

2. Азаренко Б.С., Афанасьев В.Д., Бровман М.Я. Прокатное производство: Справочник. – М: Металлургиздат, 1962, Том. I – 743с.
3. Эксплуатация валков обжимных и сортовых станов /Н.М. Воронков, В.П. Един, Б.Я. Шнеров и др. – М. Металлургия, 1973, – 287с.
4. Горенштейн М.М., Цилевич И.З., Мехмуров М.М. Облегченные профили проката. – Киев: Государственное издательство технической литературы, 1963. – 138с.
5. Биргер Г.А., Шорб Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М: Металлург издат, 1979. – 702с.
6. Пукалов В.П., Пукалов В.В., Златопольский Ф.И., Петренко Н. Н. Определение соотношения между прогибом нейтральной оси и образующей при деформации осесимметричных тел.// Зб. наук. праць КНТУ/ Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ Вип. 26. – Кіровоград: КНТУ, 2013.

**V. Pukalov, V. Pukalov, F. Zlatopolskyu, N. Petrenko**

*Kirovograd National Technical University*

#### **Determination of bending of formative cylindrical surface and neutral axis during deformation of axisymmetrical bodies**

The purpose of work is a calculation of difference of bending between a formative cylindrical surface and bending of neutral axis during deformation of axisymmetrical bodies.

On the basis of theory of resiliency of two-dimensional task equalization is got determining betweenness bending of neutral axis of formative cylindrical surface of the calibrated rollers, leanings against two joint supports and loaded with the concentrated force in an arbitrary section.

It is set that bending of formative cylindrical surface less than, than bending of neutral axis. This difference in the case of short rollers, can arrive at to 11,25%.

**bending, neutral axis, deformation, axisymmetrical body**

Одержано 18.01.13

**УДК 629.3.004**

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

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Пристрої для фрикційно-механічного нанесення покриттів**

У статті представлено аналіз відомих пристроїв для фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) фрикційно-механічним способом. Існуючі конструкції пристосувань для ФАБО мають низьку продуктивність, що перешкоджає широкому застосуванню даної обробки в промислових умовах. З метою підвищення продуктивності ФАБО запропонована конструкція пристрою, при роботі якого використовується принцип протягування шляхом зворотно-поступального руху інструмента з одночасним дискретним обертанням деталі.

**фінішна антифрикційна безабразивна обробка, фрикційно-механічний спосіб, пристрій, продуктивність**

**М. И. Черновол, И.В. Шепеленко**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Устройства для фрикционно-механического нанесения покрытий**

В статті представлений аналіз відомих пристроїв для фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) фрикційно-механічним способом. Існуючі конструкції пристроїв для ФАБО мають низьку продуктивність, що перешкоджає широкому застосуванню даної обробки в промислових умовах. З метою підвищення продуктивності ФАБО запропонована конструкція пристрою, при роботі якого використовується принцип протягування інструмента з одночасним поступальним рухом інструмента і дискретним обертанням деталі.

### фінішная антифрикционная безабразивная обработка, фрикционно-механический способ, устройство, производительность

Одним із пріоритетних напрямків сучасного машинобудування є розробка й широке використання зносостійких покриттів [1]. До числа інноваційних технологій нанесення зносостійких покриттів слід віднести фінішну антифрикційну безабразивну обробку (ФАБО), яка реалізується шляхом фрикційної взаємодії оброблюваного інструмента з поверхнею оброблюваної деталі з метою покращення припрацювання й підвищення зносостійкості за рахунок наступної самомодифікації поверхонь в умовах тертя при експлуатації [2]. Нанесення покриттів з міді та її сплавів можливо з оброблюваного інструмента, з робочого середовища, що подається в зону обробки, або при комбінації першого й другого. Для фрикційно-механічного нанесення покриттів на поверхні тертя розроблені спеціальні пристосування (пристрої), напівавтомати, автомати й верстати [3].

