

Ресурсозберігаюча технологія синтезу та фінішна обробка композиційних високотемпературних підшипникових матеріалів на основі відходів інструментального виробництва.

Ресурсосберегающая технология синтеза и финишная обработка композиционных високотемпературных подшипниковых материалов на основе отходов инструментального производства.

Resource-safe synthesis technology and finish treatment of high-temperature bearing materials on the basis of tool manufactures wastes.

1. Номер державної реєстрації теми - 0110U002325

2. Керівник НДР: д.т.н., проф., Киричок П.О., Киричок П.О., Кугучок Р.О.

3. Суть розробки. Основні результати.

(укр.)

Відпрацьовано способи реалізації використання цінної вторинної сировини – шламових відходів інструментального виробництва - сталей Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 для виготовлення ефективних композиційних підшипників ковзання високотемпературного призначення. Розроблені нові ресурсозберігаючі технології синтезу та прецизійної механічної обробки підшипникових композитів з нових матеріалів, що базуються на використанні методів порошкової металургії та наступної фінішної обробки. Ресурс роботи підшипників ковзання з матеріалів на основі шліфувальних відходів сталей Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 підвищився у 7-8 разів у порівнянні з аналогами, застосовуваними у теперішній час.

(рус.)

Отработаны способы реализации использования ценного вторичного сырья – шламовых отходов инструментального производства – сталей Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 для изготовления эффективных композиционных подшипников скольжения високотемпературного назначения. Разработаны новые ресурсосберегающие технологии синтеза и прецизионной механической обработки подшипниковых композитов из новых материалов, которые основываются на использовании методов порошковой металлургии и последующей финишной обработки. Ресурс работы подшипников скольжения из материалов на основе шлифовальных отходов сталей Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 повысился в 7 – 8 раз по сравнению с аналогами, применяемыми в настоящее время.

(англ.)

There were processed new methods of using valuable secondary resources – grinding wastes of tool manufactures – steels Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 for manufacturing effective composite sliding bearings of high-temperature using. New resources-safe technologies of synthesis and finish grinding of bearing composite from new materials have been developed. They are based of using powder metallurgy methods and following finish grinding. Operating resource of sliding bearings of materials on the basis of steels' Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3 wastes were increased of 7-8 times in the comparison with analogues using now.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності:

1. Патент України № 48386 МПК(2009), G11B5/127 Спосіб фінішної абразивної обробки внутрішніх циліндричних поверхонь деталей з високолегованих магнітно-м'яких сплавів / А.П. Гавриш, Т.А. Роїк, П.О. Киричок, О.А. Гавриш, О.О. Мельник, Ю.Ю. Віцюк, П.О. Губар, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
2. Патент Україна № 47803 МПК В23В 31/20 Цанга / П.О. Киричок О. І. Лотоцька В. Г. Кушик, опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.
3. Патент України № 48385 МПК(2009), G11B5/127 Спосіб фінішної магнітно-абразивної обробки поверхонь отворів підшипників ковзання з високолегованих композитів/ А.П. Гавриш, Т.А. Роїк, О.О. Мельник, Ю.Ю. Віцюк, О.А. Гавриш, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.

4. Патент України № 56802 МПК(2011.01) G01K7/02, G11B5/127 Термопара / А.П. Гавриш, Т.А. Роїк, П.О. Киричок, О.А. Гавриш, О.О. Мельник, Ю.Ю. Віцюк, О.М. Дерека, опубл. 25.01.2011, Бюл. №2.
5. Патент України № 55748 МПК(2010) В24 В 39/00 Спосіб утворення регулярного мікрорельєфу/ П.О. Киричок, О. І. Лотоцька, опубл. 27.12.2010 Бюл. № 24.
6. Патент України на винахід № 94657 МПК В24В 31/112 (2006.01), В24В 37/02 (2006.01), В24В 5/06 (2006.01) Спосіб фінішної магнітно-абразивної обробки поверхонь циліндричних отворів деталей з високолегованих композитів/ А.П. Гавриш, Т.А. Роїк, О.О. Мельник, Ю.Ю. Віцюк, О.А. Гавриш, опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10.
7. Патент України № 60525, МПК G11B5/127 (2006.01). Спосіб фінішної обробки поверхонь циліндричних отворів підшипників ковзання з високолегованих композитів/ Гавриш А.П., Роїк Т.А., Киричок П.О., Гавриш О.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю., Острик Д.В., Макаров А.С., опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
8. Патент України № 60523, МПК G11B5/127 (2006.01). Спосіб фінішної магнітно-абразивної обробки поверхонь циліндричних отворів деталей з високолегованих сплавів на основі нікелю / Гавриш А.П., Роїк Т.А., Киричок П.О., Гавриш О.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю., Острик Д.В., Макаров А.С., опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
9. Патент України № 60524 МПК G11B5/127 (2006.01). Пристрій передачі високочастотних коливань індуктору при магнітно-абразивній обробці отворів деталей / Гавриш А.П., Роїк Т.А., Киричок П.О., Гавриш О.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю., Острик Д.В., Макаров А.С., опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
10. Патент України № 60522, МПК С22С33/02 (2006.01). Підшипниковий композиційний матеріал на основі інструментальної сталі / Роїк Т. А, Гавриш А. П., Киричок П.О., Гавриш О.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О. О. опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
11. Патент України № 60521, МПК С22С33/02 (2006.01). Композиційний підшипниковий матеріал / Роїк Т. А, Гавриш А. П., Киричок П.О., Гавриш О.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О. О., опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
12. Патент України № 60520, МПК С22С33/02 (2006.01). Антифрикційний композиційний матеріал на основі сталі / Роїк Т. А, Гавриш А. П., Киричок П. О., Гавриш О.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О. О., опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.

