

УДК 655.1

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ОБРОБЦІ

© П. О. Киричок, д.т.н., професор, О. І. Лотоцька,
аспірантка, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Установлено влияние разработанной технологии комплексной обработки (вибрационной обкатки с последующим хромированием), а именно линейные зависимости между усилием вдавливания, радиусом деформирующего элемента и толщиной хрома.

Influence of developed technology of integrated processing (vibration treatment with the following chrome plating) is specified. Videlicet, the linear relationship between the force indentation, radius of deforming element and the thickness of chromium.

Постановка проблеми

Одним з основних показників якості машини є надійність, яка істотно залежить від експлуатаційних властивостей їх деталей і з'єднань, що визначаються технологією виготовлення.

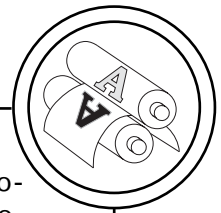
Сучасні технологічні процеси і методи зміцнення дають можливість оптимізувати параметри поверхні та приповерхневого шару, керуючи показниками якості.

Одним із суттєвих напрямків підвищення експлуатаційних властивостей деталей поліграфічного устаткування, а у свою чергу — підвищення надійності поліграфічного обладнання, є отримання заданих властивостей поверхонь деталей методами поверхневого зміцнення. Методи оздоблювально-зміцнювальної обробки (ОЗО) особливо впливають на такі експлуатаційні властивості,

як зносостійкість, опір утомі, контактна жорсткість, вібростійкість, корозійна стійкість тощо. Актуальним з точки зору підвищення експлуатаційних властивостей є поєднання гальванічних і хімічних методів нанесення покриттів з одночасним використанням ОЗО.

При виготовленні поліграфічних машин особливу увагу приділяють до питань підвищення надійності, економічності та ресурсу виробів, що експлуатуються, за рахунок нанесення на них стійких покриттів, здатних упродовж тривалого часу працювати в умовах тертя. Внаслідок високої корозійної стійкості та зносостійкості покриття хрому вже використовується в якості захисних у багатьох галузях.

При вирішенні задач технологічного забезпечення якості поверхні деталей та їх експлуатаційних властивостей потрібно



забезпечувати параметри якості поверхневого шару деталей машин відповідно до їх службового призначення, прогнозувати режими обробки, визначати комплекс методів обробки, що забезпечують одержання заданих параметрів якості поверхневого шару з найбільшою продуктивністю.

Ресурс вузлів тертя деталей поліграфічних машин у більшості випадків визначається станом поверхневого шару, який формується в процесі фінішної обробки поверхонь тертя.

Аналіз попередніх досліджень

Механічна обробка поверхонь металу формує новий мікрорельєф, який забезпечить кращі експлуатаційні характеристики деталям поліграфічного обладнання. Однак після такого процесу обробки, як шліфування, у поверхневому шарі обробленої деталі залишаються значні стискувальні і розтягувальні напруження, які негативно впливають на зносостійкість поверхні. Відповідно, у деяких випадках необхідна додаткова обробка, зокрема: лазерна обробка, дробоструменева обробка, ОЗО, нанесення і закріплення на поверхні порошоків, тощо [1–3].

Сьогодні широке використання отримала вібраційна оздоблювально-зміцнююча технологія. Інтерес спеціалістів до цього процесу пояснюється широкими технологічними можливостями й істотними техніко-економічними перевагами. Сфера застосування вібраційної технології в різних галузях ви-

робництва достатньо багатогранна та має тенденцію до подальшого розширення [4, 5].

Перспективними є також комплексні механічні, фізико-технічні, гальванічні й хімічні методи нанесення покриттів. На першому етапі запропонованого комплексного технологічного процесу здійснюється вібраційне обкатування, а на другому — хромування.

Переваги цього методу наступні: відсутність напружень і перепаду температур у поверхневому шарі металу; можливість обробляти деталі складної геометричної форми; відносно низька вартість технологічних операцій обробки поверхонь металів. Обробка заснована на використанні пластичних властивостей металу, здатного набувати під дією зовнішніх сил залишкові деформації [6–8].

