

ласти вокруг него и может быть использован для оценки качества поверхности изделия после нанесения покрытия, характера изношенного слоя, его однородности и принятия решений о дальнейшем использовании изделия.

Показано, что при деформации, создаваемой отпечатком в поверхности без упрочнения, металл вокруг отпечатка выдавливается с образованием «бугров». При нагружении (0,490 Н) поверхности с нанопокрывтием отпечатки характеризуются появлением полос скольжения. При неправильной установке шлифа в процессе индентирования или продавливания слоя покрытия частично или полностью проявляются диагонали отпечатка, что не соответствует твердости упрочняющего слоя.

Установлено, что метод индентирования по Виккерсу может быть использован для оценки степени упрочнения нанопокрывтиями WC и CrN при оптимальной нагрузке 0,245 Н.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колмаков А. Г., Тереньгев В. Ф., Бакиров М. Б. Методы измерения твердости. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Интернет Инжиниринг, 2005. — 150 с.

2. ГОСТ 2999–75. Металлы и сплавы. Методы измерения твердости по Виккерсу. — М.: Изд-во стандартов, 1975. — 12 с.
3. Скобло Т. С., Белкин Е. Л., Романюк С. П. Методика математической оценки фазового состава стали / Вісник ХНТУСГ. 2014. Вип. 146. С. 8 – 24.
4. Скобло Т. С., Ключко О. Ю., Белкин Е. Л. Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокохромистого чугуна / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. № 6. С. 35 – 42.

REFERENCES

1. Kolmakov A. G., Terentev V. F., Bakirov M. B. Metody izmereniya tverdosti [Methods for measuring the hardness]. 2nd Edition. — Moscow: Internet Inzhiniring, 2005. — 150 p.
2. State Standard GOST 2999–75. Metally i splavy. Metody izmereniya tverdosti po Vikkersu [Metals and alloys. Methods of measurement of the Vickers hardness]. — Moscow: Izd. standartov, 1975. — 12 p. [in Russian].
3. Skoblo T. S., Belkin E. L., Romanyuk S. P. Metodika matematicheskoi otsenki fazovogo sostava stali [Technique of mathematical estimation of the steel phase composition] / Visnik KhNTUSG. 2014. N 146. P. 8 – 24 [in Russian].
4. Skoblo T. S., Klochko O. Yu., Belkin E. L. Primenenie komp'yuternogo analiza metallograficheskikh izobrazhenii pri issledovanii struktury vysokokhromistogo chuguna [The use of computer analysis of metallographic images in the study of the structure of high-chromium cast iron] / Zavod. Lab. Diagn. Mater. 2012. Vol. 78. N 6. P. 35 – 42 [in Russian].

УДК 620.178.16:621.793.7

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ

© В. А. Полетаев¹, П. В. Пучков²

Статья поступила 8 сентября 2014 г.

В большинстве случаев электродвигатели и насосы выходят из строя вследствие износа нагруженных деталей (валов, втулок и т.д.) в результате их контакта с резинометаллическими подшипниками и жидкостью, проходящей через элементы электронасоса. Эти детали изготавливают в основном из дорогостоящих сталей 40Х13 и 12Х18Н10Т. Качество поверхностей деталей из этих сталей улучшить за счет легирования или термической обработки практически невозможно. Поэтому предложено изготавливать детали из более дешевой стали 45 и повышать качество поверхностей трения путем упрочняющей обработки, включающей нанесение покрытия из хрома с ультраалмазами, последующее точение и алмазное выплачивание поверхности.

Ключевые слова: упрочнение; покрытие; твердость; шероховатость; качество поверхности; износ; ультраалмаз.

Потери металла в нашей стране в результате износа и коррозии ежегодно составляют десятки миллионов тонн и оцениваются в десятки миллионов рублей.

