

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ, УПРОЧНЕННЫХ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ, НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

ПОЛЕТАЕВ В.А., д-р техн. наук, ТРЕТЬЯКОВА Н.В., канд. техн. наук, КАРАМОВ И.А., асп.

Описана актуальность повышения долговечности деталей электронасосов. Предложена технология электродуговой металлизации для упрочнения деталей. Показана поверхность металлизационного слоя после точения и алмазного выглаживания. Установлено, что износостойкость деталей электронасосов после металлизации и алмазного выглаживания увеличивается в три раза.

*Ключевые слова:* электронасосы, износостойкость, обработка поверхности, электродуговая металлизация.

## WEAR-RESISTANCE TEST OF ELECTRIC PUMP PARTS STRENGTHENED BY METALLIZATION

KARAMOV I.A., postgraduate, POLYETAEV V.A., Ph.D., TRETYAKOVA N.V., Ph.D.

The article concerns the issue of electric pump part production life increase. It describes arc spraying for part strengthening technology. It shows the metallized coating surface after turning and diamond smoothing. The production life of electric pump parts after metallization and diamond smoothing is found to become three times higher.

*Key words:* electric pumps, wear-resistance, surface treatment, arc spraying.

**Введение.** Интенсификация производственных процессов, экономия материальных ресурсов относятся к наиболее острым проблемам современной техники. Одним из серьезных препятствий к более интенсивному ведению производственных процессов является недостаточная износостойкость отдельных узлов машин и агрегатов, что приводит к простоям, увеличению потребления запасных частей, вызывает потери и перерасход металла.

Повышение качества изготовления агрегатов электронасосных центробежных скважинных для воды имеет важное народнохозяйственное значение. Агрегат состоит из центробежного насоса и погружного электродвигателя. Электродвигатели с высокими эксплуатационными характеристиками обеспечивают бесперебойную и эффективную работу электронасосов.

В большинстве случаев электродвигатели и насосы выходят из строя вследствие износа нагруженных деталей (валов, втулок и т.д.) при их контакте с резинометаллическими подшипниками и жидкостью, проходящей через элементы электронасоса. При этом у электродвигателей и электронасосов разрушается 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 из этих сталей уже нельзя существенно увеличить за счет легирования или термической обработки.

Поэтому дальнейшее улучшение качества рабочих поверхностей деталей агрегатов возможно только за счет замены марок сталей 12X18H10T и 40X13 на другую, более дешевую, сталь 45 и применения многокомпонентных покрытий.

**Технология нанесения покрытия.** Металлизация распылением является одним из способов нанесения покрытий. Принцип этого метода упрочнения основан на непрерывном плавлении металла в виде проволоки или порошков при помощи металлизационных аппаратов и распыления его на специально подготовленную поверхность. Источниками плавления материалов в современных металлизационных аппаратах служат электрическая дуга, газовое пламя, токи высокой частоты и плазменная струя [1].

Явления, которые происходят при образовании металлизационных покрытий, вследствие многообразия факторов, влияющих на металлизацию, имеют сложный характер.

Мельчайшие частицы расплавленного металла или сплава увлекаются воздушной струей или инертным газом со скоростью до 200 м/с. Вследствие большой скорости полета эти частицы достигают поверхности покрываемой детали в жидком или пластическом состоянии. Попадая на металлизированную поверхность, частицы деформируются и принимают форму чешуек, которые, нагромождаясь друг на друга, образуют покрытие слоистого строения.

Основные физико-механические свойства напыляемых материалов в процессе металлизации изменяются. Распыляемые частицы, увлекаемые струей сжатого воздуха, окисляются.

Наличие в напыленном слое окислов делает его хрупким и менее плотным, чем исходный материал. Чтобы уменьшить содержание окислов в покрытии, для распыления используют нейтральные газы и процесс металлизации производят в атмосфере таких же газов (азот, аргон и др.).

Металлизационное покрытие нельзя использовать в качестве конструкционного мате-

риала для деталей машин. Однако покрытие работает вполне удовлетворительно только с металлом основания. Разрушение покрытия при совместной работе с металлическим основанием обычно происходит за пределами упругих деформаций основного металла.

При металлизации сцепление частиц с основанием и друг с другом происходит вследствие шероховатости поверхности основания и под действием молекулярных сил. Прочность сцепления покрытий при металлизации меньше, чем у других покрытий. Однако при надлежащих условиях сцепление частиц оказывается достаточным, чтобы прочно удерживать напыленный слой на основном металле.

В процессе нанесения металлических и металлокерамических покрытий металлизированная поверхность нагревается. Однако при соблюдении установленного режима металлизации температура нагрева поверхности не превышает 35–50°C. При этой температуре основной металл не претерпевает никаких структурных изменений, сохраняя полностью свои механические свойства. Процесс же нанесения термопластиков требует предварительного нагрева покрываемой поверхности до 180–200°C.

