

УДК 621.7

Е.Е. Поспехова, студентка II-го курса магистратуры, научный руководитель: М.С. Островский, проф., д.т.н., МГТУ.

## **5. Влияние ПАВ на процесс финишной обработки прецизионных рабочих поверхностей.**

*Сегодня во многих отраслях России, существует ряд проблем, связанных с использованием традиционных шаровых кранов в качестве запорной арматуры. Заклинивание при длительной эксплуатации, ненадежность и недолговечность, механическая и химическая непрочность - это наиболее распространенные недостатки в использовании традиционной шаровой арматуры.*

*В настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию технологии финишной обработки, повышению производительности и точности обработки деталей машин. Выбор оптимальной рабочей среды на окончательных операциях технологического процесса обработки фасонных поверхностей позволит в несколько раз уменьшить высоту микронеровностей обработанной поверхности и остаточные напряжения, на 40-50% увеличить производительность обработки, снизить затраты.*

*Данная статья посвящена решению вышеуказанных проблем, основываясь на выборе финишной обработки рабочих поверхностей шаровых кранов с применением оптимальной рабочей среды.*

Ключевые слова: кран шаровой, накатное полирование, шероховатость,, поверхностно-активные вещества.

Today, in many areas of Russia, there are several problems associated with traditional ball valve as a shut-off valves. Jamming with prolonged use, unreliability and fragility, mechanical and chemical instability - is the most common shortcomings in the use of conventional ball valves.

Currently, great attention is paid to improving technology finishing, increase productivity and precision machine parts. Choosing an optimal working environment for the final operations of technological process shaped surfaces will allow several times to reduce the height of microroughness surface finish and residual stresses in the 40-50% increase in processing performance and reduce costs.

This article is devoted to solving the above problems, based on the choice of finishing the working surfaces of ball valves with optimum working environment.

Keywords: ball valve, rolling polishing, surface roughness, surface-active substances.

Связующим звеном любой трубопроводной системы, состоящей из любых материалов, независимо от температуры, коррозионной активности и давления трубопровода является запорная арматура. Важной составной частью запорной арматуры трубопроводов независимо от материала являются все более широко применяемые в различных отраслях трубопроводного хозяйства шаровые краны.

Важнейшим требованием, предъявляемым к любой запорной арматуре, является ее герметичность. В шаровом кране, для обеспечения этого параметра, большое значение уделяют качеству поверхности пробки шарового крана, особенно в том месте, где происходит непосредственное соприкосновение с корпусом самого крана (отклонение от сферичности). Надёжность и ресурс любой детали, в значительной мере определяются состоянием ее поверхностного слоя, его несущей способностью, которая формируется на финишных операциях изготовления деталей и определяется технологией изготовления. Поэтому выбор финишной обработки деталей является одной из главных задач в машиностроении.

Даная статья предлагает в качестве финишной обработки деталей «тел вращения» (на примере пробки шарового крана) накатное полирование гидростатическим «шариковым» инструментом.

*Основная цель накатного полирования – получение низкой шероховатости поверхности.* Это единственные процессы финишной обработки, при которых происходит деформация граничного слоя материала без снятия стружки.

На рис. 1 показано действие процесса накатывания в месте контакта инструмента и детали. Ролик воздействует на поверхность заготовки под прямым углом с усилием накатывания. В результате в вершинах профиля образуются сжимающие напряжения, которые пластически деформируют поверхностный слой детали. Материал из вершин профиля перемещается в радиальном направлении наружу в зоны низких сжимающих напряжений и заполняет впадины снизу.



Рис. 1. Принцип накатного полирования.

Характерной особенностью поверхности, обработанной накатным полированием, является большая доля плоских вершин, что в свою очередь определяет высокую долю несущей поверхности (воспринимаемой нагрузки) и плавные переходы между элементами профиля, полученные в результате перетекания материала.

#### **Основные преимущества процесса:**

- короткое основное время;
- возможность применения на обычном станке или станке с ЧПУ;
- отсутствие съема материала;
- простота воспроизводства;
- низкий расход СОЖ;
- низкий уровень шума;
- большая стойкость инструмента.

#### **Преимущества, связанные с качеством обработки:**

- низкая шероховатость;
- отсутствие четко выраженных вершин;
- увеличение твердости;
- меньше износ.



Рис. 2. Средний срок службы, в зависимости от типа финишной обработки.

Значительный резерв сокращения затрат лежит в сокращении основного времени. На рис. 3 показана зависимость доли затрат, связанных с основным временем, от получаемой шероховатости поверхности.

Скорости и подачи при накатном полировании инструментом с одним роликом находятся примерно на том же уровне, что и при чистовой токарной обработке. Для инструментов с несколькими роликами подача увеличивается пропорционально

количеству роликов. Соответственно снижается время обработки и связанные с ним затраты, что и показано на рис. 3.

