

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ, УПРОЧНЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

ПОЛЕТАЕВ В.А., д-р техн. наук, САМОК Г.С., канд. техн. наук, КОРОЛЬКОВА Г.С., асп.

Рассмотрены вопросы процесса упрочнения деталей агрегатов электронасосных центробежных скважинных для воды комбинированным упрочнением, состоящим в нанесении покрытия из ультраалмазов, алмазном выглаживании поверхности, импульсной магнитной обработке. Приведены результаты исследований механических свойств упрочненной поверхности детали.

Ключевые слова: упрочнение, ультраалмаз, импульсная магнитная обработка, твердость, шероховатость.

RESEARCH OF MECHANICAL PROPERTIES OF PARTS OF ELECTRIC PUMPS, HARDENED BY A COMBINED WAY

V.A. POLETAEV, Doctor of Engineering, S.G. SAMOK, Applicant, G.S. KOROLKOVA, Post-Graduate Student

The problems of process of hardening of parts of aggregates electric pump centrifugal downhole for water by combined hardening consisting of a coating of ultra diamonds, diamond burnishing of a surface, pulse magnetic processing are considered. The outcomes of researches of mechanical properties of the hardened surface of a part are adduced.

Key words: hardening, ultra diamond, pulse magnetic processing, hardness, roughness.

Роторные втулки агрегатов электронасосных центробежных скважинных для воды (рис. 1) изготавливают из стали 12Х18Н10Т, 40Х13. Зазор между поверхностью втулки и внутренней поверхностью подшипника не более 0,15 мм. При увеличении зазора в результате износа подшипника скольжения через зазор может проходить часть потока жидкости, прокачиваемой насосом. Изнашивание поверхности роторной втулки носит абразивный характер за счет абразивных включений, находящихся в потоке жидкости.

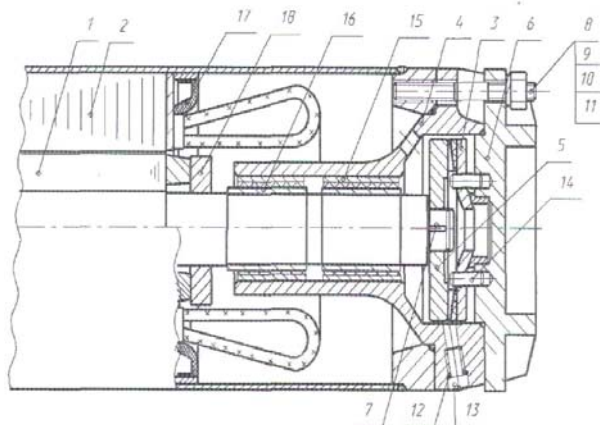


Рис. 1. Электродвигатель погружной: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – подпятник; 4 – щит подшипниковый; 5 – пята; 6 – днище; 7 – шпонка; 8 – шпилька; 9 – гайка; 10, 11 – шайбы; 12 – кольцо уплотнительное; 13 – пробка; 14 – штифт; 15 – подшипник резинометаллический; 16 – втулка ротора; 17 – кольцо защитное; 18 – кольцо балансировочное из сплава

Материалы деталей электронасосов и электродвигателей испытывают два вида воздействий. Первый вид – это факторы внешней среды: влага, резкая смена температуры, агрессивные газы и аэрозоли, контакты с морской водой и щелочными растворами. Второй

вид воздействия – это тепловые выделения поверхностей работающего двигателя.

При открытой рыночной экономике расширение промышленного производства невозможно без решения проблемы повышения качества и конкурентоспособности выпускаемых машин.

Одной из важных задач при обеспечении качества машин является повышение эксплуатационных показателей их деталей. Эти показатели определяются, в том числе, параметрами качества поверхностного слоя (ПКПС). Известно, что до 70 % причин выхода из строя машин и механизмов связано с износом узлов трения. Следовательно, одним из направлений обеспечения качества машин является повышение износостойкости их деталей, которое может быть достигнуто путем вынесения периода приработки на стадию изготовления за счет применения соответствующих технологических процессов изготовления [1].