Металлизационные покрытия по своей природе неоднородны и обладают значительной пористостью и маслорепитываемостью. Благодаря этим качествам ряд металлизационных покрытий имеют антифрикционные свойства и высокую износостойкость. Для получения покрытий различной твердости подбирают соответствующую проволоку, пруток или порошок.

Напыленные покрытия, как правило, термической обработке не подвергаются. Пористость покрытий придает им проницаемость, которая уменьшается с увеличением толщины напыленного слоя.

В покрытиях, работающих на износ в условиях жидкостного и полужидкостного трения, поры содействуют лучшей смазке сопряженной пары и уменьшению износа. Коэффициент трения металлизированных деталей значительно ниже неметаллизированных, работающих в тех же условиях. В условиях сухого трения металлизационные покрытия работают плохо и, как правило, для этой цели не применяются.

Дуговая металлизация обладает следующими преимуществами. Применение мощных электрометаллизационных установок позволяет значительно повысить производительность процесса и сократить затраты времени. Например, при силе тока 750 А можно напылять стальное покрытие с производительностью 36 кг/ч, а при силе тока 500 А – цинковое покрытие с производительностью 1,2 кг/мин, что в несколько раз превышает производительность газопламенного напыления. По сравнению с газопламенным напылением, электрометаллизация позволяет получить более прочные покрытия, которые лучше соединяются с основой. При использовании в качестве

электродов проволок из двух различных металлов можно получить покрытие из их сплава. Эксплуатационные расходы при электрометаллизации небольшие. При напылении покрытия распылением двух электродов из разнообразных материалов желательнее применять такие электрометаллизаторы, которые позволяют отдельно регулировать скорости подачи каждого электрода.

К числу недостатков дугового напыления относится опасность перегрева и окисления напыляемого материала при малых скоростях подачи распыляемой проволоки. Кроме того, большое количество теплоты, выделяющееся при горении дуги, приводит к значительному выгоранию легирующих элементов, входящих в напыляемый сплав.

**Результаты исследований.** Обработка электродуговой металлизацией шеек роторов осуществлялась на установке типа ТОМ-14Н. В качестве наплавочных материалов использовалась порошковая проволока диаметром 2 мм марки 100Х15 и 40Х13. Перед металлизацией на шейки наносят резьбу для усиления сцепления металлизационного слоя с деталью. Затем шейки подвергают струйно-коррундовой обработке до получения сплошного матового состояния поверхности. Обработанную поверхность обдувают сжатым воздухом и затем наносят на шейки металлопокрытие. Металлизацию выполняют способом колебаний металлизатора по всей длине шейки, используя в качестве вращателя токарный станок. Скорость вращения ротора – 200 об/мин, подача – 1 мм/об. Температура нагрева металлизированных шеек ротора не более 120°C (рис. 1–3).

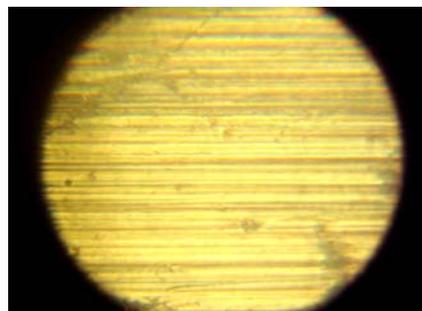


Рис. 1. Поверхность металлизационного покрытия после точения (ув. × 2400)

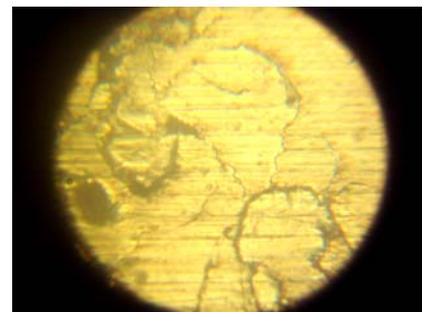


Рис. 2. Поверхность металлизационного покрытия после точения и алмазного выглаживания (ув. × 2400)

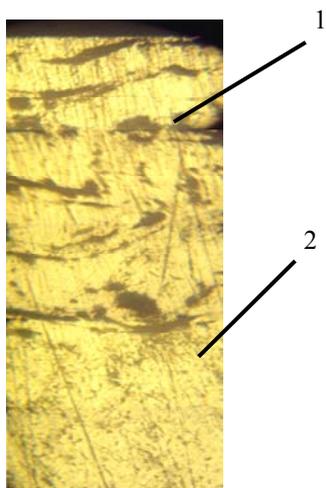


Рис. 3. Покрытие, полученное электродуговой металлизацией (ув.  $\times 100$ ): 1 – покрытие; 2 – основной металл

Анализ покрытия, полученного электродуговой металлизацией, показывает, что металлизационное покрытие неоднородно и обладает значительной пористостью.

