

Черкун В. В.

*Таврический  
государственный  
агротехнологический  
университет*

УДК 621.9.04

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВНЕШНИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОАГРЕГАТОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ФИНИШНОЙ АНТИФРИКЦИОННОЙ БЕЗАБРАЗИВНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ (ФАБВО)

*Здатність ФАБВО скорочувати період припрацювання може бути ефективно використана для обробки деталей. Одним із напрямків підвищення ефективності ФАБВО є використання у процесі обробки вібрації інструменту, але на сьогодні це недостатньо досліджено. Такий варіант ФАБВО доцільно назвати фінішною антифрикційною безабразивною вібраційною обробкою (ФАБВО).*

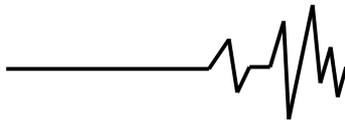
*The possibility of ANF to reduce the period of breaking-in can be effectively used to process the parts. One of the directions to increase the efficiency of ANF is using the tool vibration in the processing, but nowadays it is not enough researched. Such variant can be appropriately called the process of antifriction non -abrasive vibration finishing.*

При восстановлении деталей в настоящее время широко распространены методы, заключающиеся в шлифовании, расточке или хонинговании деталей под ремонтный размер, вследствие их относительной простоты и низкой стоимости. Однако при их осуществлении происходит удаление и изменение термообработанного поверхностного слоя обрабатываемых деталей. При этом в стружку переводится не только конструкционный материал, но и уничтожается фактически заложенный в изделие ресурс.

Важнейшее значение для получения высокой износостойкости трущихся поверхностей имеет вид их окончательной (финишной) абразивной обработки для снижения параметра их шероховатости (тонкое шлифование, плосковершинное хонингование,

суперфиниширование, полирование и т. д.). Поэтому работы, направленные на повышение качества окончательной механической обработки трущихся деталей, имеют одно из первостепенных значений [1].

Одними из методов финишной обработки деталей являются различные методы оксидирования. Оксидирование — это технологический процесс искусственного образования оксидной пленки на поверхности металла различными методами: химическим, дуговым, электроискровым, фрикционным и т. д. Оксидирование применяется в машиностроении, морском судостроении, оптико-механической промышленности и пр. для получения защитно-декоративного покрытия изделий из черных металлов, алюминия, меди, магния, цинка и их сплавов, а также для получения тонких



электроизоляционных слоев. Одной из разновидностей оксидирования является фрикционное оксидирование, когда при помощи специальных приспособлений на деталях вращения (вал, втулка) с использованием энергии трения формируются защитные оксидные слои. Однако, этот метод достаточно редко встречается на практике, поэтому мы остановимся на других, более распространенных, триботехнологиях финишной обработки поверхностей трения.

Так в промышленности широко применяется метод фрикционного (с помощью трения) нанесения медьсодержащих покрытий — финишная антифрикционная безабразивная обработка (**ФАБО**).

Сущность ФАБО заключается во фрикционном нанесении покрытий из пластичных металлов в присутствии специальной технологической среды на трущиеся поверхности деталей, таких как коренные и шатунные шейки коленчатого вала, гильзы цилиндров, реборды и поверхности катания колесных пар железнодорожного транспорта, различного вида штоки, пальцы, резьбовые соединения и ряд других.

ФАБО применяется в целях снижения интенсивности изнашивания, повышения задиристости трущихся поверхностей и интенсификации процессов образования защитных пленок в период приработки после изготовления или ремонта изделия. Впервые данный метод нанесения покрытий (**фрикционное латунирование**) предложен Д. Н. Гаркуновым и В. Н. Лозовским.

Основные способы ФАБО рядом авторов условно делятся на две группы:

1. Нанесение металлических покрытий фрикционно-механическим способом, инструментом из медьсодержащего сплава (фрикционное латунирование, бронзирование и меднение); фрикционно-химическим способом (ФАБО в металлолакирующих средах, содержащих в своем составе различные поверхностно-активные вещества (ПАВ) и соли металлов, способных к восстановлению на обрабатываемых поверхностях при воздействии роликов, дисков, брусков, щеток, тампонов и т. д. из неметаллического инструмента); фрикционное нанесение покрытий из пластичных сплавов в металлолакирующих средах.

2. Нанесение слоистых твердосмазочных покрытий в виде графита, дисульфида молибдена и других соединений контактным намазыванием различными методами.

К разновидностям ФАБО относятся:

- химико-механическое нанесение покрытий (Россия);

- нанесение покрытий трением с применением щетки (ФРГ);

- натирание поверхности латунью (Россия);

- электростатическое нанесение покрытий трением (Швейцария);

- механическое нанесение латунных покрытий трением (механическое латунирование) в среде - глицерина (ФРГ, Россия);

- химико-механическое латунирование с применением медьсодержащего вспомогательного материала РРТ 1 (ФРГ) и ряд других.

Две последние технологии объединяют упрочнение поверхностных областей с нанесением покрытий трением. Использование этих технологий имеет следующие преимущества:

- небольшие затраты расходных материалов и электроэнергии;

- стабильно высокое качество покрытия, в том числе и при некоторых отклонениях условий нанесения покрытий от оптимальных;

- возможность автоматизации процесса;

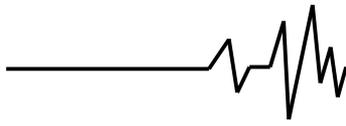
- экологическая безопасность;

- высокая экономическая эффективность и ряд других.

