерговитрат можна зробити висновок про економічну доцільність того чи іншого способу модифікації поверхневого шару та обрати необхідний, в залежності від задоволення критеріїв якості, умов використання та експлуатаційних властивостей відповідних поверхонь деталей.

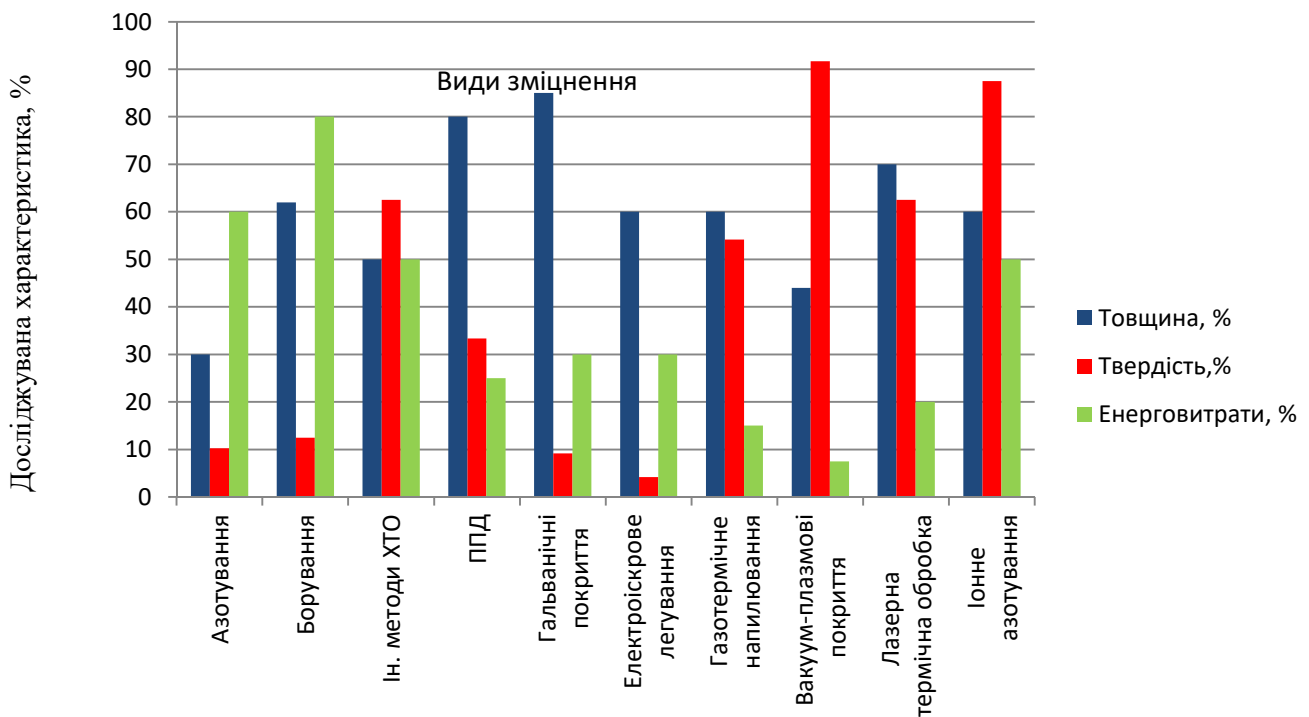


Рисунок 1 – Діаграма залежності витрат енергоресурсів від отриманого зміцненого поверхневого шару
Figure 1 – Dependence of energy consumption on the obtained hardened surface layer diagram

Висновки.

Проведеними дослідженнями методів модифікації поверхневих шарів деталей встановлено, що найбільш перспективнішим є методи іонного азотування (в тому числі вакуумно – плазмове азотування як комбінований метод) та лазерного термозміцнення. На основі аналізу, що включав в себе порівняння характеристик методів поверхневого зміцнення та їх оцінки за критеріями якості (технологічності, трудомісткості, собівартості, коефіцієнту витрати матеріалу, кратністю відновлення), дані методи є такими, що потребують більш детального вивчення та можуть бути використанні для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей деталей, що будуть відновлені в міжремонтному інтервалі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуляев А.П. Металловедение / А.П.Гуляев. –М.: Металлургия, 1977. – 646 с.
- 2.Полевой С.Н. Упрочнение металлов/ С.Н. Полевой, В.Д. Евдокимов. –М.: Машинностроение, 1986. – 319 с.
- 3.Верхутов А.Д. Технология электроискрового легирования металлических покрытий/ А.Д. Верхутов, И.М. Муха. –К.: Техника, 1982. – 181 с.
- 4.Коваленко А.Д. Упрочнение деталей пучком лазера/ А.Д. Коваленко,Л.Ф. Головкин, Г.В. Меркулов, А.И. Стрижак. К.: Техника, 1981. – 131 с.
- 5.Дудніков І.А.Розрахунок напруженого стану відновлюваних циліндричних деталей / І.А. Дудніков, О.І.Біловод // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця. – 2005. – №1.-35-37.
6. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин [Текст] / Н. В. Молодык, А.С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
7. Харламов Ю.О., Будагьянц Н.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин. Учебное пособие в 2т. – Луганск: изд-во Восточно-укр. Национ. ун-та им. В. Даля. 2003.
8. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – 3-е изд. – М.: Машиностроение. 1989. – 200 с.
9. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой.- М.: Машиностроение; 1987.– 192 с.

10. Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование: учебник для высш. учеб. заведений / В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Голяк, П.М. Шощкий. – М.: Транспорт, 1995. – 301 с.
11. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники. М.И. Черновол, Киев, УМКВО, 1989
12. Надежность и ремонт машин. Под редакцией В.В. Курчаткина. – М., „Колос”. 2000.– 776 с.
13. Відновлення деталей машин. Молодик М. В., Лангерд, Бредун А. – К.: “Урожай”.– 1989. – 256 с.

REFERENCES

1. Gulyaev AP Metal Science / AP Gulyaev. –M .: Metallurgy, 1977. – 646 p.
2. Polevoy SN Strengthening of metals / S.N. Field, VD Evdokimov. –M .: Mechanical Engineering, 1986. – 319 p.
3. Verhutov AD Technology of electrospark alloying of metal coatings / AD Verkhutov, I.M. Fly. –K .: Engineering, 1982. – 181 p.
4. Kovalenko AD Hardening of parts by laser beam / AD. Kovalenko, L.F. Golovko, GV Merkulov, A.I. Haircut. K .: Engineering, 1981. – 131 p.
5. Dudnikov IA Calculation of the stress state of the recovered cylindrical parts / IA Dudnikov, OI Belovod // Vibrations in Engineering and Technology. – Vinnytsia. – 2005. – №1.-35-37.
6. Molodyk NV Restoration of machine parts [Text] / NV Molodyk, AS Zenkin. – M.: Mechanical Engineering, 1989. – 480 p.
7. Yu.A. Kharlamov, NA Budagyants; Fundamentals of technology for restoration and strengthening of machine parts. Study Guide in 2t. – Lugansk: Publishing House East-Ukr. Nation. them. V. Dalia. 2003.
8. Askinazi B.M. Strengthening and restoration of machine parts by electromechanical treatment. – 3rd ed. – M .: Mechanical Engineering. 1989. – 200 p.
9. AI Sidorov Restoration of machine parts by spraying and surfacing. – M .: Mechanical Engineering; 1987. – 192 p.
10. Restoration of car parts. Technology and equipment: a textbook for higher education. textbooks the institution / V.E. Kanarchuk, A.D. Chigrynets, OL Golyak, P.M. Shotsky. – M .: Transport, 1995. – 301 p.
11. Restoration and strengthening of agricultural machinery parts. WE. Chernovol, Kiev, UMCWH, 1989
12. Reliability and repair of machines. Edited by V.V. Kurchatkina. – M., Colossus. 2000– 776 p.
13. Restoration of machine parts. Molodok MV, Langerd, Bradun A. – K .: Harvest. – 1989. – 256 p.

РЕФЕРАТ

Горбенко С.С. Вибір способу відновлення деталей за критеріями якості / С.С. Горбенко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2020. – Вип. 1 (46).

Мета статті полягає в аналізі існуючих методів модифікації поверхневого шару та у виборі такого способу відновлення деталей, що враховує критерії якості, які впливають на експлуатаційні властивості та забезпечить їх необхідний рівень після процесу модифікації.

У статті розглянуто основні методи модифікації поверхневого шару, проаналізовано та систематизовано основні переваги та недоліки технологічного процесу того чи іншого методу, що може бути застосованим. Також у статті розглянуто та подано у вигляді таблиці кількісні показники основних технологічних параметрів кожного з розглянутих методів відновлення експлуатаційних властивостей.

За результатами проведеного аналізу запропоновано методику вибору раціонального технологічного процесу відновлення та сформовано критерії, згідно якими буде виконуватись вибір найоптимальнішого методу модифікації поверхневого шару, мета якого полягає у виборі способу усунення дефекту деталі, що найкраще відповідає критеріям застосовуваності, технологічному і техніко-економічному обґрунтуванні.