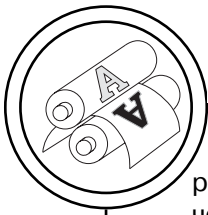
Як вказано в роботах [9, 10], деталі з покриттям мають високі експлуатаційні властивості, що значно підвищує їхню зносостійкість і ресурс роботи.

Мета роботи

Метою роботи є підвищення якості та експлуатаційних властивостей деталей поліграфічного обладнання шляхом утворення на їх поверхнях частково-регулярного мікрорельєфу при комплексній обробці, яка полягає у вібраційному обкатуванні і подальшому хромуванні.

Результати проведених досліджень

В основу експериментальних досліджень покладені реалізація методів визначення основних параметрів, які впливають на па-



раметри якості, а також визначення їх взаємозв'язку з технологічними факторами. Критерієм вибору технологічних параметрів досліджуваного процесу є забезпечення якості поверхні оброблюваної деталі та збільшення ресурсу роботи.

Оцінити збільшення ресурсу роботи на реальних деталях значно важко. Виконання досліджень на фрагментах деталей або спеціальних зразках менш трудомістке, але вносить похибки, які в подальшому визначаються відповідними критеріями.

Експериментальні дослідження проводились на токарних верстатах 16К20 та КА-280. Вібраційна установка кріпилась у різцетримачі верстата.

Налагоджування технологічного процесу вібраційного обкатування здійснювалось на токарному верстаті за допомогою механізмів подачі і коробки швидкостей, а також вібраційного пристрою. Вібраційна обробка робочих поверхонь зразків проводилась за допомогою пристрою для вібраційного обкатування циліндричних поверхонь. Зусилля вдавлювання регулювалось за допомогою тарированої пружини.

Для закріплення деталей при вібраційному обкатуванні використовувались затискні патрони.

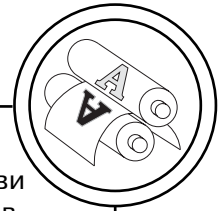
В якості деформувального інструменту використовувався алмазний вигладжувач. Алмазні вигладжувачі характеризуються високою твердістю та зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя алмазу по металевих поверхнях.

В експериментальних дослідженнях використовувались де-

формувальні елементи з циліндричними і сферичними алмазними елементами радіусом $R = 1-3$ мм. У зону обробки подавалась змащувально-охолоджуюча рідина марки «Індустріальне 20» для зменшення сили тертя.

При хромуванні використовували установку для нанесення гальванічного захисного покриття УГЗП-500.

Задля підвищення якості, надійності, довговічності та експлуатаційних властивостей вузлів поліграфічного обладнання для дослідження були підібрані циліндричні деталі, які зношуються у вузлах друкарського обладнання PLAMAG Rondoset RO 170 (Німеччина, 1998 р.), HEIDELBERG Speedmaster SM 102 FP+L (Німеччина, 2005 р.), КВА RAPIDA-105 (Німеччина, 2004 р.): фарбовий, зволожувальний та друкарський апарат (знос шийок валів), зволожувальні валики (знос шпонок розкочувальних та фарбових циліндрів, знос шийки валів), циліндри друкарського апарату (знос шийок валів), контактні кільця, вали з пазами, кришки ланцюгового транспортера; деталі, які найчастіше зношуються в післядрукарському обладнанні, вали шліцові (кришкоробний автомат «ДА-36» Колбус, 1983 р.), штовхачі для загинання, кардан вали, двухкарданні вали (машина ВШРА 735/4-5КТ, 1984 р.), втулки муфти перевантаження (Стар Біндер, 1990 р.), ексцентрикові втулки, виштовхувачі, втулки зовнішні (машина ВШРА 745/1, 1987 р.), тяги (лінія безшвейного скріплення «Ротор-Біндер RB-5», 1972 р.), поршні, диски, кільця, головки циліндрів тощо.