Как известно, износ зависит от многих параметров качества поверхностного слоя, поэтому важно знать возможности управления всем комплексом этих параметров в процессе обработки, включая геометрические, механические, физические, химические и структурные свойства.

Анализ работ, посвященных исследованию различных методов упрочняющей и отделочной обработки, показывает, что они позволяют добиваться повышения износостойкости деталей пар трения, работающих в различных условиях. Однако отсутствуют научно обоснованные рекомендации по выбору оптимальных для конкретных пар трения технологических процессов упрочнения. Большинство упрочняющих методов позволяют управлять только частью параметров, требуемых для повышения износостойкости. Поэтому они применяются в сочетании с другими финишными методами. Существует не-

обходимость применения комбинированных методов упрочнения или разработки новых способов обработки для конструкционных сталей [2].

Микротвердость HV измерялась для деталей из сталей 45, 40X13, 12X18H10T Ø 40 мм.

Обработка поверхностей роторных втулок алмазным выглаживанием проводилась на токарном станке типа ИЖ 250 ИТВМФ1.

Режимы обработки выбирались следующие: скорость вращения деталей – 200 об/мин, подача – 0,015 мм/об, сила выглаживания – 200 Н для неупрочненных деталей и 300 Н для деталей, упрочненных термообработкой и нанесением гальванопокрытия из хрома и ультраалмазов.

Импульсной магнитной обработке подвергались роторные втулки диаметром 40 мм из сталей 45, 40X13, 12X18H10T после термообработки и алмазного выглаживания.

Режимы обработки: напряженность магнитного поля – 800 кА/М, количество импульсов – 3, длительность импульса – 0,1 с, промежуток времени между импульсами – 1 с.

На рис. 2–4 показаны гистограммы изменения микротвердости HV в зависимости от метода обработки для деталей из сталей 45, 40 X13, 12X18H10T Ø 40 мм.

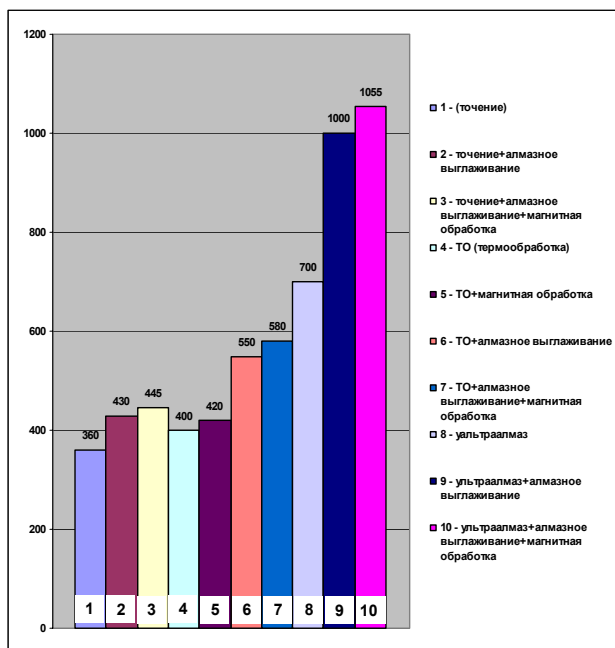


Рис. 2. Гистограмма изменения микротвердости HV в зависимости от метода обработки для деталей из стали 45 диаметром Ø 40 мм

Анализ гистограмм показывает, что исходная величина микротвердости для деталей, обработанных точением и шлифованием без термической обработки, различается незначительно (250–270 ед. HV).

Последующее алмазное выглаживание незначительно повышает величину HV (290–320 ед. HV). Для этих же деталей, подвергнутых термической обработке, наблюдается су-

щественное увеличение микротвердости HV после алмазного выглаживания до 516 ед. HV.

