

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБКАТЫВАНИИ С ГИДРОПРИВОДОМ*

*В.Н. БЕЛЯЕВ, канд. техн. наук, доцент,
И.С. НОЖКИН, аспирант,
С.С. ХАМРИТЕЛЕВ, нач. лаборатории
(БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск)
Е.Д. ГОЛОВИН, канд. техн. наук, доцент,
О.А. БУТЫЛЕНКОВА, аспирант
(НГТУ, г. Новосибирск)*

Статья поступила 3 сентября 2012 года

Беляев В.Н. – 659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27,
Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ, e-mail: mrsi@bti.secna.ru

Представлены результаты исследований обкатывания деталей деформирующим шаром через слой жидкости. Показана возможность внедрения микродисперсных частиц в поверхность, а также увеличения износостойкости деталей нанесением медных покрытий при упрочняющей обработке обкатыванием с гидроприводом.

Ключевые слова: обкатывание, модификация, микрочастица.

Введение

Одним из методов повышения качества поверхностного слоя деталей является поверхностно-пластическое деформирование слоя при обкатывании, при котором усилие деформирования обеспечивается деформирующим шаром, воздействующим на деталь под давлением рабочей жидкости от гидростанции – обкатывание с гидроприводом (рис. 1). В работе [1] представлены результаты исследований обкатывания с гидроприводом при введении нанокремнезема в технологическую жидкость. Но происходит ли при этом шаржирование частиц в поверхностный слой, определить не удалось в связи с малой дисперсностью частиц и их углеродной природой.

Анализ технической литературы в области контактного взаимодействия материалов выявил, что наличие жидкости между поверхностями деформирующего шара и обрабатываемой детали может обеспечить:

- проявление эффектов Ребиндера, Киркендала и других, в том числе и при введении ПАВ в рабочую жидкость в процессе деформации металла;
- модифицирование поверхностного слоя ультрадисперсными материалами, специально введенными в жидкость;
- формирование тонких покрытий из различных металлов на поверхности детали [2];

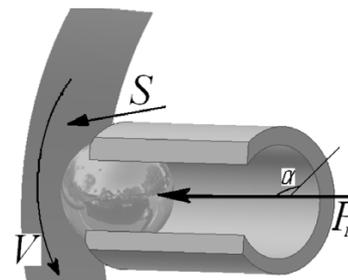


Рис. 1. Схема накатывания с гидроприводом

– ускорение химических процессов, происходящих на обрабатываемой поверхности из-за наличия процессов трения, деформации металла, сопровождающихся тепловыделением, а также высокого давления в рабочей жидкости в слое между деформирующим шаром и обрабатываемой поверхностью.

Это и определило цель работы – исследовать процесс обкатывания с гидроприводом при введении ультрадисперсных частиц и солей меди в технологическую жидкость для оценки возможности модификации поверхности изделия.

Методы и средства исследований

Экспериментальные исследования проводились на токарно-винторезном станке модели 16К20Ф3 при подаче инструмента 0,05...0,2 мм/об., скорости обработки 40...165 м/мин, давлении в гидросистеме

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, соглашение № 14.В37.21.0253

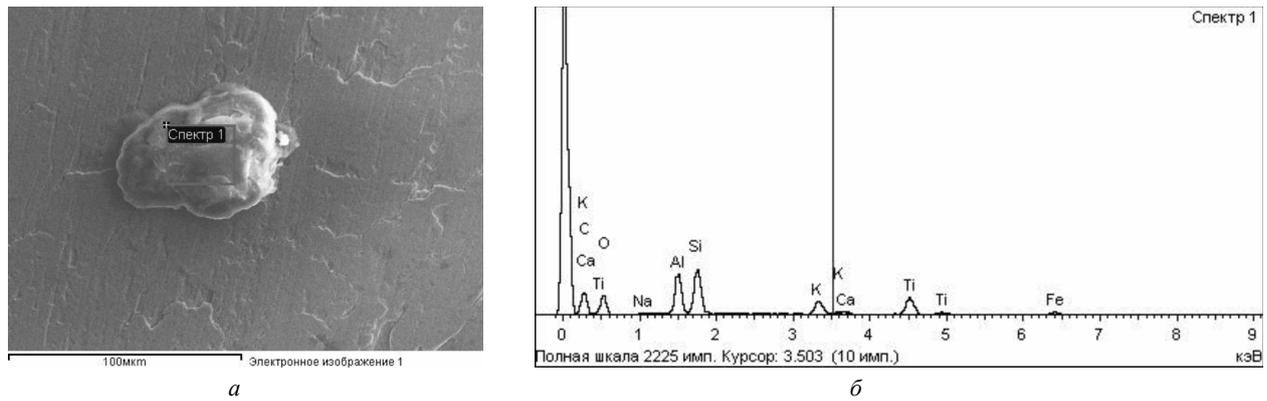


Рис. 2. Поверхность экспериментального образца:
 а – частица Al_2O_3 ; б – энергодисперсионный анализ

3...5 МПа. Экспериментальные образцы – ролики $d = 65$ мм, шириной 20 мм, изготовленные из стали 45 ГОСТ 1050-88.

В качестве наполнителя технологической жидкости использовался порошок оксида алюминия Al_2O_3 дисперсностью 40...60 мкм. Концентрация частиц 2 % масс. При использовании в качестве наполнителя пентаводного сульфата меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ с концентрацией 25...30 г/л в качестве технологической жидкости использовался глицерин [3].

