

УДК 621.891.539.375.6

**М.И.Черновол, проф., д-р техн. наук, И.В.Шепеленко, доц., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Варума Арифа, PhD**

*Университет им.Абду Мумуни (г. Ниамей, Нигер)*

## КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ

В статье предложен комбинированный метод обработки поверхностей трения, суть которого заключается в нанесении регулярного микрорельефа и его заполнения антифрикционным материалом. Предложенная обработка позволит повысить долговечность работы деталей прецизионных пар трения.  
**комбинированная обработка, вибрационное накатывание, финишная антифрикционная безабразивная обработка**

Одним из направлений дальнейшего развития технологии машиностроения является совершенствование существующих и разработка новых наукоемких, в том числе и комбинированных технологических методов обработки деталей. Разработка нового метода обработки является творческой задачей и требует использование системного подхода, базирующийся на единстве технологий проектирования, производства и эксплуатации изделий машиностроения [1].

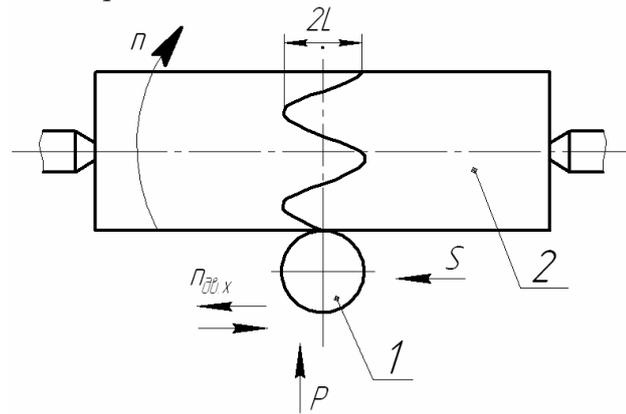
Большинство методов обработки используют один вид энергии, с одним способом его подвода в зону обработки. Например, широко применяемые методы ППД (обкатывание, выглаживание и т.д.), позволяют применять только механическую энергию при равномерном движении инструмента и детали.

Комбинированные методы обработки (КМО) позволяют совмещать воздействие нескольких физико-химических явлений и способов их подвода в зону обработки и сочетать в себе преимущества различных методов, в том числе модификации поверхностей и нанесения покрытий, тем самым достигая более высокие эксплуатационные свойства деталей. Суть КМО заключается в суммарном воздействии физических и химических явлений. Так, известны различные комбинированные способы, совмещающие обработку ППД с механическим, термическим и химико-термическим воздействиями [2].

Технологические методы обработки деталей, повышения их износостойкости многообразны [3]. Вместе с тем, весьма перспективным следует считать направление по приданию поверхности трения антифрикционных свойств и создания регулярного микрорельефа.

Многочисленными исследованиями [4, 5 и др.] доказаны широкие технологические возможности улучшения эксплуатационных качеств деталей и повышения их долговечности путем нанесения регулярного микрорельефа способом вибрационного накатывания. В результате сложного относительного перемещения деформирующего инструмента относительно обрабатываемой поверхности (рис.1) на последней создаются закономерно расположенные, тонко управляемые, аналитически рассчитываемые микрорельефы. За счет одновременного независимого варьирования значений большого числа параметров режима вибрационного накатывания становится возможным образования регулярных микрорельефов различных видов с повышенной маслостойкостью. Однако высота выдавливаемых выступов ограничена физико-

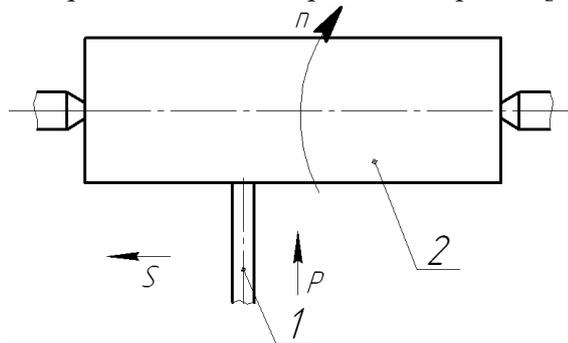
механическими свойствами металла, что ограничивает возможность использования данного способа в ремонтном производстве.