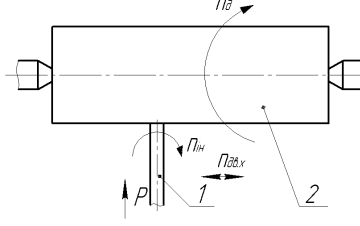
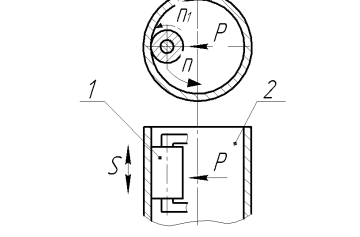
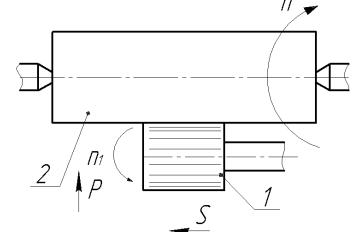
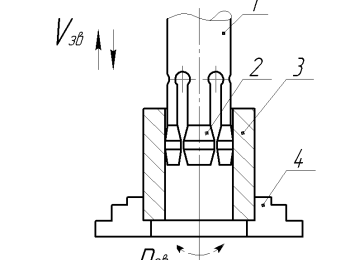
Відмінність розмірів і конфігурацій деталей, що підлягають покриттю, обумовила застосування різних способів і пристроїв для їх здійснення.

Застосування пристроїв для ФАБО гільз циліндрів [4 – 7 та ін.], шийок колінчастих валів [8 – 9], кулачків розподільчих валів [10], складних криволінійних поверхонь [11] та інших деталей [12, 13 та ін.] дозволило підвищити зносостійкість оброблених поверхонь.

Разом з тим, аналіз відомих схем для ФАБО (табл.1, а, б) показав, що традиційні способи фрикційно-механічного нанесення покриттів і пристрої для їх здійснення мають низьку продуктивність. Підвищити продуктивність процесу ФАБО можливо за рахунок ускладнення руху (табл.1, в), наприклад, надання вібрації [14], та зміни форм і розмірів (табл.1, г, д) інструмента.

Таблиця 1 – Продуктивність основних способів ФАБО

Сутність способу, режими	Схема	Максимальна продуктивність, $\text{см}^2/\text{хв}$
<p><b>а) латунний пруток рухається в осьовому напрямку:</b>            1 – інструмент; 2 – деталь, що оброблюється; P – зусилля притискання інструмента; n – частота обертання деталі; S – поздовжня подача інструмента;</p>		15
<p><b>б) латунний пруток обертається під кутом до осі деталі:</b>            1 – інструмент; 2 – деталь, що оброблюється; 3 – обойма; P – зусилля притискання інструмента; n – частота обертання деталі; <math>n_1</math> – частота обертання інструмента; S – поздовжня подача інструмента; <math>\alpha</math> – кут нахилу інструмента до деталі;</p>		25

<p><b>в) латунний пруток виконує зворотно-поступальний і обертальний рухи:</b>  1 – інструмент; 2 – деталь, що оброблюється; <math>P</math> – зусилля притискання інструмента; <math>n_d</math> – частота обертання деталі; <math>n_{ин}</math> – частота обертання інструмента; <math>n_{дв.х}</math> – число подвійних ходів інструмента;</p>		90
<p><b>г) латунне коло виконує зворотно – поступальний і обертальний рухи:</b>  1 – інструмент; 2 – деталь, що оброблюється; <math>P</math> – зусилля притискання інструмента; <math>n</math> – частота обертання деталі; <math>n_1</math> – частота обертання інструмента; <math>S</math> – поздовжня подача інструмента;</p>		160
<p><b>д) латунний пруток виконує зворотно – поступальний і обертальний рухи:</b>  1 – інструмент; 2 – деталь, що оброблюється; <math>P</math> – зусилля притискання інструмента; <math>n</math> – частота обертання деталі; <math>n_1</math> – частота обертання інструмента; <math>S</math> – поздовжня подача інструмента;</p>		800
<p><b>е) латунні бруски виконують зворотно-поступальний рух уздовж вісі деталі з її дискретним обертанням:</b>  1 – втулка розрізна; 2 – бруски антифрикційні; 3 – деталь; 4 – пристрій для закріплення деталі; <math>n_{зв}</math> – дискретне обертання деталі; <math>V_{зв}</math> – зворотно-поступальний рух інструмента.</p>		900

Однак продуктивність обробки залишається невисокою, що перешкоджає широкому застосуванню ФАБО в якості фінішної обробки в промислових умовах.

Літературно-патентний аналіз дозволив встановити основні недоліки існуючих пристроїв для нанесення зносостійких покриттів методом ФАБО:

- розроблені конструкції пристосувань і оснащення не забезпечують необхідну продуктивність у зв'язку з тим, що інструментом для нанесення покриттів є всього лише один – три латунні прутки діаметром 3 – 4 мм. Це змушує виконувати кілька проходів інструментом, щоб покрити латунною плівкою всю поверхню деталі. Наприклад, для обробки одного циліндра двигуна необхідно більше 5 хв. [6];

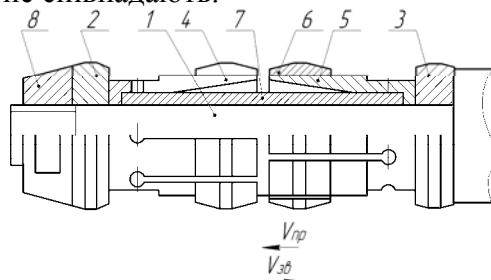
- технології й пристрої для ФАБО, що використовуються, не забезпечують зміцнення поверхонь деталей, а отже – зносостійкість на більш тривалий термін.

Метою даної роботи є розробка пристрою для ФАБО, що дозволить підвищити продуктивність процесу й зносостійкість покриттів.

Поставлена мета досягається за рахунок того, що, на відміну від відомих способів ФАБО для нанесення зносостійких покриттів, застосовується принцип протягування, який здійснюється шляхом зворотно-поступального руху інструмента з одночасним дискретним обертанням деталі (табл.1, е) [15, 16].

Розроблений пристрій (рис.1) складається з оправки 1, на якій розташовані деформуючі елементи 2, 3, розрізні втулки 4, 5 з антифрикційними брусками 6, дистанційної втулки 7, яка створює зазор між розрізними втулками та гайкою 8.

Остання забезпечує закріплення робочих елементів пристрою на оправці і виконує функцію прямого конусу. Розрізні втулки 4 і 5 розміщені на оправці 1 таким чином, що пази між пелюстками не співпадають.



1 – оправка; 2, 3 – елементи деформуючі; 4, 5 – втулки розрізні; 6 – бруски антифрикційні; 7 – втулка дистанційна; 8 – гайка;  $V_{пр}$  – прямий рух пристрою;  $V_{зв}$  – зворотній рух пристрою

Рисунок 1 – Пристрій для фрикційно-механічного нанесення покриттів

Пристрій, що пропонується, встановлюється в штоку гідравлічного пресу і працює таким чином. При прямому переміщенні  $V_{пр}$  деформуючий елемент 2 деформує поверхневий шар деталі та зминає виступи мікрорельєфу, які утворюються на попередній технологічній операції. При цьому зона обробки постійно змочується робочою рідиною (гліцерином), яка сприяє розм'якшенню й розчиненню оксидних плівок поверхні деталі, що оброблюється, та антифрикційних брусків 6.

Останні за рахунок пружної деформації пелюсток розрізних втулок притискаються до поверхні, що оброблюється. Внаслідок зношування антифрикційних брусків 6, виконується перенесення антифрикційного матеріалу і його заповнення впадинами. Деформуючий елемент 3 створює додаткову пластичну деформацію поверхні, що оброблюється, зміцнюючи поверхневий шар та забезпечуючи втиснення антифрикційного матеріалу у впадини мікрорельєфу.

При зворотньому переміщенні  $V_{зв}$  антифрикційними брусками 6 виконується повторне нанесення покриття, деформуючий елемент 3 при цьому виконує функцію задньої напрямної. Завдяки розміщенню антифрикційних брусків на пелюстках розрізних втулок таким чином, що їх пази не співпадають, забезпечується постійне зусилля антифрикційних брусків і нанесення антифрикційного покриття по всій внутрішній поверхні отвору, що оброблюється.

Використання запропонованого пристрою дозволить підвищити продуктивність та якість обробки поверхонь тертя деталей.