5. Порівняння зі світовими аналогами. Рівень розробки відповідає світовому рівню.

Відмінні риси і перевага отриманих результатів (продукції) над вітчизняними або зарубіжними аналогами чи прототипами:

Порівняльний аналіз характеристик якості робочих поверхонь підшипників ковзання після фінішної обробки за запатентованим способом показано у табл. 1.

Таблиця 1. - Параметри якості робочої поверхні підшипнику

Обробка поверхні згідно аналогу - Патенту України № 48386			Обробка згідно запатентованого способу		
Параметр шорсткості R_a , мкм	Глибина наклепу h , мкм	Спотворення II роду $\Delta a/a \cdot 10^{-4}$	Параметр шорсткості R_a , мкм	Глибина наклепу h , мкм	Спотворення II роду $\Delta a/a \cdot 10^{-4}$
0,08	1,5	1,0	0,045	1,1	0,75

Як видно з табл.1, параметри якості робочих поверхонь підшипникових матеріалів після фінішної обробки за розробленою технологією у 1,3-1,8 разів перевищують ці характеристики при обробці за відомим способом. Одержані параметри якості робочих поверхонь забезпечили високі функціональні властивості матеріалів завдяки утворенню у процесі експлуатації на робочих поверхнях підшипників плівок тертя, що мінімізують коефіцієнт тертя та інтенсивність зношування. Порівняльні характеристики нових матеріалів

на основі шліфувальних відходів сталі Р6М5Ф3 з твердим мастилом та відомого матеріалу наведено у табл. 2.

Таблиця 2. - Фізико-механічні та триботехнічні властивості матеріалів на основі відходів сталі Р6М5Ф3 та відомого аналогу

Склад, % мас.	σн, МПа	КС, Дж/м ²	НВ, МПа	Коеф. тертя при видкості ковзання 5 м/с	Інтенсивн. зношуван., мкм/км (при швидкості ковзання 5 м/с)
Р6М5Ф3+ (3-7)% СаF2	635- 650	790- 810	940-960	0,16-0,19	29-33
P2AM9K5+ (3-7)% СаF2 - аналог- Патент України №41532	570- 585	720- 750	910-930	0,42-0,48	490-640

Табл.2 показує суттєві переваги розроблених матеріалів на основі шліфувальних відходів інструментального виробництва, що виготовлені та оброблені за створеними технологічними режимами, перед відомим матеріалом-аналогом.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Сумарний економічний ефект від впровадження нових підшипників ковзання на основі відходів інструментального виробництва, виготовлених за розробленими технологіями, складає 89309,66 грн. на рік. З урахуванням цих даних розроблені типові технологічні процеси, які пройшли всебічну промислову апробацію.

7. Потенційні користувачі

Підприємства машинобудівної галузі України

8. Стан готовності розробки

Розробка повністю готова та впроваджена у серійне виробництво.

9. Існуючі результати впровадження

Результати виконання НДР впроваджено на: АТ „Новокраматорський машинобудівний завод” (акт впровадження від 09.06.10 р.) та Державній науково-виробничій корпорації «Київський інститут автоматики» Міністерства промислової політики України (акт впровадження від 25.10.10 р.).

10. Назва підрозділу

НТУУ «КПІ», видавничо-поліграфічний інститут, кафедра технології поліграфічного виробництва, тел.: (044) 406-83-61, e-mail: vpj_ntuu_kpi@ukr.net

11. Перелік публікацій

Монографії:

1. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Гавриш О.А. Сучасні системи технологій заготівельного виробництва в машинобудуванні: Монографія. - К.: ЕКМО, 2010.- 212 с.
2. Гавриш О.А., Роїк Т.А., Гавриш А.П. Системные технологии финишной обработки деталей: Монография.- К.: ВПК «Политехника», 2011.- 375 с.