На основі аналізу зношених деталей на поліграфічних підприємствах можна зробити висновки, що найчастіше деталі поліграфічного обладнання виготовлені з таких матеріалів: сталь 20, сталь 40, сталь 45, сталь 20X, 18ХГТ, 38ХМЮА, У10, 9ХГС.

Мікрогеометрія поверхні (шорсткість) обумовлена наявністю мікронерівностей, які є результатом взаємодії оброблюваної поверхні з деформувальним інструментом.

Геометричні параметри вимірювали профілографом з автоматизованою вимірювальною системою, яка базується на мо-

дальному принципі побудови технічних і програмних блоків. У ролі обчислювального модуля виступає комп'ютер IBM PC з мікропроцесором 8046. Вимірювальний модуль розроблено на базі профілометра цехового з цифровим відліком і індуктивним пристроєм моделі 296 ТУ 2-034-4-83.

Досліджено вплив режимів обробки на зміни геометричних параметрів поверхні (глибини, ширини і висоти напливів), залежно від зусилля вдавлювання, при різних радіусах деформувального елемента при запропонованій технології (рис. 1–6).

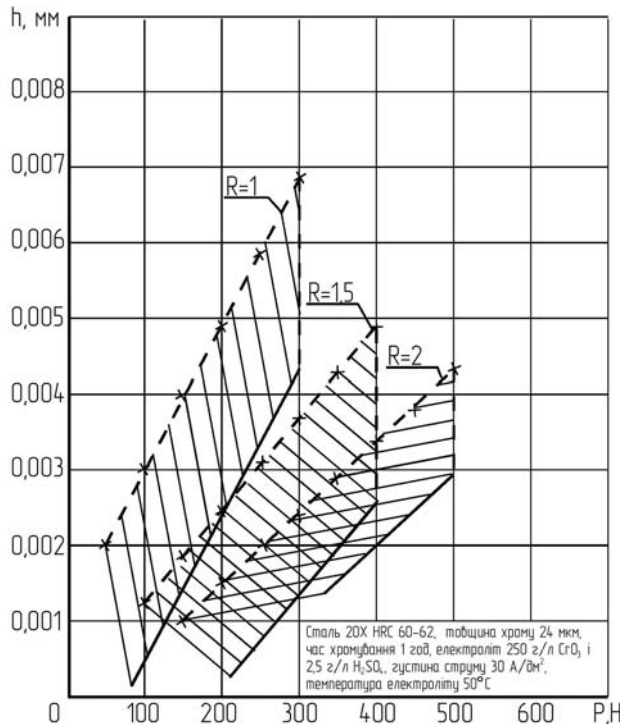


Рис. 1. Залежність глибини нерівностей від зусилля вдавлювання при різних радіусах деформувального елемента для сталі 20X HRC 60-62 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромування)

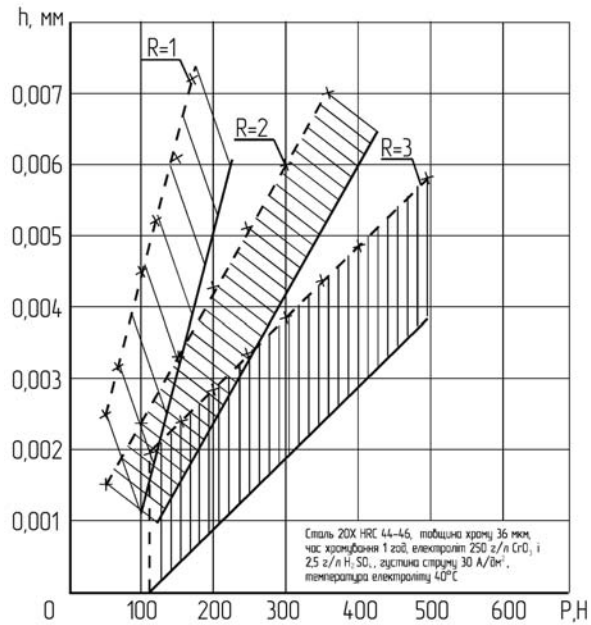
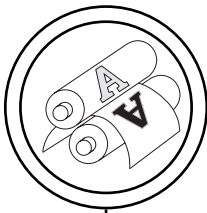