¹ Ивановский государственный энергетический университет, г. Иваново, Россия; e-mail: poletaev@tam.ispu.ru

² Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Иваново, Россия; e-mail: palpush@mail.ru

Огромные материальные и трудовые ресурсы расходуются на изготовление запасных частей и ремонт техники. Мощности ремонтных предприятий во многих отраслях промышленности значительно превышают мощности заводов — изготовителей техники. В большинстве случаев техника выходит из строя вследствие износа нагруженных деталей (прежде всего, узлов

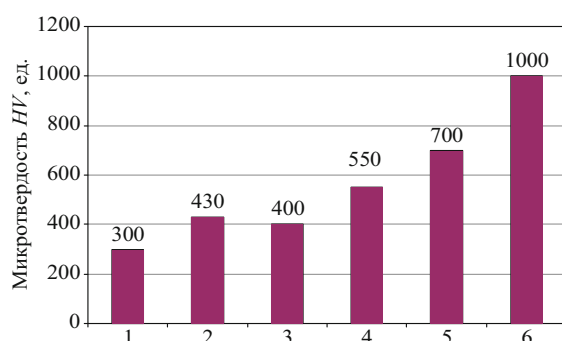


Рис. 1. Гистограмма изменения микротвердости HV в зависимости от метода механической обработки детали из стали 45: 1 — точение без термической обработки; 2 — точение + алмазное выглаживание (AB); 3 — термическая обработка (ТО) + точение; 4 — ТО + AB; 5 — точение + нанесение покрытия из хрома с ультраалмазами (УА); 6 — УА + точение + AB

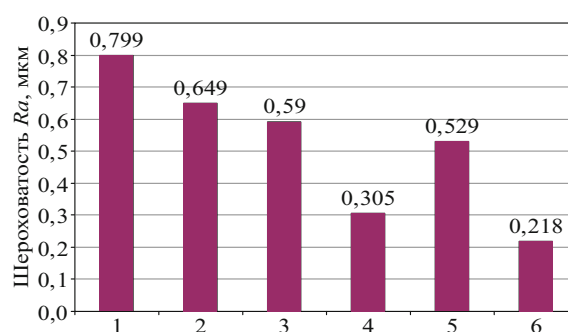


Рис. 2. Гистограмма изменения шероховатости Ra в зависимости от метода обработки для деталей из стали 45: 1 — точение; 2 — точение + алмазное выглаживание (AB); 3 — шлифование; 4 — шлифование + AB; 5 — шлифование покрытия с хромом и ультраалмазами; 6 — шлифование + AB покрытия с хромом и ультраалмазами

трения). Разрушаются только рабочие поверхности (поверхности трения) деталей, которые либо отправляют в металллом на переплавку, либо восстанавливают нанесением слоев металла со специальными свойствами. В результате нанесения таких покрытий не только восстанавливаются размеры деталей, но и упрочняются их поверхности. Поэтому детали с покрытиями обычно имеют высокую износостойкость и служат в несколько раз дольше, чем детали без покрытий. Еще большую эффективность дает применение покрытий при создании новой или модернизации существующей техники.

Цель работы — повышение качества поверхностей трения (на примере узлов электронасосных агрегатов для воды) путем упрочняющей обработки, включающей нанесение покрытия и последующее его поверхностно-пластическое деформирование алмазным выглаживанием.

В большинстве случаев электродвигатели и насосы выходят из строя вследствие износа нагруженных деталей (валов, втулок и т.д.) в результате их контакта с резинометаллическими подшипниками и жидкостью, проходящей через элементы электронасоса. При этом у электродвигателей разрушается только рабочая поверхность деталей (втулок, валов), которая контактирует с подшипниками и жидкой массой. В основном эти детали изготавливают из дорогостоящих сталей 40X13 и 12X18H10T. Качество поверхности деталей из них уже нельзя существенно повысить за счет легирования или термической обработки. Поэтому предлагается изготавливать детали из другой стали, например, более дешевой стали 45 и наносить на них многокомпонентные покрытия, в частности, хромированные покрытия с ультраалмазами [1–3].

Хромированные покрытия с ультраалмазами получали с помощью специального оборудования, включающего ванну хромирования, резервуар, циркуляционный насос, фильтры и трубопроводы. Состав электролита: CrO_3 , ультраалмазы, H_2SO_4 . Технические характеристики ультраалмазов: размер частиц —

4–8 нм (первичные микрокристаллиты 20–30 нм — первичные агрегаты); удельная поверхность — $300 + 30 \text{ м}^2/\text{г}$. Фазовый состав: кубический алмаз — 80–100 %; алмазоподобный рентгеноаморфный углерод — до 20 %; содержание примесей — не более 3,0 %. Толщина полученного покрытия — 20 мкм.

