

УДК 655.3.022.6+681.61.063.6

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ
ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ДРУКОВАНОГО ЦИЛІНДРА
МЕТОДОМ ГАЗОПЛАЗМОВОГО НАНЕСЕННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

©Гордєєв А. С.

Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про автора:

Гордєєв Андрій Сергійович: ORCID: 0000-0001-6521-3937; gordeew@ukr.net; доктор технічних наук; професор кафедри інформаційних комп'ютерних і поліграфічних технологій; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою роботи є визначення технологічних режимів відновлення деталей типу підшипник кочення методом газоплазмового нанесення порошкових матеріалів з одночасним їх опалювальному.

Основними факторами, які визначають динамічні і вібраційні навантаження в друкарській машині, є незбалансованість офсетних і формних циліндрів, вібрація зубчастих передач, просторові відхилення посадочних отворів. Тому точність виготовлення друкованих секцій є актуальним завданням. Однак їх виготовлення і ремонт при існуючих технологіях - дуже трудомісткий і складний процес, що вимагає великих витрат праці і коштів. В роботі розглядається технологія відновлення деталей типу поліграфічний вал, друкований циліндр, підшипник кочення в друкованій секції. В результаті експериментальних досліджень виявлено, що доцільним є спосіб газоплазмового нанесення порошкових матеріалів з одночасним їх опалювальному, тому що він дозволяє отримати, тверді, зносостійкі поверхневі шари з різних матеріалів.

Ключові слова: якість; технологічний процес; друкований циліндр; порошкові матеріали; газоплазмове нанесення.

Гордєєв А. С. «Повышение качества восстановления подшипников качения печатного цилиндра методом газоплазменного нанесения порошковых материалов».

Целью работы является определение технологических режимов восстановления деталей типа подшипник качения методом газоплазменного нанесения порошковых материалов с одновременным их оплавлением.

Основными факторами, которые определяют динамические и вибрационные нагрузки в печатной машине, является несбалансированность офсетных и формных цилиндров, вибрация зубчатых передач, пространственные отклонения посадочных отверстий. Поэтому точность изготовления печатных секций является актуальной задачей. Однако их изготовление и ремонт при существующих технологиях – очень трудоемкий и сложный процесс, требующий больших затрат труда и средств. В работе рассматривается технология восстановления деталей типа полиграфический вал, печатный цилиндр, подшипник качения в печатной секции. В результате экспериментальных исследований выявлено, что целесообразным является способ газоплазменного нанесения порошковых материалов с одновременным их оплавлением, т.к. он позволяет получить, твердые, износостойкие поверхностные слои из различных материалов.

Ключевые слова: качество; технологический процесс; печатный цилиндр; порошковые материалы; газоплазменное нанесение.

Gordeev A. «Improvement of quality of restoration of bearing cylinder bearings bearings by method of gas plasma application of powder materials».

The purpose of the work is to determine the technological regimes for the recovery of rolling-contact type parts by the method of gas-plasma application of powder materials with simultaneous reflow.

The main factors that determine the dynamic and vibration loads in the printing press are the imbalance of the offset and plate cylinders, the vibration of the gears, the spatial deviations of the landing holes. Therefore, the accuracy of manufacturing printed sections is an urgent task. However, their manufacture and repair with existing technologies is a very labor-intensive and complex process, requiring a great deal of labor and money. The paper deals with the technology of restoring parts like a printing roll, a printing cylinder, and rolling bearing in a printed section. As a result of experimental studies, it was found that the method of gas-plasma application of powder materials with simultaneous reflowing is advisable. it allows to obtain, hard, wear-resistant surface layers of different materials.

Key words: quality; technological process; printed cylinder; powder materials; gas-plasma deposition.

1. Вступ

Якість друкованої продукції залежить від вирішення складних технічних, економічних і організаційних завдань. Технічною основою забезпечення якості будь-якої продукції, в тому числі і поліграфічної, є необхідна точність роботи обладнання, якості сировини і напівфабрикатів, кваліфікація обслуговуючого персоналу, організація виробництва, включаючи і організацію контролю виробничих процесів і готової продукції. У зв'язку з цим за рівнем якості продукції можна судити про рівень майже всіх аспектів виробничого процесу.