Таким образом, термическая обработка и последующее алмазное выглаживание существенно повышают микротвердость HV.

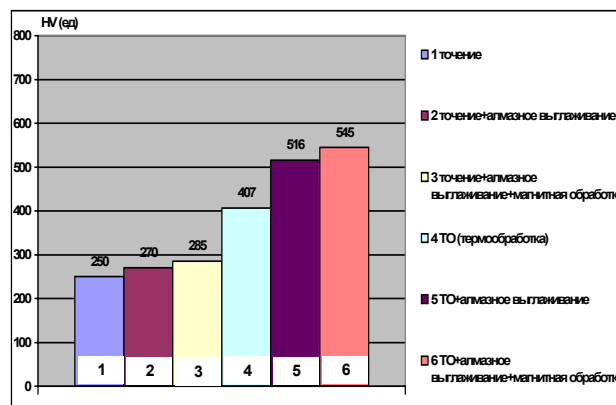


Рис. 3. Гистограмма изменения микротвердости HV в зависимости от метода обработки для деталей из стали 12X18H10T

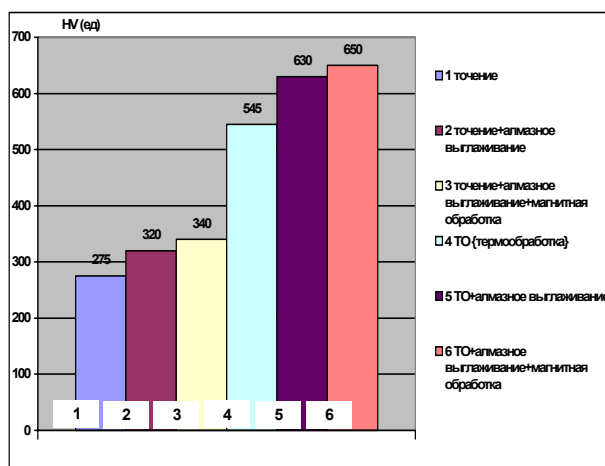


Рис. 4. Гистограмма изменения микротвердости HV в зависимости от метода обработки для деталей из стали 40X13

Проведенные эксперименты по измерению микротвердости HV поверхности роторных втулок из сталей 45, 40X13 и 12X18H10T диаметрами 40 мм, упрочненных разными способами, позволили сделать следующие выводы:

1. Исходная микротвердость HV для втулок из стали 45 диаметром 40 мм составляет 300 ед.

2. Обработка алмазным выглаживанием поверхностей втулок из разных материалов после точения увеличивает микротвердость HV.

3. Величина микротвердости HV втулок из стали 45 после закалки составляет 350 – 400 ед. HV, а после алмазного выглаживания – 430–550 ед. HV.

4. Величина микротвердости HV для втулок из стали 45 диаметром 40 мм, имеющих гальваническое покрытие из хрома с ультраалмазами, составляет 700 ед. HV, а после алмазного выглаживания – 1000 ед. HV.

5. Величина микротвердости HV из стали 40X13 после точения и последующего алмазного выглаживания составляют соответственно 275 ед. HV, а после закалки и последующего алмазного выглаживания – соответственно 545 и 630 ед. HV.

6. Величина микротвердости HV для втулок из стали 12X18H10T после шлифования и последующего алмазного выглаживания составляет соответственно 270 и 320 ед. HV, а после закалки и последующего алмазного выглаживания – соответственно 407 и 516 ед. HV.

7. Импульсная магнитная обработка увеличивает микротвердость HV поверхностей втулок из сталей 45 и 40X13 в среднем на 10 %, а для стали 12X18H10T – незначительно.

8. Величина микротвердости HV для втулок из стали 45 с гальванопокрытием и последующим алмазным выглаживанием составляет 930–1210 ед. HV, из стали 40X13 после закалки и алмазного выглаживания – 630 ед. HV, а из стали 12X18H10T после закалки и алмазного выглаживания – 516 ед. HV.