Обработанная поверхность исследовалась методами растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа при помощи микроскопа Carl Zeiss EVO50 XVP.

Оценка износостойкости полученных стальных образцов проводилась на машине трения СМТ-1 2070 по схеме ролик-шар. Пара трения «сталь-сталь с покрытием». Смазочная среда – индустриальное масло И-40А. Нагрузка на пару трения – 200 Н. Количество оборотов ролика $N = 5 \cdot 10^3$ об. Оценка износа проводилась при помощи аналитических весов с точностью до 0,1 мг.

Результаты и обсуждение

В результате анализа экспериментальных образцов, полученных при обкатывании с использованием частиц оксида алюминия Al_2O_3 , были получены изображения поверхности, представленные на рис. 2, а. Результаты энергодисперсионного анализа представлены на рис. 2, б. Наличие частиц оксида алюминия на обработанной поверхности подтверждает возможность модификации поверхности изделий при обкатывании с гидроприводом.

Кроме того, при проведении экспериментальных исследований было выявлено, что дисперсность применяемых частиц при обкатывании с гидроприво-

дом ограничивается величиной зазора между деформирующим шаром и шарикодержателем – $\Delta d = (D_{\text{шарикодерж.}} - d_{\text{шара}})$. Так, при величине зазора Δd между шарикодержателем и деформирующим шаром 0,01 мм при размере частиц Al_2O_3 40...60 мкм происходило заклинивание шара. Замена шарикодержателя с зазором 0,02 мм позволила устранить данную проблему.

Таким образом, в случае если размер частицы равен или больше величины зазора, то из-за возможного заклинивания деформирующего шара процесс поверхностно-пластического деформирования будет реализован в виде «выглаживания». Увеличение зазора для снижения вероятности заклинивания приводит к большему истечению технологической жидкости из системы и требует применения более совершенной системы круговорота технологической жидкости. В связи с этим для реализации обкатывания при введении микродисперсных частиц в технологическую жидкость необходимо выполнение условия $d_{\text{частиц}} \leq \Delta d$.

В результате обработки экспериментальных образцов при введении сульфата меди в технологическую жидкость на стальных образцах одновременно с упрочнением поверхности происходило формирование покрытия (рис. 3), толщина которого не менее 1 мкм (рис. 3, б).

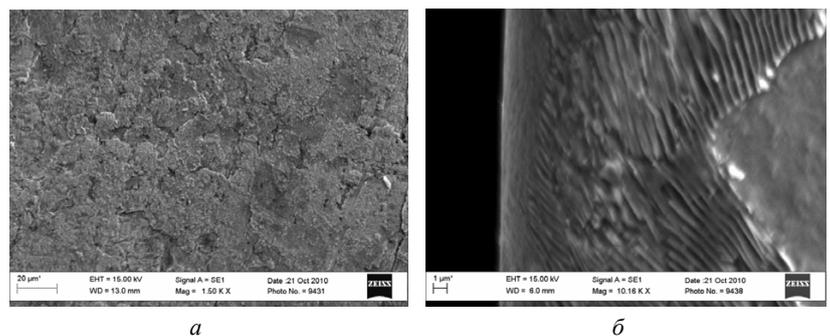


Рис. 3. Экспериментальный образец с покрытием:
 а – поверхность образца; б – поперечный шлиф образца

Оценка износостойкости по величине потери массы экспериментальных образцов показала, что наличие медного слоя на поверхности обеспечивает снижение износа до 35 % по сравнению с обкатанными деталями без нанесенного медного покрытия (средняя величина износа составила 21,3 и 13,8 мг для образцов без покрытия и с медным покрытием соответственно).

Выводы

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- при обкатывании с гидроприводом наличие микродисперсных частиц в технологической жидкости обуславливает возможность их внедрения в поверхностный слой изделия. Определены ограничения при подборе размера частиц для реализации обработки;
- введение в технологическую жидкость солей металлов, в частности меди, обеспечивает

формирование на обрабатываемой поверхности металлического покрытия, улучшающего эксплуатационные свойства изделий, в частности износостойкость;

– практически показана возможность, одновременно с известным фактом упрочнения, при обкатывании с гидроприводом модифицировать поверхностный слой изделий, расширяя технологические возможности данного метода обработки.

Список литературы

1. *Беляев В.Н., Жарков А.С., Татаркин Е.Ю.* Улучшение шероховатости и твердости поверхностного слоя деталей при обкатывании с гидроприводом введением наночастиц углерода в зону обработки // Ползуновский вестник. – 2012. – № 1. – С. 37–40.
2. *Сорокин В.М.* Комбинированная антифрикционно-упрочняющая обработка деталей машин. – Горький: ВСНТО, 1985. – 92 с.
3. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.

Modification surface at rolling with drive

Belyaev V.N., Nozhkin I.S., Khamritelev S.S.,
Golovin E.D., Butilenkova O.A.

Research results of rolling parts with a deforming ball through a liquid layer have been presented. The possibility of introduction of microdisperse particles in a surface, and also increases in parts wear-resistance by applying copper coatings during strengthening treatment when rolling with hydraulic drive has been shown.

Key words: rolling, modification, microparticle.