Рис. 2. Залежність глибини нерівностей від зусилля вдавлювання при різних радіусах деформувального елемента для сталі 20X HRC 44-46 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромовання)

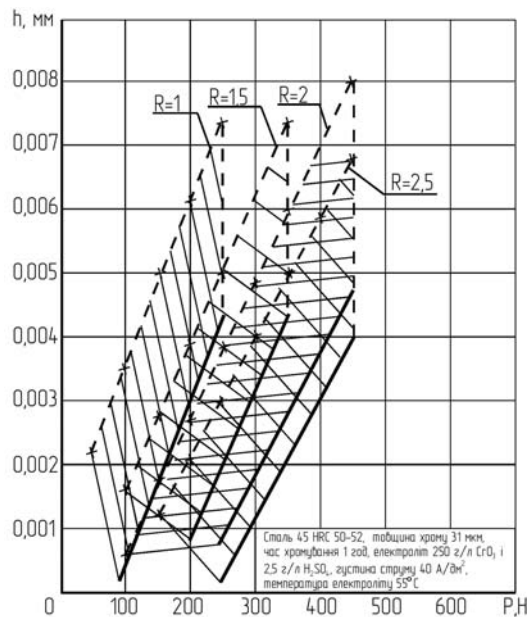


Рис. 3. Залежність глибини нерівностей від зусилля вдавлювання при різних радіусах деформувального елемента для сталі 45 HRC 50-52 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромовання)

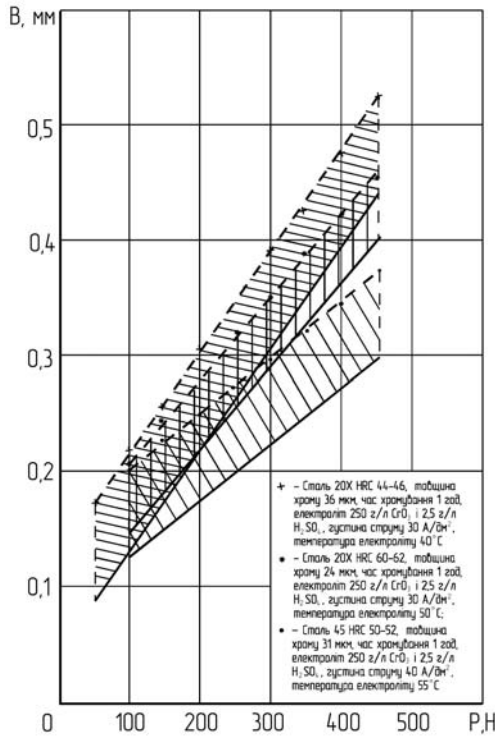
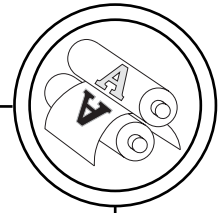


Рис. 4. Залежність ширини нерівностей від зусилля вдавлювання для сталей 20X HRC 44-46, 20X HRC 60-62, 45 HRC 50-52 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромування)

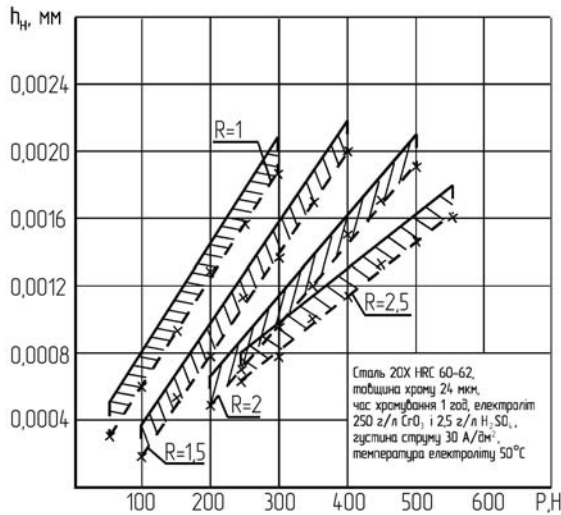
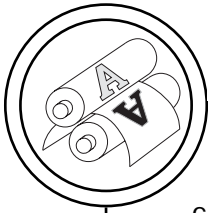