Таким образом, по показателю микротвердости HV наиболее предпочтительно применение втулок из стали 45 с покрытием из хрома с ультраалмазами и последующим алмазным выглаживанием.

Измерение величины шероховатости поверхности производилось на приборе профилометре-профилографе модели АБРИС-ПМ7, запись профилограмм – на ПЭВМ.

На рис. 5–7 показаны гистограммы изменения величины шероховатости R_a в зависимости от метода обработки для деталей из сталей 45, 40X13 и 12X18H10T. Анализ гистограмм показывает, что величина шероховатости R_a после точения и шлифования и последующего алмазного выглаживания уменьшается с 0,902 до 0,305 мкм, а после покрытия хромом с ультраалмазом и последующим алмазным выглаживанием – до 0,208 мкм (рис. 5).

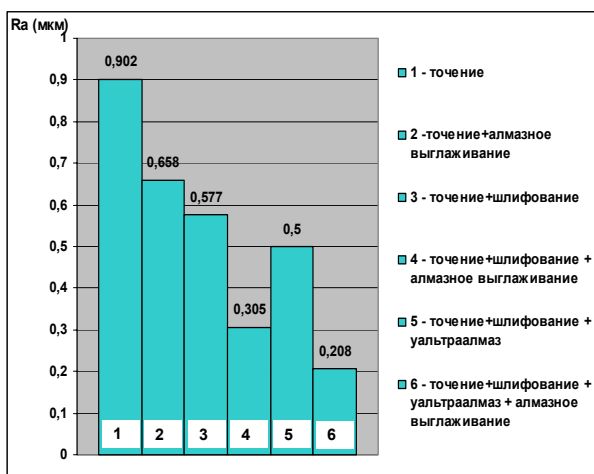


Рис. 5. Гистограмма изменения величины шероховатости R_a в зависимости от метода обработки для деталей из стали 45

Обработка алмазным выглаживанием снижает величину шероховатости после точения до $R_a = 0,444$ мкм, а после шлифования до $R_a = 0,291$ мкм (рис. 6).

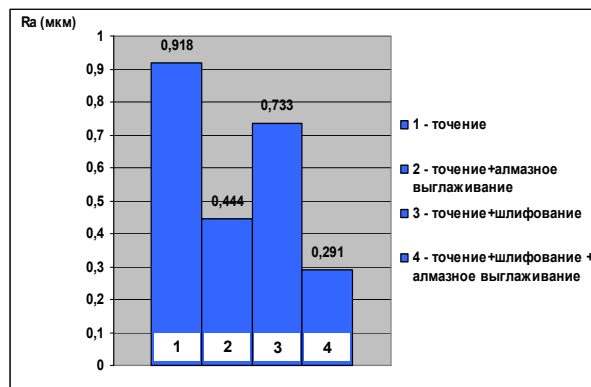


Рис. 6. Гистограмма изменения величины шероховатости R_a в зависимости от метода обработки для деталей из стали 40X13

Алмазное выглаживание деталей стали 12X18H10T без термической обработки уменьшает величину шероховатости R_a до 0,137 мкм, а после термической обработки до $R_a = 0,152$ мкм (рис. 7).

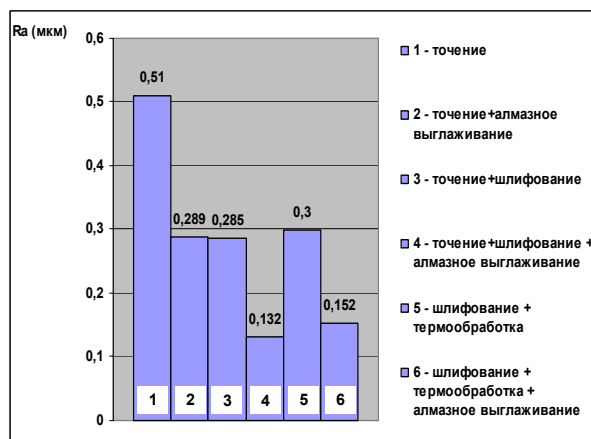


Рис. 7. Гистограмма изменения величины шероховатости R_a в зависимости от метода обработки для деталей из стали 12X18H10T