Об'єкт дослідження – критерії якості та основні методи відновлення експлуатаційних властивостей деталей двигунів, що задовольняють ці критерії.

Використовуючи розроблену методику та дані з таблиці 2, було побудовано діаграму залежності витрат енергоресурсів, що будуть витрачені при забезпеченні шару певної твердості на задану товщину.

На основі аналізу, що включав в себе порівняння характеристик методів поверхневого зміцнення та їх оцінки за критеріями якості, встановлено, що найбільш перспективнішим є метод іонного азотування та лазерного термозміцнення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДИФІКАЦІЯ, ПОВЕРХНЕВИЙ ШАР, ВІДНОВЛЕННЯ, КРИТЕРІЙ ЯКОСТІ

ABSTRACT

Horbenko S.S. Choice the restoring method of details by quality criteria. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2020. – Issue 1 (46).

The purpose of the article is to analyze the existing methods of surface layer modification and to choose such a method of restoration of parts, which takes into account the quality criteria that affect the operational properties and ensure their required level after the modification process.

The main methods of surface layer modification are considered in the article, the main advantages and disadvantages of technological process that can be applied are analyzed and systematized. In the article quantitative indicators of the main technological parameters of each of the considered methods of restoration of operational properties are considered and presented as a table.

According to the results of the analysis, a method for choosing a rational technological process of restoration was proposed and criteria were formed according to which the most optimal method of surface layer modification would be fulfilled.

The object of study is the quality criteria and the basic methods for restoring the performance of engine parts that satisfy these criteria.

Using the developed methodology and the data from Table 2, a diagram of the dependence of energy consumption costs, which will be consumed when provided with a layer of certain hardness for a given thickness, was constructed.

Based on the analysis, which included a comparison of the characteristics of surface hardening methods and their evaluation by quality criteria, it was found that the most promising method is ion nitriding and laser thermal hardening.

KEYWORDS: MODIFICATION, SURFACE LAYER, RESTORATION, QUALITY CRITERIA

РЕФЕРАТ

Горбенко С.С. Выбор метода восстановления деталей по критериям качества / С.С. Горбенко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 1(46).

Цель статьи заключается в анализе существующих методов модификации поверхностного слоя и в выборе такого способа восстановления деталей, который учитывает критерии качества, влияют на эксплуатационные свойства и обеспечит их необходимый уровень после процесса модификации.

В статье рассмотрены основные методы модификации поверхностного слоя, проанализированы и систематизированы основные преимущества и недостатки технологического процесса того или иного метода который может быть применен. Также в статье рассмотрены и представлены в виде таблицы количественные показатели основных технологических параметров каждого из рассмотренных методов восстановления эксплуатационных свойств.

По результатам проведенного анализа предложена методика выбора рационального технологического процесса восстановления и сформированы критерии, согласно которым будет выполняться выбор оптимального метода модификации поверхностного слоя, цель которого заключается в выборе способа устранения дефекта детали, которая лучше всего отвечает критериям применимости, технологическом и технико-экономическом обосновании.

Объект исследования - критерии качества и основные методы восстановления эксплуатационных свойств деталей двигателей, удовлетворяющих эти критерии.

Используя разработанную методику и данные из таблицы 2, было построено диаграмму зависимости расхода энергоресурсов, истрачиваемых при обеспечении слоя определенной твердости на заданную толщину.

На основе анализа, включавшего в себя сравнение характеристик методов поверхностного упрочнения и их оценки по критериям качества, установлено, что наиболее перспективным является метод ионного азотирования и лазерного термоупрочнения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОДИФИКАЦИЯ, ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА

АВТОРИ:

Горбенко Сергій Сергійович, асистент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail : horbenkoserhii@ukr.net, тел. +380974523053, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 102, orcid.org/0000-0002-6497-7959.

AUTHORS:

Horbenko Serhii Serhiiovich, assistant of department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: horbenkoserhii@ukr.net, tel. +380974523053, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102, orcid.org/0000-0002-6497-7959.

АВТОРЫ:

Горбенко Сергей Сергеевич, ассистент кафедры «Производство, ремонт и материаловедение», e-mail: horbenkoserhii@ukr.net, тел. +380974523053, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 102, orcid.org/0000-0002-6497-7959.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Поляков В. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів Національного транспортного університету, Київ, Україна

Слинько Г.І., доктор технічних наук, професор кафедри «Двигуни внутрішнього згорання» Національного університету «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

REVIEWER:

Polyakov V. M., candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Automobile National Transport University, Kyiv, Ukraine

Slynko H.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Internal Combustion Engines, Zaporizhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine