

УДК 621.891.539.375.6

**В.М.Кропівний, проф., канд. техн. наук, І.В.Шепеленко, доц., канд. техн. наук, В.В.Черкун, інж.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## Розробка та дослідження складу технологічного середовища для ФАБВО

У статті наведені результати досліджень розробленого складу ПАС для ФАБВО. Існуючий склад ПАС дозволяє одержувати якісні покриття на поверхні нелегованих сталей. Якість покриття через налипання окремих часток латуні на поверхні легованих сталей значно погіршуються. Запропонований склад ПАС забезпечує одержання рівномірного, суцільного покриття на поверхні легованих сталей.  
**поверхнево – активне середовище, ФАБВО, покриття, коефіцієнт тертя**

**Актуальність.** Для підвищення надійності та довговічності деталей машин застосовують різноманітні способи нанесення металевих і полімерних покриттів [1], одним з яких є метод фінішної антифрикційної обробки (ФАБВО), що дозволяє значно поліпшити параметри поверхонь тертя та умови припрацювання з'єднань. Сутність методу полягає в нанесенні тертям покриття, що сприяє локалізації деформацій зрушення, схоплювання та інших процесів, які супроводжують тертя деталей у тонкому легкодеформуючому шарі покриття [2].

Однією з умов успішного здійснення ФАБВО є введення в зону контакту спеціальної технологічної рідини – поверхово – активного середовища (ПАС), яке змочує оброблювану поверхню, розпушує оксидну плівку, пластифікує поверхню й створює умови для схоплювання металів. Таким чином, ПАС багато в чому визначає якість покриття й продуктивність процесу ФАБВО.

У роботах [3, 4] сформульовані основні функціональні й технологічні вимоги, які пред'являють до ПАС:

- вміст поверхнево – активних речовин у кількості, що дозволяє розпушувати оксидні плівки та пластифікувати оброблювану поверхню та інструмент, що натирає;
- вміст органічних матеріалів, здатних при взаємодії з іншими компонентами або в процесі нанесення до полімеризації та утворення на поверхні покриття, що містить мідь, полімерної плівки;
- компоненти середовища повинні перебувати в розчиненому вигляді для забезпечення гарного транспортування складу, що подають в зону обробки;
- оптимальна в'язкість, безпека, стабільність, низька корозійна активність та ін.

Головним критерієм якості технологічного середовища є комплекс триботехнічних властивостей покриття, які оцінюються наступними основними показниками: рівномірність покриттів, що утворюються; маслоємність (пористість); шорсткість поверхні; товщина покриття; зносостійкість [5].

Існуючі склади ПАС дозволяють, в основному, одержувати якісні покриття на поверхні нелегованих сталей. Якість покриття через наливання окремих часток латуні на поверхні легованих сталей значно погіршуються.

**Методика проведення досліджень.** Вибір і випробування ПАС проводилися на основі результатів літературно – патентного аналізу. Для підвищення якості покриття, нанесеного фінішної антифрикційної безабразивної вібраційною обробкою (ФАБВО), розроблена ПАС наступного складу: ортофосфорна кислота 0,8...1 мас. %, олеїнова

кислота 0,7...0,9 мас. %, ізопропиловий спирт 4...7 мас. %, соляна кислота – 2...3 мас. %, інше – гліцерин [6].

Склад ПАС готували простим змішуванням компонентів. Покриття наносили на циліндричні зразки із цементованої сталі 18ХГТ із шорсткістю  $R_a=1,25 - 1$  мкм. Зразки попередньо знежирювали, протирали і зазначений склад волосяним пензликом наносили на поверхню. Нанесення покриття здійснювали прутком з латуні Л-62 на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 з використанням розробленого пристрою [7] при наступних режимах: тиск інструменту –  $P = 6$  МПа; швидкість ковзання інструменту –  $V_k = 1,82$  м/с; відношення частот подвійних ходів інструменту і обертання деталі –  $n_{п.х.}/n_d = 57$ ; величина осциляції інструменту –  $\ell_o = 7,12$  мм.