Проведенные эксперименты по измерению величины шероховатости R_a поверхностей втулок из сталей 45, 40X13 и 12X18H10T диаметром 40 мм позволили сделать следующие выводы [3, 4]:

1. Исходная величина шероховатости R_a втулок из стали 45 после точения и шлифования примерно одинакова и составляет в среднем соответственно 0,902 и 0,577 мкм, а после алмазного выглаживания – 0,658 и 0,305 мкм.

2. Исходная величина шероховатости R_a втулок из стали 45 с покрытием из хрома с ультраалмазами составляет 0,500 мкм, а после алмазного выглаживания – 0,208 мкм.

3. Исходная величина шероховатости R_a поверхности втулок из стали 40X13 после точения и шлифования составляет соответственно 0,918 и 0,733 мкм, а после алмазного выглаживания – 0,444 и 0,291 мкм.

4. Исходная величина шероховатости R_a поверхности втулок из стали 12X18H10T после точения и шлифования составляет соответственно 0,510 и 0,285 мкм, а после алмазного выглаживания – 0,289 и 0,137 мкм.

Таким образом, наименьшая исходная величина шероховатости R_a выявлена у втулок из стали 45 и 12X18H10T после шлифования (соответственно 0,577 и 0,285 мкм) и у втулок из стали 45 с гальванопокрытием ($R_a = 0,500$ мкм).

После алмазного выглаживания величина шероховатости R_a у втулок из стали 45 составляет 0,305 мкм, с гальванопокрытием – 0,208 мкм, а из стали 12X18H10T – 0,137 мкм. Это значит, что по показателю величины шероховатости R_a предпочтительнее обработка алмазным выглаживанием гальванопокрытия из хрома с ультраалмазами у втулок из стали 45 и после шлифования и алмазного выглаживания у втулок из стали 12X18H10T.

Заключение

Проведенные исследования механических свойств деталей из сталей 45, 40X13 и 12X18H10T после точения, шлифования, алмазного выглаживания, импульсной магнитной обработки и нанесения покрытия из хрома с ультраалмазами показали возможность замены дорогостоящих сталей 40X13 и 12X18H10T на дешевую сталь 45 с покрытием из хрома с ультраалмазами.

Список литературы

1. **Самок Г.С., Полетаев В.А.** Упрочнение деталей электронасосов путем нанесения покрытий на основе хрома и ультраалмазов // Современная электротехнология в промышленности центра России: Сб. тр. – Тула: ТулГУ, 2003. – С. 156–158.
2. **Самок Г.С., Полетаев В.А.** Упрочнение деталей электронасосов комбинированными способами // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем: Мат-лы междунар. конф. – Саранск: МГУ, 2003. – С. 42–45.
3. **Самок 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.
4. **Полетаев В.А., Самок Г.С.** Повышение долговечности деталей электронасосов комбинированными способами // Действие электромагнитных полей на пластичность и прочность материалов: Мат-лы междунар. конф. – Воронеж: ВГТУ, 2005. – С. 51–52.

Полетаев Владимир Алексеевич,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
доктор технических наук, профессор кафедры технологии автоматизированного машиностроения,
poletaev@tam.ispu.ru

Самок Георгий Семенович,
ОАО «Электродвигатель» (г. Бавлены, Владимирская область),
кандидат технических наук, генеральный директор,
poletaev@tam.ispu.ru

Королькова Галина Станиславовна,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
соискатель кафедры технологии автоматизированного машиностроения,
admin@tam.ispu.ru