На якість друку великий вплив мають динамічні навантаження. При високих динамічних і вібраційних навантаженнях в ротаційній друкарській машині виникають такі дефекти друку, як сполохування, дріблення зображення, крім того, на друкованих машинах з високими динамічними навантаженнями часто відбуваються обриви паперового полотна. Динамічні навантаження викликають високий рівень вібрації, що передається на системи галерей і сходів, фундамент, будівельні перекриття та впливають на обслуговуючий машину персонал.

Основними факторами, які визначають динамічні і вібраційні навантаження в друкарській машині, є незбалансованість офсетних і формних циліндрів, вібрація зубчастих передач, просторові відхилення посадочних отворів. Тому точність виготовлення друкованих секцій набуває особливо важливого значення. Однак їх виготовлення і ремонт при існуючих технологіях – дуже трудомісткий і складний процес, що вимагає великих витрат праці і коштів.

Ефективне підвищення продуктивності праці при ремонті циліндрів з використанням існуючих технологічних процесів практично неможливо. Необхідні якісно нові технологічні процеси. До них перш за все слід віднести застосування газотермічного нанесення покриттів, що дозволяє отримувати високу точність і чистоту поверхні циліндрів без механічної обробки. Питанням технології нанесення покриттів на деталі друкарської секції поліграфічних машин, надійності їх роботи присвячена ця стаття.

Окремі аспекти підвищення якості відновлення деталей розглядалися в роботах вітчизняних і зарубіжних вчених. Серед них, перш за все, можна виділити роботи Молодик Н. В., Зенкін А. С., Шестаков А. І., Катц Н. В., Беленов А. С., Пітер Ф.,

Пузряков А. Ф., Беграмбеков Л. Б., Балдаєв Л. Х., Карабасов Ю. С., Хасуї А., Моріґакі О., Кудінов В. В., Борисов Ю. С., Харламов Ю. О., Кардоніна Н. І., Лялякін В. П. та ін. Однак наукові праці, присвячені відновленню і захисту деталей в поліграфічній промисловості від зносу і корозії методом газотермічного напилення покриттів практично відсутні.

Стан багатьох поліграфічних підприємств, введених в експлуатацію кілька десятиліть тому таке, що відповідно до існуючих нормативів потрібна заміна багатьох дорогих вузлів і агрегатів. Неможливість широкої модернізації поліграфічного обладнання внаслідок його високої поточної вартості і відсутності необхідного обсягу коштів робить ключовими питання його ремонту і відновлення зношених вузлів. Навіть у випадках експлуатації нового обладнання питання ремонту будуть актуальні, оскільки пошкодження відповідальних деталей можливо вже на стадії поставки обладнання (наприклад, поставка бракованих деталей, корозія при транспортуванні і зберіганні і т.д.), а специфіка енергетичного виробництва вимагає якомога швидшого вирішення виникаючих проблем.

За запасу втомної міцності багато дорогих деталей (поліграфічні вали, друковані циліндри, зубчасті колеса, підшипники кочення і ін.) Відповідають вимогам надійності і, за умови відновлення початкових розмірів, цілком працездатні. Вихід з ладу цих виробів зазвичай пов'язаний із зносом контактних поверхонь (або порушенням розмірів внаслідок некваліфікованої механічної обробки нових деталей), що відрізняються простою геометрією і легко відновлюваних газотермічним (плазмовим і газоплазмовим) напиленням. Співвідношення вартості нової деталі і витрат на відновлення зношеної роблять такий ремонт за доцільне (особливо з огляду на витрати часу на виготовлення і транспортування великих деталей). Плазмового напилення на сьогоднішній момент є найбільш бажаний і вже доступний спосіб проведення ремонтно-відновлювальних робіт в порівнянні з іншими методами.

2. Відновлення деталей поліграфічного обладнання

У нашому дослідженні відновлення деталей проводилося для машини флексографічного друку марки ПФРП-84. Дана друкована машина складається з друкованої секції, яка включає в себе станину з приводом, друковані апарати, калорифери проміжної сушки, станцію подачі фарби; секції рулонної зарядки і приймання, секції сушіння, гідроприводу і електроустаткування. Друкований апарат призначений для нанесення зображення на опрацьований матеріал.