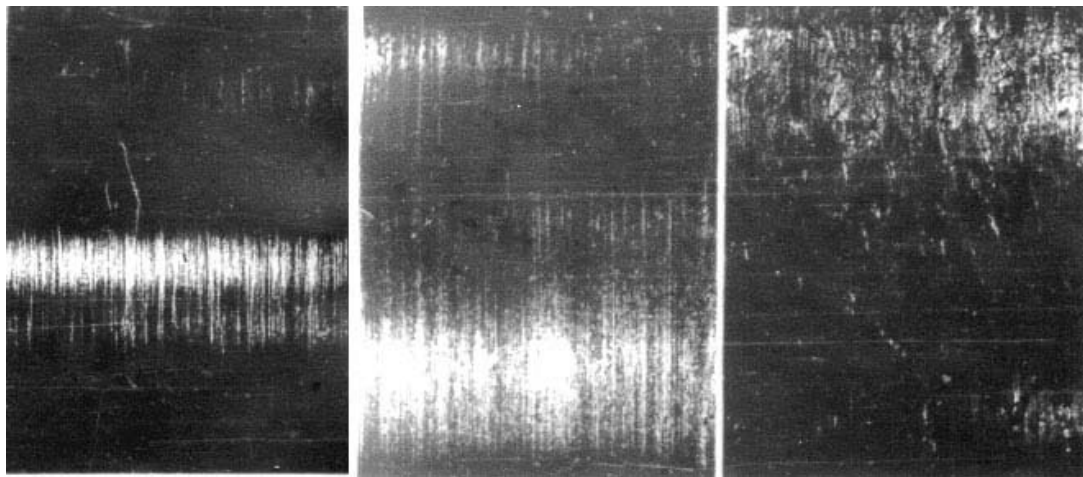
Вибір кількісного вмісту ортофосфорної кислоти обумовлений тим, що при низьких її концентраціях (менш 0,8%) покриття утворюється не щільним. При більш високих концентраціях (понад 1%) якість покриття погіршується через налипання окремих часток латуні. Більша кількість іонів водню в гліцерині, олеїновій кислоті приводить до його впровадження у вакансії, які утворює хром в сталі. Це сприяє руйнуванню поверхні з подальшою взаємодією з вільним хромом і утворенням фосфорнокислого хрому  $CrPO_4$  з випаданням його в осад, механічно не пов'язаного з основною структурою сталі, що травиться. Крім цього, соляна кислота взаємодіючи із хромом утворює розчинний осад  $CrCl_3$  з виділенням великої кількості додаткового водню.

Такий стан мікрорельєфу поверхні сприяє покращенню перенесення латуні на сталеву поверхню з дифундуванням міді в поверхневі шари при ФАБВО, забезпечуючи міцність зчеплення нанесеного шару зі сталеву основою деталі.

При вивченні особливостей процесу ФАБВО з використанням розробленого складу ПАС визначали сили тертя, що виникають між поверхнями сталі 18ХГТ і латуні Л62. Дослідження проводилися при сухому терті, з використанням розробленого й відомого складу ПАС [8].

**Результати досліджень.** Додавання до відомого складу ПАС ортофосфорної кислоти дозволило зруйнувати оксидні плівки та одержати 100% суцільність покриття. Роль гліцерину в зазначеному складі ПАС полягає в тому, що він не тільки усуває на поверхні тертя латуні сталеву плівку, але й при нагріванні до температури порядку 180...220<sup>0</sup>С має властивість інтенсивно відновлювати мідь із її окислів. Оскільки контакт деталей при терті відбувається в окремих плямах, загальна площа яких у багато разів менша номінальної площі сполучених поверхонь, то на поверхні латуні при терті є мікроділянки з інтенсивним виділенням тепла, на яких відбувається відновлення латуні з окисної плівки, що утворюється на поверхні металу [9].

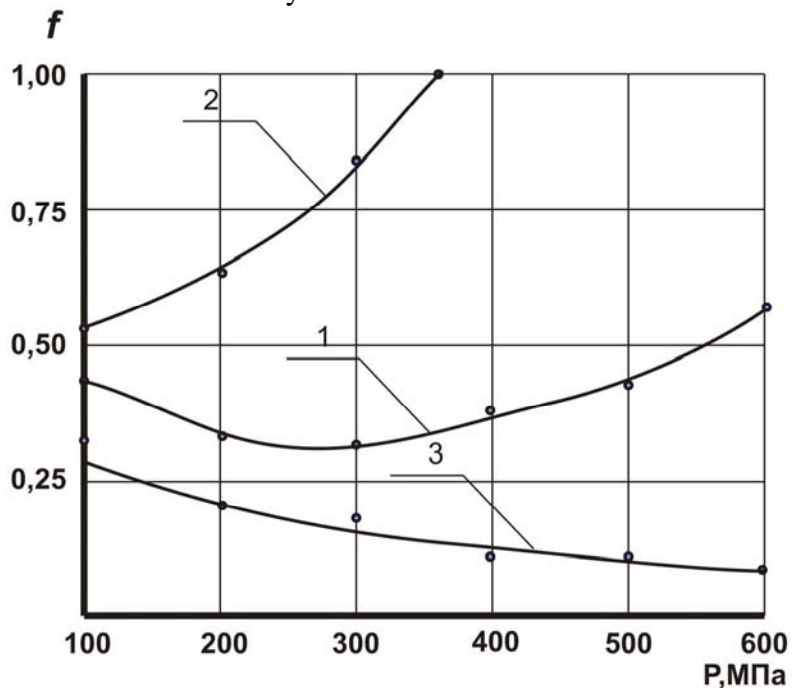
Дослідження будови оброблених поверхонь (рис.1) свідчать про те, що саме з використанням розробленого складу ПАС можливе одержання рівного, суцільного покриття. Ділянки поверхні латуні, на яких відбувається відновлення окисної плівки, мають підвищену активність до схоплювання зі сталлю. Поверхня сталі 18ХГТ (рис.2, б) поступово покривається суцільним шаром латуні, що складається з окремих мікрочастинок, міцно скріплених як зі сталеву поверхнею, так і між собою.



