

УДК 621.787

© М. В. Коробка, аспірант, КПІ ім. Ігоря Сікорського,  
Київ, Україна

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПОЛІГРАФІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

**Запропоновано комплексні технологічні процеси оздоблювально-зміцнюючої обробки в два переходи. Представлено результати досліджень мікрорельєфу на плоских поверхнях деталей і вплив запропонованої технології на зносостійкість деталей поліграфічного обладнання.**

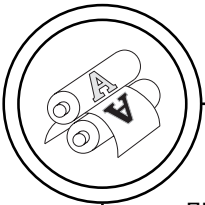
**Ключові слова: оздоблювально-зміцнююча обробка; мікрорельєф поверхні деталі; поліграфічне устаткування; контроль режимів технологічного процесу ОЗО; плоска поверхня.**

### Постановка проблеми

В умовах високої конкуренції на ринку поліграфічного устаткування поряд з високими вимогами до параметрів якості друкованої продукції неабиякого значення надають надійності і довговічності як обладнання в цілому, так і окремих вузлів і деталей. У вирішенні цієї проблеми поряд з розробкою та вдосконаленням конструкцій машин і механізмів, впровадженням нових матеріалів для виготовлення їх деталей, значне місце відведено розробці технологій формування нових контактуючих поверхонь і забезпеченню необхідних геометричних та фізико-механічних характеристик. Такі технології направлені на покращення геометричних параметрів поверхонь, фізико-механічних характеристик приповерхневого шару і, як

наслідок, підвищення експлуатаційних показників деталей і механізмів обладнання [1–3].

Особливо ефективними способами надійності та довговічності устаткування, на наш погляд, є технології формування поверхневим пластичним деформуванням мікрорельєфу на поверхнях деталей машин і механізмів. Геометричні та фізико-механічні параметри поверхні формуються протягом всього технологічного процесу. Процеси механічної обробки (точіння, фрезування, шліфування та ін.) внаслідок специфіки формування шорсткості і фізико-механічних параметрів поверхневих шарів, а також у результаті впливу в зоні обробки не забезпечують отримання поверхонь із стабільними геометричними та фізико-механічними параметрами [4–6].



Ефективними технологічними процесами утворення стабільного мікрорельєфу з одночасним зміцненням поверхневим шарів є пластичне деформування методом оздоблювально-зміцнюючої обробки (ОЗО).

Найбільшого розповсюдження ОЗО отримала при обробці циліндричних поверхонь деталей тіл обертання [7–10]. Менш розповсюджений цей метод обробки для плоских поверхонь.

### **Мета роботи**

Аналіз попередніх теоретико-експериментальних досліджень технологічних процесів ОЗО. Розробка технології фінішної обробки плоских поверхонь деталей, а також вибір режимів технологічного процесу і параметрів мікрорельєфу.

### **Результати проведених досліджень**

Плоскі поверхні деталей поліграфічного обладнання обробляються за допомогою спеціальних пристроїв і вібраційних головок. Пристрої монтуються на вертикально-свердильних, вертикально-фрезерних, координатно-розточних та поздовжньо-фрезерних верстатах. Кінематика цих пристроїв складніша ніж для обробки циліндричних та торцевих поверхонь. Це обумовлено необхідністю надавати деформуючому інструменту крім осциляційних коливань ще і обертальний рух. Обробка здійснюється, як правило, за двома кінематичними схемами:

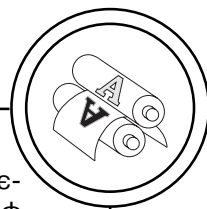
— строкова обробка у дискретного поперечною подачею деформуючого інструмента по ширині заготовки;

— перекриттям поверхні по всій ширині за один прохід.

Найбільш ефективна обробка за другою схемою, оскільки деталь обробляється за один прохід.

Для ОЗО запропоновано технологічний процес і високопродуктивний пристрій для мікрорельєфу ОЗО плоских поверхонь. Пристрій оснащено двома держакми з деформуючими інструментами. Для підвищення продуктивності він може бути дооснащений торцевою фрезою. Державки по чергово вступають у контакт з поверхнею, що оброблюється і утворюють частково-регулярний мікрорельєф (ЧРМР) чотирикутного типу. Поверхня оброблюється за схемою за один прохід. Пристрій кріпиться на вертикально-фрезерному верстаті. Зворотно-поступовий рух державками передається від шпинделя. За вказаною технологією обробляються деталі, ширина яких знаходиться в межах 50 мм.

Після утворення ЧРМР на поверхні залишаються ділянки із вихідними шорсткістю і фізико-механічними параметрами. Для зменшення шорсткості, напливів, покращення фізико-механічних параметрів запропоновано комплексний технологічний процес. Він складається з двох переходів. На першому переході на фрезерований або шліфований поверхні утворюють ЧРМР. На другому переході змінюють режими обробки — зменшується зусилля вдавлювання інструмента і величина подачі, а число зворотно-поступових рухів деформуючого інструмента збільшується. Це дозволяє отримати повністю регулярний мікро-



рельєф (ПРМР) на ділянках між ЧРМР отриманих на першому етапі.