До основних деталей, що піддаються статичним динамічним навантаженням відносяться поліграфічні вали, друковані циліндри, підшипники кочення в друкованій секції. Проаналізувавши технічні, економічні та організаційні вимоги до відновлюваних деталей найбільш прийнятним способом є газоплазмове нанесення порошкових матеріалів.

Основа процесу газоплазмового нанесення – пластифікація порошку в високотемпературному джерелі тепла (ацетиленокислородном полум'я) і нанесенні його газовими потоками на попередньо підготовлену зношену поверхню [1].

Переваги газоплазмового нанесення складаються у високій продуктивності процесу, локальності обробки, незначний вплив на підкладку, можливості нанесення покриттів на вироби великих розмірів, відсутності обмежень на поєднання матеріалів покриття і підкладки, що дозволяє охопити більшу номенклатуру відновлення зношених деталей.

Технологія машинобудування

Технологічний процес газоплазмового нанесення, в основному, складається з трьох етапів [2, 3]:

- нагрівання поверхні деталі до 200-250 °С;
- нанесення підшару, який дає основу, необхідну для накладення основних верств;
- нанесення основних верств, що дозволяють отримати покриття з необхідними фізико-механічними властивостями.

До основних факторів, що впливає на міцність зчеплення покриття з основою, відносяться: спосіб підготовки поверхні і використовується при цьому абразивний матеріал, параметри струменевої обробки поверхні, час витримки після обробки, наявність попереднього підігріву, застосування підшару і використання терморегульованих порошків, спосіб розпилення, ефективна потужність полум'я, параметри процесу розпилення, склад матеріалу покриття (наявність поверхнево-активних добавок в покритті залежить від застосовуваного обладнання та від присічних матеріалів) [4].

Певний вплив на формування покриття надає кут напилення, тобто кут між напрямком напилення і поверхнею основного матеріалу [1]. На рис. 1 показана мікроструктура покриттів з вуглецевої сталі, отриманих газоплазмовим напиленням порошком при різних кутах напилення: 90, 45 і 30°.

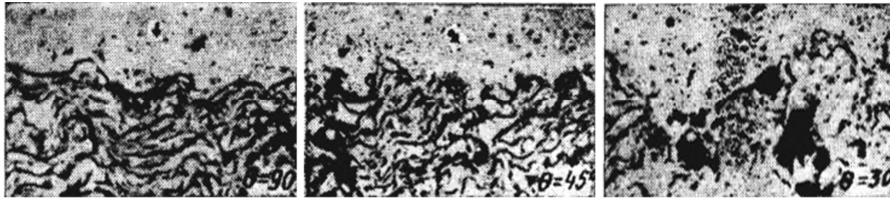


Рис. 1 – Вплив кута напилення на структуру покриття

Всі розглянуті нижче результати експериментів відносяться до напилування, здійсненому при вертикальному положенні осі сопла пальника (при вугіллі напилення 90°).

На рис. 2 наведено графік, який показує, що в міру зменшення кута напилування зростає пористість покриттів, зменшується коефіцієнт використання напилуваного матеріалу, знижується рівень щільності покриття і міцності зчеплення покриття з основним матеріалом.

При газоплазмовому напиленні порошком перенесення частинок з оплавлятися кінця сопла на поверхню виробу проводиться струменем стисненого повітря, швидкість їх зіткнення з поверхнею має велике значення. Частинки матеріалу мають різні розміри. Проведені дослідження показали, що частинки дрібніше, тим вони легше розганяються газовим струменем, а при зниженні швидкості струменя частки різко знижують свою швидкість. На рис. 3 показані криві розподілу швидкості частинок в напрямку віддалення від зрізу сопла при газоплазмовому напиленні порошкового алюмінію і сталлю.

Останнім часом у зв'язку із застосуванням більш потужного устаткування для газоплазмового напилення значно зросла швидкість плазмового струменя і відповідно досягнуто радикальне підвищення швидкості частинок при напиленні.