Технология упрочнения деталей включала токарную обработку (точение) и последующее алмазное выглаживание.

Исследовали втулки из сталей 12X18H10T, 40X13 и стали 45 с хромированным покрытием и ультраалмазами. Для измерений микротвердости использовали микротвердомер ПМТ-3 (ГОСТ 1156). На рис. 1 показаны гистограммы изменения микротвердости HV в зависимости от метода механической и упрочняющей обработки деталей из стали 45. Максимальная твердость после термообработки, точения, алмазного выглаживания составляет $550HV$, а после нанесения покрытия из хрома с ультраалмазами с последующим алмазным выглаживанием — $1000HV$.

Шероховатость измеряли на приборе профилометре-профилографе модели АБРИС-ПМ7. На рис. 2. представлены гистограммы изменения шероховатости Ra в зависимости от методов механической обработки и упрочнения для деталей из стали 45. Видно, что величина шероховатости Ra после точения, шлифования и последующего алмазного выглаживания уменьшается с 0,799 до 0,305 мкм, а после нанесения покрытия из хрома с ультраалмазами и последующего алмазного выглаживания — до 0,208 мкм.

На рис. 3, а показано изменение микротвердости HV в зависимости от метода обработки деталей из стали 12X18H10T. Видно, что исходная величина микротвердости деталей, обработанных точением, составляет $250HV$. Последующее алмазное выглаживание незначительно повышает величину HV . Микротвердость деталей, подвергнутых термической обработке и алмазному выглаживанию существенно возрастает — до $516HV$.

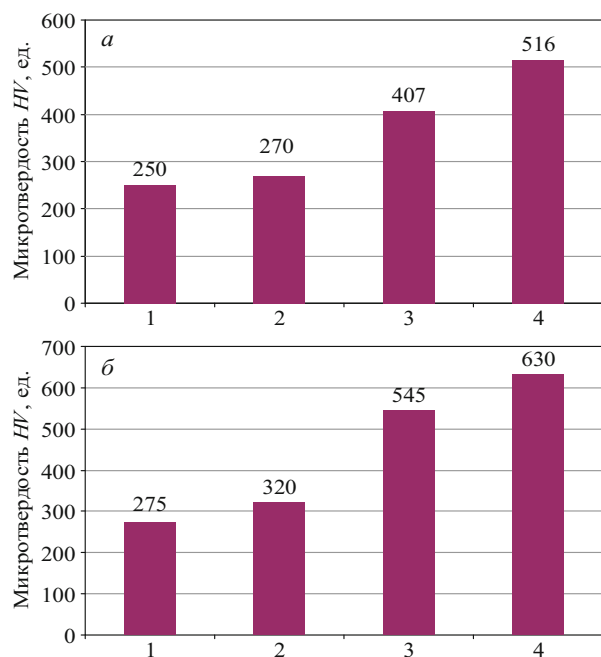


Рис. 3. Гистограммы изменения микротвердости HV в зависимости от метода обработки деталей из сталей 12X18H10T (а) и 40X13 (б): 1 — точение; 2 — точение + алмазное выглаживание; 3 — ТО (термообработка); 4 — ТО + алмазное выглаживание

На рис. 3, б представлена гистограмма изменения микротвердости HV для детали из стали 40X13. Из нее следует, что термическая обработка и последующее алмазное выглаживание существенно повышают микротвердость HV .

Из гистограммы изменения шероховатости Ra в зависимости от метода обработки для деталей из стали 40X13 (рис. 4, а) видно, что обработка алмазным выглаживанием после точения снижает величину шероховатости до 0,444 мкм, а после шлифования — до 0,291 мкм.

Гистограмма изменения величины шероховатости для деталей из стали 12X18H10T (рис. 4, б) показывает, что после обработки точением $Ra = 0,510$ мкм, а после шлифования — 0,285 мкм. Последующее алмазное выглаживание уменьшает величину шероховатости после точения до 0,289 мкм, а после шлифования — до 0,132 мкм. Для этих же деталей, подвергнутых термической обработке, наблюдается незначительное увеличение шероховатости Ra : после шлифования — до 0,300 мкм, а после шлифования и последующего алмазного выглаживания — до 0,152 мкм.