## Список літератури

1. Соловых Е.К. Тенденции развития технологий поверхностного упрочнения в машиностроении: Монография. – Кировоград: КОД, 2012. – 92 с.
2. Быстров В.Н. Применение устройств для фрикционно-механического нанесения износостойких покрытий в условиях ремонтного производства / В.Н. Быстров // Изобретательство. - 2011. - Т. 11, №3. - С. 29-34.
3. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: науч. изд. / В.Ф. Федоренко, М.Н. Ерохин, В.И. Балабанов, Д.С. Буклагин, И.Г. Голубев, С.А. Ищенко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 312 с.
4. Готтлиб Польцер Основы фрикционного нанесения покрытия в условиях селективной передачи / Польцер Готтлиб // РВМ (Ремонт. Восстановление. Модернизация). - 2010. - № 10. - С. 23-28.
5. Гаркунов Д.Н. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей трения деталей / Д.Н. Гаркунов // РВМ (Ремонт. Восстановление. Модернизация). - 2009. - № 5. - С. 24-29.
6. Гаркунов Д.Н. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей трения деталей / Д.Н. Гаркунов // РВМ (Ремонт. Восстановление. Модернизация). - 2009. - № 6. - С. 38-42.
7. Гаркунов Д.Н. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей трения деталей / Д.Н. Гаркунов // РВМ (Ремонт. Восстановление. Модернизация). - 2009. - №7. - С. 12-14.
8. Быстров В.Н., Балабанов В.И. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий. Патент РФ № 1834913, Б.И. №10, 1993.

9. Быстров В.Н., Белозеров С.И., Джабаева Л.К., Стрельников А.Н. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий. А.с. СССР № 1601198, Б.И. № 38, 1990.
10. Сорокин В.М., Берглезов В.В., Михеев А.В., Тканчук, С.С. Способ улучшения приработки и повышения износостойкости кулачков распределительных валов /В.М. Сорокин и др.// Технология металлов. – 2010. - №1, - С.42-45.
11. Титов В.А. Исследование и разработка метода фрикционного нанесения износостойких покрытий на предприятиях автомобильного сервиса: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы»/ В.А. Титов. – М., 2010. – 24 с.
12. Румянцев Г.И. Фрикционное латунирование деталей топливной аппаратуры // Повышение износостойкости на основе избирательного переноса. М.: Машиностроение, 1977. С.155-159.
13. Некрасов С.С., Паршин И.П., Приходько И.Л. Антифрикционные покрытия деталей и эффективность их применения: Обзорн. информ.// Госагропром СССР. - М.: АгроНИИТЭИИТО, 1988.- 26 с.
14. Шепеленко И.В., Черкун В.В. Совершенствование процесса финишной антифрикционной безабразивной обработки цапф шестерен гидронасосов /И.В. Шепеленко, В.В.Черкун// РВМ (Ремонт. Восстановление. Модернизация). – 2012. - №9, - С.32-35.
15. Пат. 70146 Україна, МПК В24В 39/00. Пристрій для фрикційно-механічного нанесення покриттів/ О.В. Чернявський, І.В. Шепеленко, І.Ф. Василенко, М.В. Красота, А.В. Кропивна (Україна). – №201114093; заявл. 29.11.2011; опубл. 25.05.2012, Бюл.№10.
16. Пат. 74630 Україна, МПК С23С 26/00. Спосіб нанесення антифрикційних покриттів на внутрішні циліндричні поверхні / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко, О.В. Чернявський, І.Ф. Василенко, А.В. Кропивна (Україна). – №201203173; заявл. 19.03.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл.№21.

**M. Chernovol, I. Shepelenko**

*Kirovohrad National Technical University*

**Devices for mechanical friction coating**

This article analyses all known devices for the treatment of non-abrasive anti-friction finish by way of mechanical friction. All existing devices have low productivity, which prevents wide usage of this type of finish in industry.

The aim of this work is to develop a device for the treatment of non-abrasive anti-friction finishes which will help to increase the productivity of the process and durability of the finish. The aim is reached by using the principle of drawing, which is carried by the reciprocating motion of the tool with simultaneous rotation of discrete parts.

The using of this device will result in increasing of productivity and quality of treatment of friction surfaces.

**anti-friction non-abrasive finish treatment, friction-mechanical method, the device, productivity**

Одержано 14.05.13