Припускаючи, що частка порошку сферична і температура її поверхні миттєво досягає температури плавлення, можна визначити найбільший розмір часток, при якому відбувається повне її розплавлення. Якщо допустити, що в плазмовому струмені, температура якої значно перевищує температуру плавлення порошку, частинки порошку знаходяться протягом 0,1 мс, то кожна частинка оплавляється на глибину 90 % її радіусу, тобто майже до її середини. Це означає, що порошок розплавляється майже повністю. У зв'язку з цим виникає питання про розмір часток d_{max} порошку, при якому він майже повністю розплавляється. Цей розмір часток залежить від теплофізичних характеристик порошку, включаючи теплопровідність, теплоємність і щільність напилуваного матеріалу. Чим більше значення d_{max} , тим краще протікає процес напилення порошком.

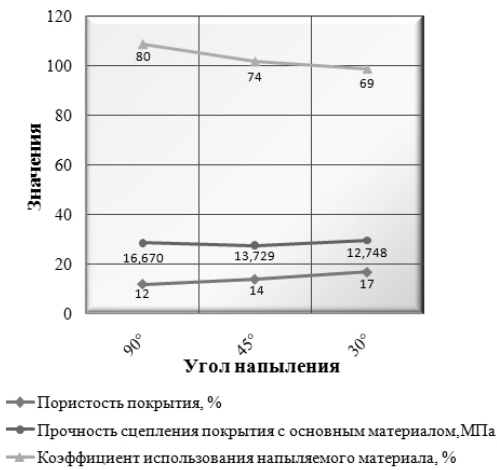


Рис. 2 – Вплив кута напылення на пористість покриття, міцність зчеплення і коефіцієнт використання напылюваного матеріалу

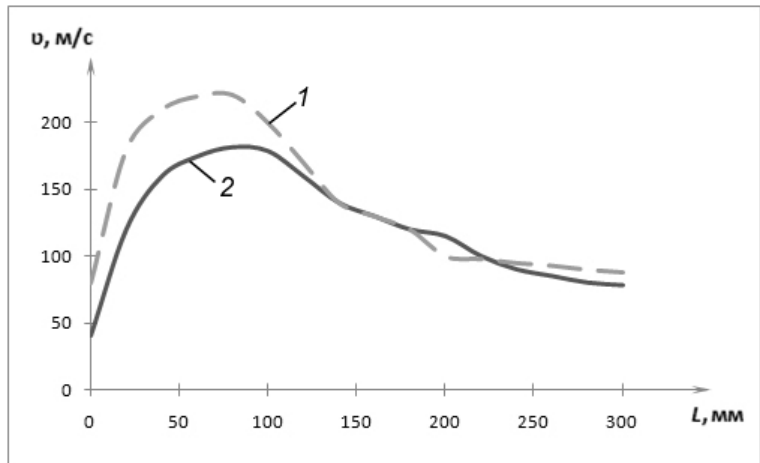


Рис. 3 – Розподіл швидкості v в польоті частинок алюмінію і сталі при газоплазмового напылення порошків: 1 – алюміній, 2 – сталь

Для плазмового напылення зазвичай застосовують порошок розміром частинок 74-44 мкм. При використанні порошку з меншим розміром частинок практично всі частинки в процесі напылення повністю розплавляються.

Напылення матеріалу з використанням більш дрібної фракції порошку забезпечує отримання більш якісного покриття. У міру зменшення фракції порошку структура покриття стає більш щільною з меншою пористістю. Зменшення фракції порошкового напылюваного матеріалу супроводжується підвищенням міцності зчеплення покриття з підкладкою (рис. 4).

При такому способі напылення поверхню основного матеріалу розташовують зазвичай на відстані не менше 100 мм від зрізу сопла пальника. Покриття утворюється з окремих розплавлених або близьких до цього стану частинок, які з високою швидкістю співударяються і нашаровуються на поверхню основи.