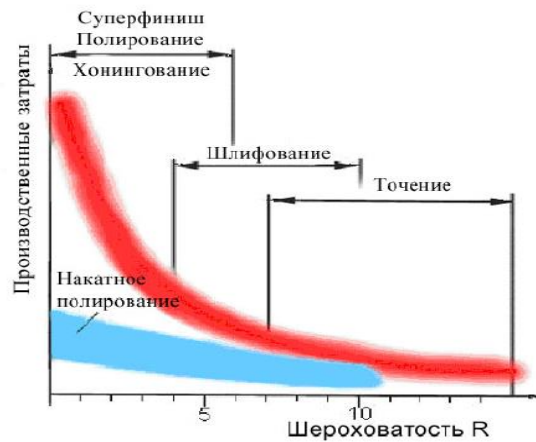
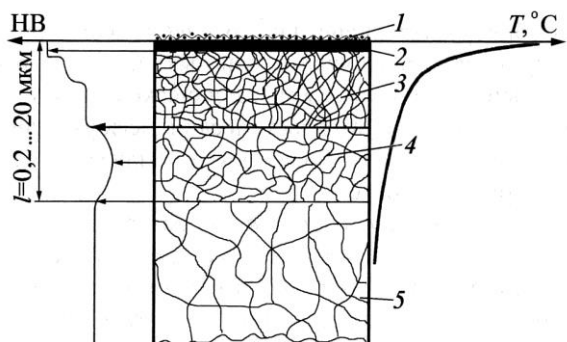


Рис. 3 Затраты на обработку в зависимости от шероховатости.

Вопросами улучшения качества поверхностного слоя занимались ученые и специалисты, работающие в разных отраслях промышленности: Овсеенко А. Н., Серебряков В. И., Одинцов Л. Г., Суслов А. Г. и др. Но никто из них не учитывал роли поверхностно-активных веществ (СОЖ) на процесс финишной обработки, хотя они являются неотъемлемой частью процесса и не менее влияют на качество поверхности. Выбор оптимального ПАВ способствует упрочнению поверхностного слоя и как следствие, повышения долговечности шаровой запорной арматуры.

Структура поверхностного слоя материала детали после механической обработки может быть представлена в виде пяти слоев (рис. 5)



1-адсорбированный слой полярных молекул органического вещества (ПАВ); 2-слой окислов металла; 3-слой деформированного металла; 4-более глубокий слой с искажением кристаллической решетки; 5-первичная объемная структура металла.

Рис. 5 Структура поверхностного слоя металла.

Молекулы практически каждого активного вещества имеют нитеобразную форму (рис. 6)

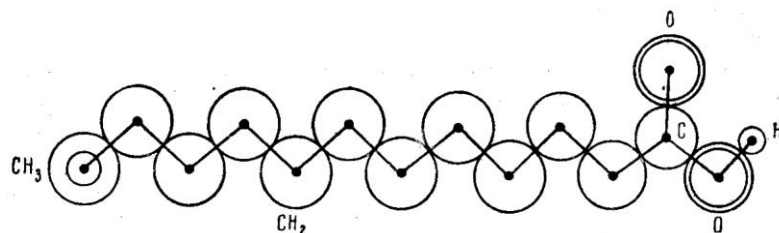


Рис. 6 Схема строения молекулы активного вещества.

При граничной смазке поверхность сопряженных тел (обрабатываемая деталь - инструмент) разделена слоем смазочного материала весьма малой толщины (до 0,1 мкм). Эта пленка прочно связана с металлической подложкой силами молекулярного взаимодействия и поэтому теряет свойство частиц жидкости свободно перемещаться относительно друг друга.

Более высокую эффективность упрочнения при деформировании с применением ПАВ можно объяснить эффектом адсорбционного пластифицирования. Явление адсорбционного влияния среды на механические свойства и структуру твердых тел – эффект Ребиндера – было открыто академиком Петром Александровичем Ребиндером в 1928 году. Сущность этого явления состоит в облегчении деформирования и разрушения твердых тел и самопроизвольном протекании в них структурных изменений в результате понижения их свободной поверхностной энергии при контакте со средой, содержащей вещества, способные к адсорбции на межфазной поверхности.

Различают внутренний и внешний адсорбционный эффекты.

Внешний эффект происходит в результате адсорбции ПАВ на внешней поверхности деформированного твердого тела. (рис.7,а)

Внутренний адсорбционный эффект вызывается адсорбцией ПАВ на внутренних поверхностях раздела – зародышевых микротрещинах, возникающих а процессе деформации твердого тела (рис.7,б).