1 – деформирующий элемент (шарик); 2 – деталь;  $\omega$  – частота вращения детали;  $S$  – подача шара за один оборот заготовки;  $n_{дв.х}$  – число двойных ходов (циклов осцилляций);  $L$  – амплитуда осцилляций;  $P$  – усилие вдавливания шарика

Рисунок 1 - Схема вибрационного накатывания

Открытие избирательного переноса при трении [6] легло в основу разработки методов повышения износостойкости поверхностей трения и долговечности деталей, одним из которых является финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО). Сущность ФАБО состоит в том, что поверхность трения деталей покрывают тонким слоем латуни, меди или бронзы. Покрывают путем трения латунного, медного, бронзового прутка (инструмента) о поверхность детали (рис.2), смазывая при этом поверхность трения технологической жидкостью. При трении материал прутка (инструмента) переносится на поверхность детали, вследствие чего она приобретает высокие антифрикционные свойства. Реализация метода ФАБО предъявляет определенные требования к шероховатости поверхностей трения [7].



1 – инструмент; 2 – деталь;  $p$  – усилие прижатия натирающего элемента;  $\omega$  – частота вращения детали;  $S$  – продольная подача инструмента

Рисунок 2 - Схема ФАБО

Предпосылкою к целесообразности заполнения маслостойких поверхностей антифрикционными материалами является способ обработки гильз цилиндров методом антифрикционного плосковершинного хонингования [8]. На поверхности гильзы цилиндров последовательно выполняют черновое и чистовое хонингование. Полученный в результате обработки микрорельеф представляет собой чередование глубоких рисок для размещения смазки и плоских плато, увеличивающих необходимую относительную опорную длину профиля. Последующей операцией, которая

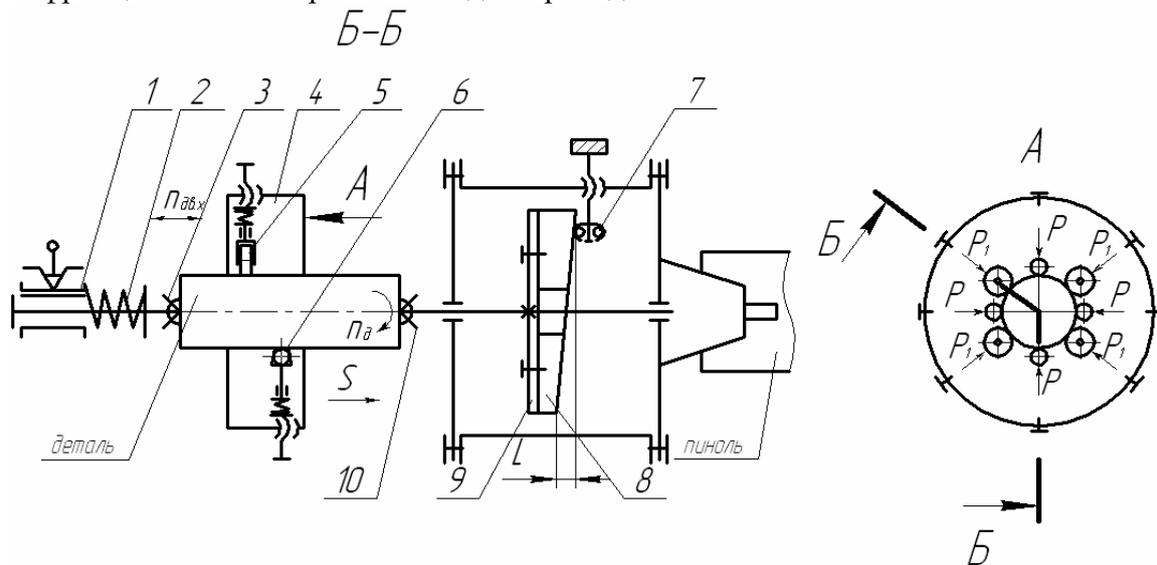
выполняется также на хонинговальном станке, является нанесение фрикционным методом приработочного антифрикционного покрытия.

Анализ схем обработки поверхностей деталей (рис.1, 2) позволяет говорить о возможности и целесообразности использования совмещенной обработки ППД с процессами, протекающими при фрикционно-механическом нанесении покрытий.

На наш взгляд, весьма эффективным методом обработки поверхностей трения может быть комбинированная технология обработки, включающая вибрационное накатывание и нанесение антифрикционного материала фрикционно-механическим способом [9]. На первом этапе наносится регулярный микрорельеф, увеличивая маслосъемность и снижая силы трения. Вторым этапом технологии, также снижающий силу трения и износ в зоне контакта служит ФАБО, частным случаем которой является фрикционно-механическое латунирование.