Рис. 5. Залежність висоти напливів від зусилля вдавлювання при різних радіусах деформувального елемента для сталі 20X HRC 60-62 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромування)



Вібраційне обкатування здійснювалось при зусиллі вдавлювання P , N від 50 Н до 500 Н з інтервалом варіювання 50 Н, радіусом деформувального елемента R від 1 мм до 3 мм з інтервалом варіювання 0,5 мм, кількості подвійних ходів інструмента, $n_{\text{подв.х.}} = 1400$ подв.х/хв., кількість обертів шпинделя $n_{\text{шп}}$, об/хв і подача деформувального інструмента S , мм/об відповідно до паспорту верстата.

Проаналізуємо результати експериментальних досліджень:

1) залежність глибини мікрорельєфу (h), ширини канавки (b) і висоти напливів (h_H) при різних значеннях радіуса деформувального елемента для всіх матеріалів, які були досліджені, має чітко визначений лінійний характер, як після вібраційного обкатування так і після хромування;

2) при постійних зусиллях зі збільшенням радіуса деформувального інструмента значення глибини нерівностей (h) і висоти напливів (h_H) зменшуються, що пояснюється зменшенням величини питомого тиску;

3) при збільшенні навантаження i , відповідно, розмірів нерівностей до визначеної межі процес пластичного відтискання переходить у процес сколювання, що супроводжується погіршенням вигляду оброблюваної поверхні. Це приводить до виникнення перенаклепу. У зв'язку з цим максимальне зусилля для кожного радіуса визначається величиною, яка відповідає проекції на вісь абсцис верхньої точки відрізка прямої. Нижня межа зусилля визначається величиною, при якій вигладжування поверхні переходить в утворення нерівностей.

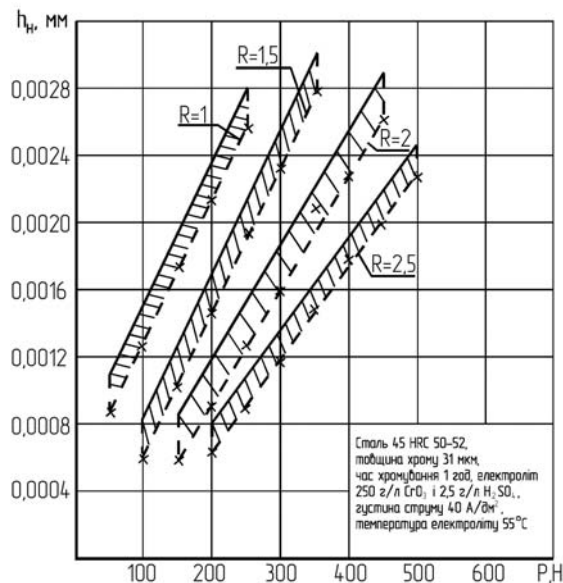
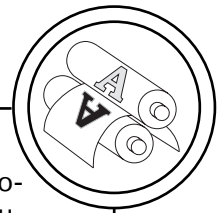


Рис. 6. Залежність висоти напливів від зусилля вдавлювання при різних радіусах деформувального елемента для сталі 45 HRC 50-52 (- - - після вібраційного обкатування, _____ після хромування)



4) на висоту напливів впливає загальний об'єм матеріалу, що деформується, а також характер поширення деформацій;

5) на залежність геометричних параметрів нерівностей від технологічних факторів істотно впливає твердість поверхневого шару. На рисунках видно, що за одних і тих же значень зусиль і радіусів деформувального інструмента, розміри нерівностей на зразках зі сталі 20Х є меншими, ніж зі сталі 45. Це можна пояснити різницею твердості в десять одиниць за Роквелом. Такий самий приклад можна навести і по інших матеріалах.