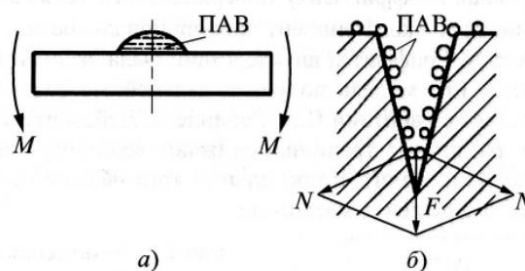


Рис. 6 Эффект Ребиндера.

Работы П.А. Ребиндера по времени совпали с работами А. Гриффитса, который в те же годы предложил одну из первых физических моделей прочности технических металлов. Он обратил внимание на два факта: практическая прочность металлов значительно ниже теоретической прочности; в объеме металла имеется большое количество дефектов в виде внутренних и внешних трещин.

А. Гриффитс предположил, что разрушение твердого тела будет иметь место, когда приложенное к нему растягивающее напряжение достигнет критического значения  $\sigma_{кр}$ , вызывающего перенапряжение в вершине трещины, равное теоретической прочности металла,  $\sigma_{теор} = \beta \sigma_{кр}$ , где  $\beta$  – коэффициент концентрации напряжений.

Величина критических напряжений:

$$\sigma_{кр} = \alpha * (EW/l)^{1/2},$$

где  $E$  – модуль упругости материала;  $W$  – поверхностная энергия, численно равная коэффициенту поверхностного натяжения  $\sigma$ ;  $l$  – длина трещины;  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности.

Гипотеза А. Гриффитса впоследствии была экспериментально подтверждена. Его модель получила дальнейшее развитие, органично сочетаясь с работами П.А. Ребиндера. Действительно, ПАВ, проникая в различные трещины, снижают величину поверхностной энергии  $W$ , а значит, и предельные критические напряжения, вызывающие разрушение материала.

Применение соответствующих активных веществ приводит к улучшению микрогеометрии обрабатываемой поверхности. Эффективность влияния ПАВ на микрогеометрию поверхности изменяется в зависимости от скорости процесса. При увеличении скорости обработки существенно повышается шероховатость, а, следовательно, и качество рабочей поверхности пробки шарового крана (рис. 7).

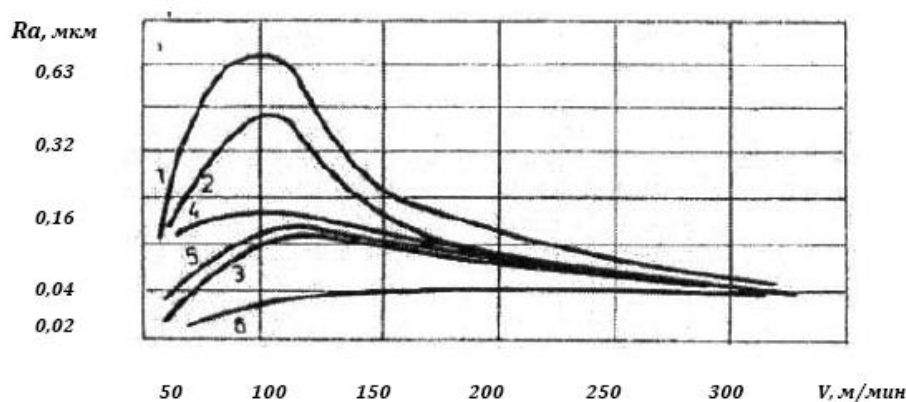


Рис. 7. Влияние СОЖ на шероховатость поверхности в зависимости от скорости обработки; 1-без СОЖ; 2-вода; 3-керосин; 4-масло индустриальное; 5-смазка; 6-эмульсия.

Скорость при накатном полировании сопоставима со скоростью резания при чистовом точении, и на порядок выше, чем при абразивных методах обработки.

Таким образом, применение метода накатного полирования совместно с оптимальным выбором поверхностно-активных веществ позволит повысить срок службы, а, следовательно, долговечность эксплуатируемой детали, в частности запорной пробки шарового крана.

#### **Список литературы:**

1. **Ахматов А.С.** «Молекулярная физика граничного трения», М. Физматгиз, 1963 г., 472 стр. с илл.
2. **Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербин В.М.** «Основы трибологии и триботехники», учеб.пособие. – М: Машиностроение, 2008.- 206 с.
3. **Овсеенко А.Н., Серебряков В.И., Гаек М.М.** «Технологическое обеспечение качества изделий машиностроения». Учебное пособие – М.: «Янус-К», 2004 г. – 296 стр.
4. **Одинцов Л.Г.** «Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием»: Справочник. — М.: Машиностроение, 1987. — 328 с.
5. «Д.А. Локтев и Е.Л, Панченко «Нкатное полирование и упрочняющее накатывание», статья на сайте [www.technopolice.ru](http://www.technopolice.ru)
6. **Ребиндер П. А.**, Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия, Избр. труды, М., 1978.