Исследования на износостойкость проводились на специальной установке [2], смонтированной на токарном станке 16К20 (рис. 4). В качестве контртела использовался пруток из серого чугуна. Контактующая с деталью поверхность контртела выполнялась вогнутой цилиндрической в зависимости от диаметра исследуемой на износостойкость детали. Скорость вращения детали – 200 об/м, нагрузка в зоне контакта – 150 Н.



Рис. 4. Фотография экспериментальной установки для исследования деталей на износостойкость

В общем случае на кривой изнашивания детали можно выделить три участка, соответствующие трем стадиям изнашивания [3]: начальное изнашивание, наблюдаемое при приработке поверхностей деталей; установившееся изнашивание; катастрофическое изнашивание (процесс резкого возрастания скорости изнашивания).

Полученные кривые изнашивания (рис. 5, 6) соответствуют случаю, когда после окончания приработки постепенно накапливаются факторы, ускоряющие изнашивание, в силу чего отсутствует установившийся период. Длительность процесса приработки в обоих случаях различна и существенно отличается по времени: она значительно выше у деталей, обработанных алмазным выглаживанием.

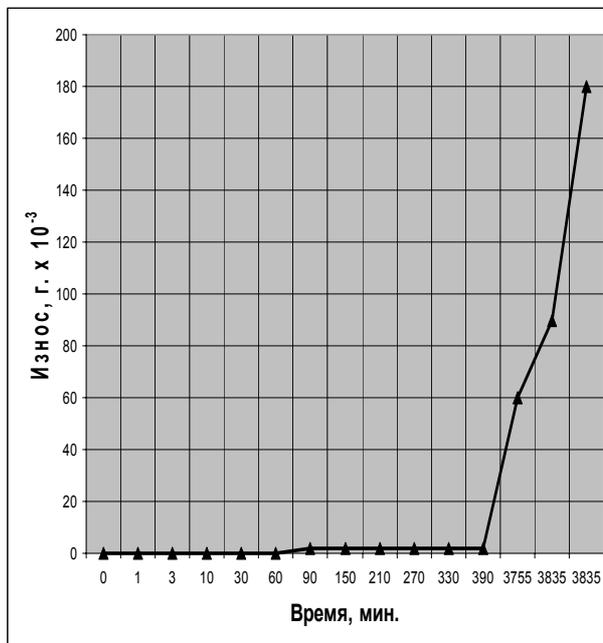


Рис. 5. Износ деталей, упрочненных металлизацией и обработанных точением с алмазным выглаживанием

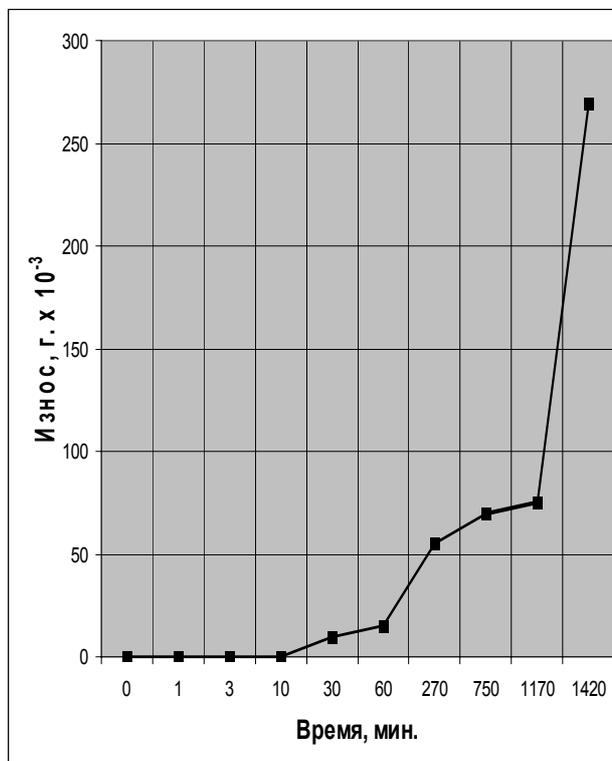


Рис. 6. Износ деталей, упрочненных металлизацией и обработанных точением

### Список литературы

1. **Хасуи А., Моригаки О.** Наплавка и напыление / Пер. с япон. В.Н. Попова; Под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985.
2. **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: Тул. ГУ, 2003.
3. **Гаркунов Д.Н.** Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985.

Полетаев Владимир Алексеевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии автоматизированного машиностроения,  
телефон (4932) 26-97-72,  
e-mail: poletaev@tam.ispu.ru

Третьякова Наталия Викторовна,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент кафедры технологии автоматизированного машиностроения,  
телефон (4932) 26-97-73,  
e-mail: admin@tam.ispu.ru

Карамов Илья Александрович,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
аспирант кафедры технологии автоматизированного машиностроения,  
телефон (4932) 26-97-73,  
e-mail: admin@tam.ispu.ru