Использование существующих устройств для нанесения регулярного микрорельефа и антифрикционных покрытий требует переустановки инструментов. При этом снижается качество обработки, нарушается базирование детали и увеличивается время на переустановку детали и инструмента.

Авторами данной работы предложено устройство (рис.3), обеспечивающее получение регулярного микрорельефа и последующего его заполнения антифрикционным материалом за один проход станка.



1 – втулка шлицевая; 2 – пружина; 3, 10 – центра рифленые; 4 – корпус; 5 – ролик латунный; 6 – шарик; 7 – упор; 8 – копир; 9 – ступица; S – подача многошарикового накатника;  $n_d$  – частота вращения детали; L – амплитуда осцилляции детали; P – деформационное усилие шариков;  $P_1$  – усилие латунных роликов;  $n_{дв.х}$  – число осцилляций детали

Рисунок 3 – Схема устройства для комбинированной обработки поверхностей трения

Устройство, разработанное на базе многошарикового накатника [10], работает следующим образом. Ведущий узел устанавливается в патроне токарно – винторезного станка, многошариковый накатник – в резцедержателе, осциллирующий узел – в пиноле задней бабки. При вращении патрона шлицевая втулка 1 с пружиной 2 и ведущим рифленым центром 3 также вращается. Движение передается на деталь, ведомый рифленый центр 10, ступицу 9 и копир 8, выполненный в виде цилиндра, рабочий торец которого имеет синусоидальную поверхность.

На поверхности детали, совершающей осцилляцию и вращение вначале деформирующими элементами 6 наносится регулярный микрорельеф, который смачивают технологической жидкостью (глицерином), а затем путем использования явления переноса металла при трении осуществляется заполнение впадин

микрорельєфа матеріалом роликів 5 – латунью. Многошариковый раскатник при этом движется поступательно.

Таким образом, предложенное устройство позволяет получить регулярный микрорельеф, выступы которого образуют твердый каркас, а также заполнить впадины микрорельєфа антифрикционным материалом. Толщина антифрикционного слоя при этом, должна быть не меньше величины максимального износа поверхности трения, что должно обеспечить сохранение антифрикционности на всем сроке эксплуатации.

Разработанная комбинированная технология обработки, на наш взгляд, позволит повысить долговечность работы деталей прецизионных пар трения и требует дальнейшего всестороннего исследования.

## Список литературы

1. Суслов А.Г. Совершенствование и разработка конкурентоспособных технологий, обеспечивающих повышение качества изделий машиностроения// Вестник Брянского государственного технического университета. №2. – Брянск, БГТУ, 2006. – С.24-29.
2. Харламов Ю.А., Будагьянц Н.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин. Учебное пособие в 2 т. Том 2. – Луганск: изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им.В.Даля, 2003. – 480 с.
3. Кершенбаум В.Я. Механотермическое формирование поверхностей трения. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
4. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. - Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с.
5. Наливайко В.Н. Нанесение регулярного микрорельєфа на поверхности деталей// В сб. «Проблемы надежности и долговечности сельскохозяйственных машин». - К.: УМКВО, 1992. – С.65 – 74.
6. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Издательство МСХА», 2001. – 616 с.
7. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения/ Под общ. Ред. Д.Н.Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1982. – 207 с.
8. Чеповецкий И.Х. Триботехнология формирования поверхностей. К.: Наукова думка, 1989. – 256 с.
9. Патент України на корисну модель №52699, С23D 5/00. Спосіб нанесення антифрикційних покриттів/ Кропивний В.М., Шепеленко І.В., Чернявський О.В. [та ін.] – Опубл. 10.09.2010, Бюл.№17.
10. А.с. №1750932 СССР кл. В24В39/00. Устройство для нанесения на поверхности детали регулярного микрорельєфа методом вибронакатывания. Наливайко В.Н. Бюл.№28, 1992.

*М.Черновол, І.Шепеленко, Варума Аріфа*

### **Комбінований метод обробки поверхонь тертя**

У статті запропонований комбінований метод обробки поверхонь тертя, суть якого полягає в нанесенні регулярного микрорельєфу і його заповненні антифрикційним матеріалом. Запропонована обробка дозволить підвищити довговічність роботи деталей прецизійних пар тертя.

*M.Chernovol, I.Shepelenko, Warouma Arifa*

### **Combined method of friction surfaces treatment**

The following article introduces a combined method of friction surfaces treatment which lies in application of a regular micro relief and its filling with antifrictional substance. The above mentioned treatment will allow to increase the durability of details of precise friction pairs.

Одержано 11.04.11