Принцип обоих этих способов латунирования состоит в том, что натирающий латунный элемент (стержень или трубка), вращаясь относительно своей продольной оси при относительно малом усилии нажатия и в присутствии вспомогательного рабочего материала (глицерина или материала РРТ1), натирает на подлежащую покрытию стальную или чугунную поверхность слоем латуни. В результате вследствие высокого удельного давления в месте линейного контакта одновременно происходит упрочнение поверхностной области основного материала на глубину 70...80 мкм.

За рубежом наибольшее применение технологии ФАБО получили в бывшей ГДР. Работы в данном направлении велись под руководством д. т. н., проф. Готлиба Польцера в Высшей технической школе г. Цвиккау. В настоящее время в Германии также на ряде предприятий применяют механическое фрикционное латунирование (использованием технически чистого глицерина и химико-механическое латунирование в присутствии вспомогательного материала РРТ 1. Эти работы проводятся в целях:

- уменьшения склонности к схватыванию (свариванию) стальных и чугунных пар трения,



таких как гильзы цилиндров ДВС и других деталей;

- уменьшение износа трущихся соединений с фрикционными латунными покрытиями на 20...50 % [2].

Проведенные нами исследования [3] показали возможность применения метода ФАБО при изготовлении и восстановлении деталей гидроагрегатов, которые имеют внешние цилиндрические поверхности трения. Номенклатура деталей включает в себя:

- цапфы шестерен гидронасосов;
- золотники гидрораспределителей;
- штоки гидроцилиндров и пр.

Проведенные исследования показали, что традиционные способы ФАБО имеют недостаточную производительность, что препятствует их широкому применению в качестве финишной обработки деталей в промышленных условиях.

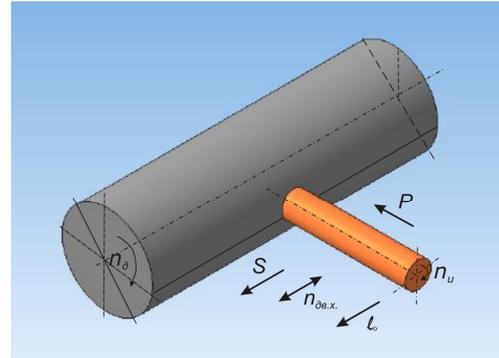
К недостаткам существующего процесса ФАБО, помимо недостаточной производительности, следует отнести частую замену инструмента из-за его неравномерного износа.

Неравномерный износ инструмента можно ликвидировать только при проворачивании инструмента в процессе ФАБО. Недостаточная производительность процесса заключается в том, что скорость относительного перемещения инструмента и детали обеспечивается только вращением детали. Повысить производительность ФАБО можно за счет увеличения скоростей относительного перемещения инструмент – деталь. А также не увеличением частоты вращения детали, а созданием продольной осцилляции инструмента в процессе обработки. Это позволит ускорить процессы ФАБО, не снижая качества самого процесса.

Учитывая эти недостатки, инструмент в процессе обработки должен иметь вращательное движение и осцилляцию. Это ставит необходимость разработки нового способа ФАБО деталей типа «вал» с применением вибрации. Такой вариант ФАБО целесообразно назвать финишной антифрикционной безабразивной вибрационной обработкой (ФАБВО).

Способность ФАБВО сокращать период приработки может быть эффективно использована для повышения износостойкости деталей гидроагрегатов.

Нами разработаны способ, устройство и поверхностно – активная среда для нанесения покрытий методом ФАБВО [4, 5, 6]. Параметры режимов ФАБВО приведены на рисунке.



Параметры режимов ФАБВО: P – давление инструмента;  $n_d$  – частота вращения детали;  $n_u$  – частота вращения инструмента;  $n_{ox}$  – число двойных ходов инструмента; S – продольная подача инструмента; l – осцилляция инструмента.

Применение данного метода позволило сократить период приработки деталей в соединениях, что, в свою очередь, привело к уменьшению величины износа пар трения в период приработки и стабилизации зазора. В совокупности это позволяет увеличить технический ресурс гидроагрегатов в процессе эксплуатации.

#### Литература

1. Балабанов В.И., Ищенко С.А., Беклемышев В.И. Триботехнологии в техническом сервисе машин. – М.: Изумруд, 2005, – 192 с.
2. Ерохин М.Н., Балабанов В.И., Стрельцов В.В., Цыпцын В.И., Сафонов В.В., Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Голубев И.Г. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии. Учебное пособие/ Под общей ред. акад. Ерохина М.Н.. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008.-300 с.
3. Черкун В.В. Основні види зносів деталей гідророзподільників типу Р80 // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КДТУ, 1999. – С.135 – 138.
4. Декл. пат. 35858А Україна С23С20/00. Пристрій для фрикційно-механічного нанесення покриттів/ М.І.Черновол, В.В. Черкун, В.М. Наливайко, Є.К.Солових(Україна). – №99010209; заявл. 14.01.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл.№3.
5. Декл. пат. 35859А Україна С23С20/00. Спосіб нанесення антифрикційних покриттів/ М. І. Черновол, В. В. Черкун, В. М. Наливайко, Є. К.Солових (Україна). – №99010210; заявл. 14.01.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл.№3
6. Пат. 41439 Україна, МПК С23С 22/05. Поверхнево – активне середовище для нанесення покриттів фрикційно – механічним методом / В.М. Кропівний, І. В. Шепеленко, В. А. Павлюк-Мороз, В. В. Черкун, М.В.Красота, І. М. Соколенко (Україна). – №200814103; заявл. 08.12.2008; опубл. 25.05.2009, Бюл. №10.