Навчальні посібники:

1. Киричок П.О., Роїк Т.А., Морозов А.С. Метали і композиційні матеріали в поліграфії: Навчальний посібник. - К.: НТУУ „КПІ”, 2011.- 228 с.

Статті у фахових виданнях, затверджених Переліком ВАК України:

1. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Мельник О.О., Віщюк Ю.Ю., Особливості прецизійної доводки підшипників ковзання з композиційних матеріалів для вузлів тертя поліграфічних машин// Технологія і техніка друкарства. – Київ: НТУУ «КПІ» ВПІ, 2010. – №1 (27).- С. 38-46.
2. Мельник О.О., Віщюк Ю.Ю., Гавриш А.П., Роїк Т.А. Вплив технології виготовлення та магнітно-абразивної обробки на властивості високошвидкісних підшипників//

- Вісник Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”. - Серія машинобудування. - №59.- К.:НТУУ”КПІ”.-2010.- С.75- 78.
3. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Віцюк Ю.Ю. Періодичність структури та властивості антифрикційних композиційних матеріалів на основі відходів силуміну АК12ММгН// Металознавство та обробка металів. - №1.- 2010.- С.24-27.
 4. Віцюк Ю.Ю., Роїк Т.А., Гавриш А.П., Мельник О.О., Підвищення працездатності вузлів тертя поліграфічних машин // Технологія і техніка друкарства. – Київ: НТУУ «КПІ» ВПІ, 2010. – №2 (28).- С. 4-9.
 5. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Киричок П.О., Хмілярчук О.І., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О. Особливості формування структури і комплексу властивостей підшипникових матеріалів на основі відходів швидкорізальних сталей/ «Технологія і техніка друкарства». - №4 (30).-2010.- С.163-168.
 6. Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Гавриш А.П., Мельник О.О., Хмілярчук О.І. Вплив технологічних параметрів виготовлення підшипників ковзання на механізм трибосинтезу антифрикційних плівок// Междунар. сб.науч.трудов «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Вып. 41 . – С. 276-281.
 7. Гавриш А.П. , Роїк Т.А. , Киричок П.О. , Віцюк Ю.Ю. , Хмілярчук О.І. , Мельник О.О., Холявко В.В. Особливості технології виготовлення та фінішної прецизійної обробки підшипникових матеріалів на основі відходів швидкорізальних сталей/ Наукові Вісті НТУУ «КПІ». - №1.- 2011.- С. 97-108.
 8. Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Гавриш А.П., Мельник О.О., Зора Б.П., Дорфман І.Є. Комп'ютерне моделювання вибору оптимальних режимів пресування підшипникових матеріалів на основі відходів інструментальних сталей для поліграфічних машин// Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2011.- Вип. 32.-С. 344-349.
 9. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Прогнозування траєкторії руху фераобразивного зерна при магніто-абразивному обробленні підшипників друкарських машин на основі міді та нікелю// Зб. наук. праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем».- Краматорськ. 2011.– Вип.28.- С.248-252.
 10. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Забезпечення надійності та довговічності роботи вузлів тертя поліграфічних машин/ Металознавство та обробка металів. - №2.-2011.- С.24-26.
 11. Гавриш А.П., Гавриш О.А., Роїк Т.А. Забезпечення параметрів зносостійкості деталей тертя поліграфічного обладнання надтонким абразивним обробленням// Процеси механічної обробки в машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – Вип. 11 – С. 54-71.
 12. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Підвищення якості та експлуатаційних властивостей підшипників ковзання/Науковий Вісник Національного гірничого університету. Тематичний випуск. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «НГУ», 2011.- С. 101-106.
 13. Киричок П.О., Хмілярчук О. І., Киричок Т.Ю., Олійник В.Г. Керування технологічними процесами створення мікрорельєфів на плоских поверхнях деталей поліграфічного обладнання оздоблювально-зміцнювальною обробкою/ Технологічні комплекси. – Луцьк, 2011. – № 1. – С. 49-56.

Науково - технічні конференції:

1. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., Холявко В.В., Ковальов В.А. Періодичність структури композиційних антифрикційних матеріалів на основі нікелевого сплаву ЭИ929// Материалы 10-й Юбил.междунар.Промышленной конф. «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях», 18-22 февраля 2010 г., п. Славское.- С.78-81.

2. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Фур'є-аналіз при магнітно-абразивній обробці//Материалы 10-го Юбилейного Международного научно-технического семинара, 22-26 февраля 2010 г., г. Свалява.- Киев: АТМ України, 2010.-322 с.
3. Віцюк Ю.Ю., Чорнобай С.В., Роїк Т.А. Підвищення довговічності вузлів тертя поліграфічного обладнання// Зб. праць Міжнародної науково-практичної конференції «Трансфер технологій: від ідеї до прибутку».- Т.1.- 27-29 квітня 2010, м. Дніпропетровськ.- С. 92-94.
4. Киричок П.О., Несхозієвський А.В. Аналіз проблем зношування деталей поліграфічного обладнання: Украинский информационный Центр «Наука. Техника. Технология» - Материалы Десятой Юбилейной международной Промышленной конференции 18-22 февраля 2010 г., п. Славское, Карпаты. – С. 201 – 202.
5. Kirichok P., Neskhozievskiy A. Tear and Wear Process in Printing Equipment // Papers of the 42th conference of International Circle of Educational Institutes for Graphic Arts Technology and Management. – М.: ICEI. – 2010. – Р. 80-81.
6. Киричок П.О., Лотоцькі О. І., Кушик В. Г. Підвищення якості обробки циліндричних деталей поліграфічних машин // Міжнародна науково-технічна конференція «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», Тернопіль, 2010. - С. 155.
7. Киричок П.О., Лотоцька О. І. Аналітичні залежності між технологічними параметрами і геометричними параметрами мікрорельєфу // П'ята міжнародна конференція студентів та аспірантів „До високих технологій на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень”, Київ, 2010. - С. 144-145.
8. Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., Роїк Т.А., Гавриш А.П. Вплив технологічних режимів виготовлення на працездатність вузлів тертя поліграфічного обладнання// Тези доповідей Загально університетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки.- Ч.2.- Секція „Машинобудування”.-Підсекція „Технологія машинобудування”, 2010.- С.64-65.
9. Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю., Гавриш А.П., Роїк Т.А. Магнітно-абразивна обробка важко навантажених підшипників ковзання// Тези доповідей Загально університетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки.- Ч.2.- Секція „Машинобудування”.-Підсекція „Технологія машинобудування”, 2010.- С.33-34.
10. Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю., Гавриш А.П., Роїк Т.А. Вплив технології виготовлення та магнітно-абразивної обробки на властивості високошвидкісних підшипників// Тези доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції „Прогресивна техніка і технологія-2010”, присвяченої 100-річчю від дня народження акад. НАН України Г.С. Писаренка, м. Київ. НТУУ”КПР”, 18-21 травня 2010.- С.91.
11. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О. Ефективні підшипникові матеріали на основі відходів швидкорізальних сталей// Материалы 30-й Юбилейной Международной конференции «Композиционные материалы в промышленности. – г. Ялта. - 7-11 июня 2010 г., Киев.-2010.- С.234-236.
12. Konopka K., Roik T., Vitsuk Yu., Mazan T. Influence of CaF₂ layer on friction behaviour of Cu based composites // International Conference EMRS Fall Meeting, September 13-17 2010, Warsaw University of technology, Warsaw, Poland.-Symposium M.- P.10.
13. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О. Забезпечення довговічності високооберткових вузлів тертя друкарських машин//Материалы 31-й Юбилейной Международной конференции «Композиционные материалы в промышленности. – г. Ялта. - 6-10 июня 2011 г., Киев.-2011.- С.146-148.
14. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Прогнозування траєкторії руху фероабразивного зерна при магнітно-абразивному обробленні підшипників друкарських машин на основі міді та нікелю // Матеріали ІХ Міжнародної науково-

- технічної конференції «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку».- 31 травня-3 червня 2011, Краматорск: ДДМА. –С.34.
15. Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Гавриш А.П., Роїк Т.А. Підвищення якості та експлуатаційних властивостей підшипників ковзання// Зб. праць Міжнародної науково-практичної конференції «Трансфер технологій: від ідеї до прибутку».- 27-29 квітня 2011, м. Дніпропетровськ.- С. 40-41.
16. Роїк Т.А., Гавриш А.П., Віцюк Ю.Ю., Мельник Е.А., Замулко С.А. Высокоскоростные подшипники для полиграфического оборудования / Тезисы докладов 3-й Международной конференции "HighMatTech-2011". – Киев, 3-7 октября 2011 г.- С. 341.
17. Гавриш А.П., Гавриш О.А., Роїк Т.А. Забезпечення параметрів зносостійкості деталей тертя поліграфічного обладнання надтонким абразивним обробленням// Тези доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент – 5-8 жовтня 2011 р., Житомир. –С. 77.
- 12.



а



б

Рис. Загальний вигляд натурних втулок різних типорозмірів з матеріалів на основі шліфувальних відходів сталей: а - P6M5+5%CaF₂ та б - P6M5Ф3+5%CaF₂.