Висновки

У результаті запропонованого комплексного технологічного процесу для виготовлення та відновлення деталей поліграфічних машин, який полягає у вібраційному обкатуванні й наступному хромуванні експериментальні дослідження показали, що:

1. Глибина і ступінь пластичної деформації при вібраційному обкатуванні і при процесі хромування визначаються властивостями матеріалу, що оброблюється і технологічними режимами обробки.

2. Зі збільшенням твердості матеріалу, що оброблюється, ступінь відносної пластичної де-

формації зменшується. При хромуванні доцільно наносити меншу товщину покриття при більшій твердості і при меншій твердості більшу товщину хрому.

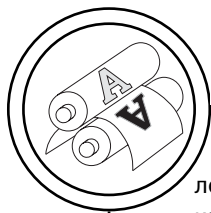
3. У поверхневому шарі після вібраційного обкатування з подальшим хромуванням збільшуються характеристики опору деформування: межа пружності, текучості, змінюються характеристики міцності при статичних і циклічних напруженнях в умовах високих температур, знижуються характеристики пластичності, підвищується твердість, зменшується ударна в'язкість, знижується шорсткість, формуються сприятливий напружено-деформований стан поверхневого шару.

4. За допомогою цієї технології можна відновлювати зношені деталі поліграфічного обладнання за рахунок висоти напливів.

5. Отримані експериментальні дані підтвердили теоретичні дані. Похибка між експериментальними даними й теоретичними розрахунками становить 5–10 %, що є прийнятним через неможливість складання 100 % адекватної моделі.

Відповідно, час безвідмовної роботи деталей і механізмів поліграфічних машин загалом збільшиться.

1. Бурлаченко О. В. Перспективные направления повышения качества функционирования технологического оборудования / О. В. Бурлаченко, Ю. П. Сердобинцев, А. Г. Схирталадзе. — Старый Оскол : Тонкие наукоемкие технологии, 2010. — 412 с. 2. Киричок П. О. Зміцнення поверхонь металевих деталей / П. О. Киричок, В. Г. Олійник, Т. Ю. Киричок. — Київ : Преса України, 2004. — 240 с. 3. Клочков Д. П. Методика выбора рациональных режимов обработки деталей с целью повышения износостойкости поверхностей / Д. П. Клочков // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Полиматическая серия, 2010. — Вып. 2(12). — С. 1—3. 4. Несхозієвський А. В. Розробка техно-



логічного процесу відновлення циліндричних деталей офсетних друкарських машин / А. В. Несхозієвський // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ, 2010. — № 4. — С. 122—126. 5. Хмілярчук О. І. Комбіновані способи поверхневого пластичного деформування деталей поліграфічного обладнання / О. І. Хмілярчук // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ, 2006. — № 3. — С. 74—80. 6. Лотоцька О. І. Підвищення експлуатаційних властивостей деталей поліграфічних машин / О. І. Лотоцька // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ, 2008. — № 3—4. — С. 16—20. 7. Лотоцька О. І. Сучасні фінішні методи підвищення експлуатаційних властивостей деталей поліграфічних машин поверхневим пластичним деформуванням і хромуванням / О. І. Лотоцька // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ, 2010. — № 2. — С. 44—50. 8. Лотоцька О. І. Теоретичні розрахунки опорної площі на циліндричних поверхнях деталей поліграфічного обладнання / О. І. Лотоцька // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ» ВПІ, 2011. — № 2. — С. 66—72. 9. Полевой С. Н. Упрочнение металлов / С. Н. Полевой, В. Д. Евдокимов. — М. : Машиностроение, 1986. — 320 с. 10. Дроздов Ю. Н. Использование комбинированных технологических методов для повышения износостойкости деталей машин / Ю. Н. Дроздов, С. В. Усов // Вестник машиностроения. — 1985. — № 10. — С. 9—11.

Рецензент — П. Л. Литвиненко,
к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 14.09.11