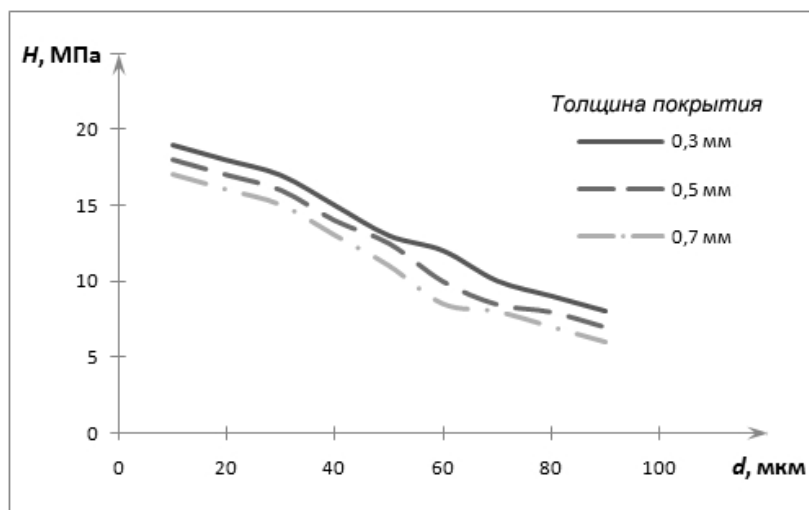


Рис. 4 – Вплив розміру частинок d порошку напылюваного матеріалу на міцність зчеплення з підкладкою

Технологія машинобудування

Міцність зчеплення покриття з основним матеріалом забезпечується за рахунок механічного зчеплення: швидкості зіткнення і розміру крапель частинок напилюваного порошку (рис. 5).

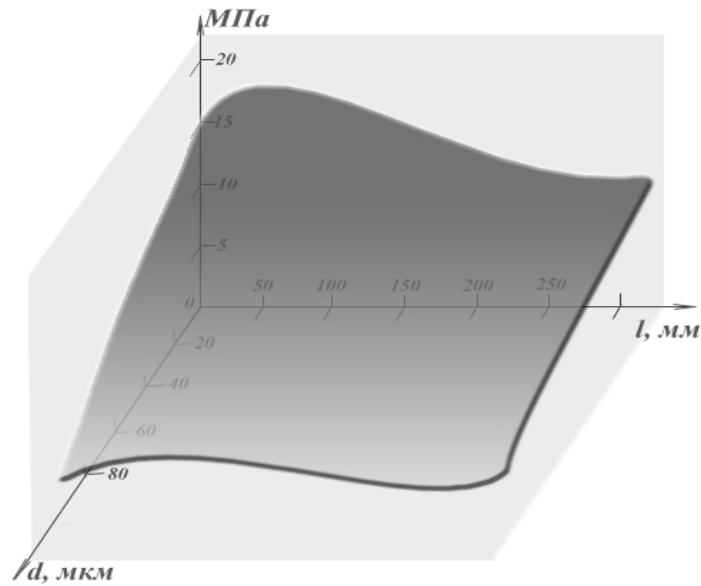


Рис. 5 – Розподіл швидкості польоту v і розміру часток d порошку напилюваного матеріалу на міцність зчеплення з підкладкою

Висновки

В результаті виконаних досліджень встановлено, що для відновлення пошкоджених деталей поліграфічних машин доцільним є спосіб газоплазменного нанесення порошкових матеріалів при наступних режимах: швидкість польоту частинок сталевого порошку в діапазоні $v = 140-180$ м / с; розмір часток напилюваного порошку стали в діапазоні $d = 5-20$ мкм.

Список використаних джерел:

1. Кудинов В. В. Плазменные покрытия / В. В. Кудинов. – М. : Наука, 2011. – 184 с.
2. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин : справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 2009. – 480 с.
3. Восстановление деталей машин : справочник / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
4. Газотермические покрытия из порошковых материалов : учеб. пособие / Ю. С. Борисов, Ю. А. Харламов, С. Л. Сидоренко, Е. Н. Ардатовская. – Киев : Наук. думка, 1987. – 544 с.

References

1. Kudinov, V 2011, *Plazmennyye pokrytiya*, Nauka, Moskva.
2. Molodyk, N & Zenkin, A 2009, *Vosstanovleniye detaley mashin*, Mashinostroyeniye, Moskva.
3. Panteleenko, F, Lyalyakin, V, Ivanov, V & Konstantinov, V 2003, *Vosstanovleniye detaley mashin*, Mashinostroyeniye, Moskva.
4. Borisov, Yu, Kharlamov, Yu, Sidorenko, S & Ardatovskaya, E 1987, *Gazotermicheskiye pokrytiya iz poroshkovykh materialov*, Naukova dumka, Kiev.

Стаття надійшла до редакції 18 жовтня 2017 р.