Таким образом, проведены исследования механических свойств деталей из сталей 45, 40X13 и 12X18H10T после точения, шлифования, алмазного выглаживания, а также из стали 45 с покрытием из хрома с ультраалмазами. Они показали возможность замены дорогостоящих сталей 40X13 и 12X18H10T для изготовления деталей электронасосов на дешевую сталь 45 с покрытием из хрома с ультраалмазами.

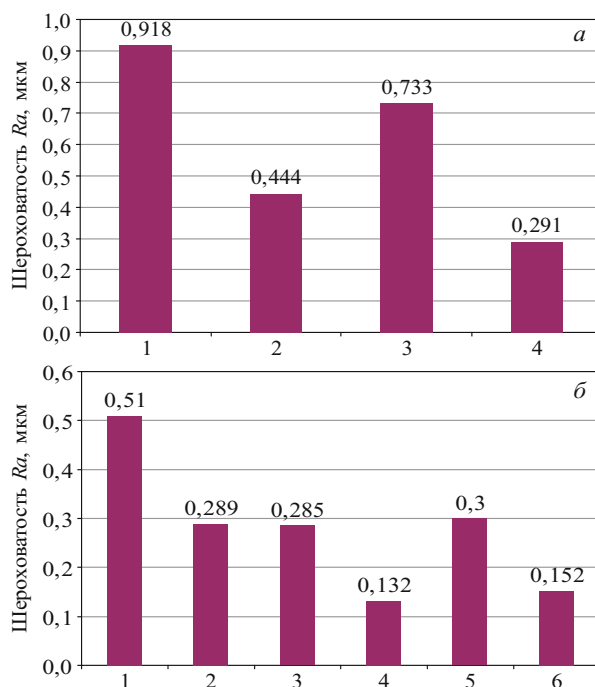


Рис. 4. Гистограмма изменения величины шероховатости Ra в зависимости от метода отделочной обработки для деталей из сталей 40X13 (а) и 12X18H10 (б): 1 — точение; 2 — точение + алмазное выглаживание; 3 — точение + шлифование; 4 — точение + шлифование + алмазное выглаживание; 5 — шлифование + термообработка; 6 — шлифование + термообработка + алмазное выглаживание

ЛИТЕРАТУРА

1. Сомок Г. С., Полетаев В. А. Повышение долговечности деталей электронасосов путем нанесения специальных покрытий / Физика, химия и механика трибосистем: сб. тр. Вып. 3. — Иваново: ИвГУ, 2004. С. 120 – 122.
2. Полетаев В. А., Сомок Г. С., Королькова Г. С. Исследование механических свойств деталей электронасосов, упрочненных комбинированным способом / Вестник ИГЭУ. 2008. Вып. 3. С. 22 – 25.
3. Полетаев В. А., Сомок Г. С. Повышение долговечности деталей агрегатов электронасосных центробежных скважинных для воды комбинированным упрочнением. — Иваново: ИГЭУ, 2010. — 136 с.

REFERENCES

1. Samok G. S., Poletaev V. A. Povyshenie dolgovechnosti detalei élektroonasosov putem naneseniya spetsial'nykh pokrytii [The increased durability of parts of pumps by applying special coatings] / Physics, chemistry, and mechanics of tribosystems: Proc. Vol. 3. — Ivanovo: Izd. IvGU, 2004. P. 120 – 122 [in Russian].
2. Poletaev V. A., Samok G. S., Korolkova G. P. Issledovanie mekhanicheskikh svoistv detalei élektroonasosov, uprochnennykh kombinirovannym sposobom [The study of the mechanical properties of parts of pumps, reinforced combined method] / Vestnik IGÉU. 2008. N 3. P. 22 – 25 [in Russian].
3. Poletaev V. A., Samok G. S. Povyshenie dolgovechnosti detalei agregatov élektroonasosnykh tsentrobezhnykh skvazhinnykh dlya vody kombinirovannym uprochneniem [Improving the durability of parts and units centrifugal electric pump borehole water combined hardening]. — Ivanovo: Izd. IGÉU, 2010. — 136 p. [in Russian].