а – вихідна поверхня; б – ФАБВО з використанням розробленого ПАС; в – ФАБВО з використанням відомого ПАС

Рисунок 1 - Стан поверхонь зразків зі сталі 18ХГТ до та після ФАБВО ( $\times 7$ )

Коефіцієнт тертя при використанні розробленого складу ПАС перебуває в межах 0,35...0,5 (рис.2) і незначно змінюється в результаті зміни тиску. Це свідчить про те, що з підвищенням тиску збільшується площа фактичного контакту поверхонь тертя, на яких відбувається схоплювання металу.



1 – у розробленому ПАС; 2 - при сухому терті; 3 – у відомому ПАС

Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта тертя  $f$  від тиску  $P$  при ФАБВО

При сухому терті відбувається задир з'єднаних поверхонь, який характерний для схоплювання металів при терті, що супроводжується інтенсивним зростанням коефіцієнта тертя.

У відомому ПАС у результаті налипання часток латуні, і як наслідок, погіршення якості покриття, значення коефіцієнта тертя зі збільшенням тиску падає.

**Висновки.** Результати досліджень показали, що вони відповідають існуючим уявленням про вплив ПАС і фізико-хімічних процесів, що відбуваються на поверхні металів при терті, на характер перенесення латуні при ФАБВО. Наявність хімічно

активної стосовно мідного сплаву ПАС і протікання відповідних фізичних процесів на поверхні металів при терті (зокрема, виділення тепла) є необхідною умовою для здійснення ФАБВО. При досягненні в приконтатних об'ємах контактуючих металів температур порядку 180...220<sup>0</sup>С і контактних тисків запропонований склад ПАС дозволяє формувати покриття 100% суцільності на поверхні сталі 18ХГТ.

## Список литературы

1. Карп Н.И. Износостойкость и защитные покрытия (Обзор)/ И.Н. Карп// Эко-технологии и ресурсосбережения. – 2007. - №6. – С.24-39.
2. Гаркунов Д.Н. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБВО) поверхностей трения деталей/ Д.Н. Гаркунов// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2009. - №3. – С.36 – 41.
3. Потапов Г.К. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБВО) гильз цилиндров и шеек коленчатых валов двигателей/ Потапов Г.К., Балабанов В.И.// Эффект безызносности и триботехнологии. – 1994. - №3. – С.48 – 53.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Конструирование, изготовление, эксплуатация машин / Гаркунов Д. Н. – М. : Машиностроение, 2002. – 632 с.
5. Балабанов В.И. Повышение долговечности двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники реализацией избирательного переноса при трении: автореф. дисс. докт. техн. наук: 05.02.03/ В.И. Балабанов. – М., 1999. – 38 с.
6. Пат. 41439 Україна, МПК С23С 22/05. Поверхнево – активне середовище для нанесення покриттів фрикційно – механічним методом/ В.М. Кропивний, 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.
7. 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.
8. А. с. 954516 СССР, МКИ С23С17/00. Поверхностно - активная среда для нанесения натирированием покрытий из меди и медных сплавов / С.С.Гриденюк, В.Д. Евдокимов, Д. Н. Гаркунов, Г.Н. Филимонов (СССР). -№2966970/22-02; заявл. 21.07.80; опубл. 30.08.82, Бюл.32.
9. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безызносность): учебник / Гаркунов Д.Н. – М.: МСХА, 2001. – 616 с.

*В.Н.Кропивний, І.В.Шепеленко, В.В.Черкун*

### **Разработка и исследование состава технологической среды для ФАБВО**

В статье приведенные результаты исследований разработанного состава ПАС для ФАБВО. Существующий состав ПАС позволяет получать качественные покрытия на поверхности нелегированных сталей. Качество покрытия из-за налипания отдельных частиц латуни на поверхности легированных сталей значительно ухудшаются. Предложенный состав ПАС обеспечивает получение равномерного, сплошного покрытия на поверхности легированных сталей.

*V.Kropivny, I.Shepelenko, V.Cherkun*

### **Development and study of the technological environment for FABVO**

The article described the results of studies designed to FABVO of PAS. The current composition of the PAS can receive high-quality coating on the surface of unalloyed steels. Coating quality due to adhesion of individual particles on the surface of brass alloy steels is much worse. The proposed composition of the PAS provides a uniform, continuous coating on the surface of alloy steels.

Одержано 07.10.11