При обробці пласких деталей на поверхні ЧРМР за допомогою іншого розробленого пристрою з автономним електроприводом на базі вертикально-фрезерного верстата утворюють мікрорельєф циклоїдного типу. При двоетапному технологічному процесі згладжуються напливи, утворені на циклоїдах на першому переході.

В результаті двоетапних технологій на пласких поверхнях утворюють мікрорельєф з наступними параметрами: глибина канавки мікрорельєфу  $h_k = 0,002...0,0035$  мм, ширина канавки мікрорельєфу  $b = 0,20...0,40$  мм, висота напливів  $h_n = 0,0011...0,0017$  мм, площа канавки у поперечному перетині  $S = 0,0004...0,001$  мм<sup>2</sup>.

Для обробки пласких направляючих обладнання інтегральних обкладинок запропоновано комбінований технологічний процес також у два переходи. На пласкій поверхні деталі утворюють ЧРМР який є комбінацією двох геометричних форм мікрорельєфу — у вигляді прямих ліній і кола. На першому переході утворюють ЧРМР у вигляді кола, вдавлюванням з певним навантаженням деформуючого інструмента. На другому переході зусилля вдавлювання зменшують і утворюють ЧРМР у вигляді прямих ліній. Прямі лінії деформуючим інструментом проводять через мікрорельєф у вигляді кола, утворений на першому переході. Напливи, які виникли на першому переході, на другому переході пластично деформуються

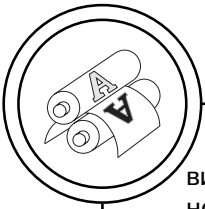
у місцях перетину мікрорельєфа. Утворений мікрорельєф слугує більш точному позиціонуванню матеріалу обкладинки, який проходить по направляючій, а також у разі утворення відходів паперу, вони виводяться із зони направляючої деталі по каналах мікрорельєфу.

Запропоновано комплексні технологічні процеси оздоблювально-зміцнюючої обробки в два переходи. Представлено результати досліджень мікрорельєфу на пласких поверхнях деталей і вплив запропонованої технології на зносостійкість деталей поліграфічного обладнання.

На першому переході ЧРМР у вигляді кола має наступні параметри: діаметр кола  $0,30-0,50$  мм, глибина кола  $h = 0,0038-0,005$  мм, площа в поперечному перетині  $S = 0,0012-0,0025$  мм<sup>2</sup>. На другому переході ЧРМР у вигляді прямих ліній утворюють з наступними параметрами: глибина канавки мікрорельєфу  $h = 0,0028-0,004$  мм, ширина канавки мікрорельєфу  $b = 0,26-0,4$  мм, висота напливів  $h_n = 0,0010-0,0015$  мм, площа в поперечному перетині  $S = 0,0007-0,0016$  мм<sup>2</sup>.

Результати експериментальних досліджень показали, що найбільша зносостійкість досягається при площі ЧРМР 27–31 %.

Контроль параметрів поверхні здійснюється за допомогою приладів (апаратний метод) і без використання приладів (безапаратний метод). До методів апаратного контролю можна віднести профілографування, профілометрування та оптичні методи. При цьому вимірюється висота, ширина, глибина мікрорельєфу,



висота напливів, визначення відносної площі нерівностей, а також кутів направлення мікрорельєфу. Найбільш розповсюджений безапаратний метод контролю. Утворення параметрів мікрорельєфу на поверхні відстежувалось за допомогою контролю режимів технологічного процесу ОЗО.

### Висновки

Результати експериментальних досліджень показали, що при комплексному способі обробки зносостійкість виробів підвищилась на 30–33 % порівняно з алмазним шліфуванням і на 4–6 % порівняно з виробами, для яких виконувався лише перший перехід технологічного процесу.

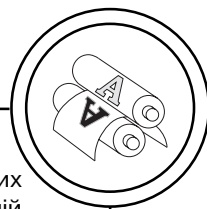
Для направляючих ліній з виготовлення інтегрованих обкладинок розроблено комбінований технічний процес також в два переходи. На пласкій поверхні утворюють ЧРМР, який є комбі-

нацією двох геометричних форм мікрорельєфу у вигляді прямих ліній і кола.

На першому переході утворюють ЧРМР у вигляді кола вдавлюванням з певним навантаженням деформуючого інструмента. На другому переході зусилля зменшують і утворюють ЧРМР у вигляді прямих ліній. Прямі лінії деформуючим інструментом проводять через мікрорельєф, утворений на першому етапі. Напливи, які виникли на колі на другому переході значно зменшується. Утворений мікрорельєф слугує більш точному позиціонуванню паперу, який проходить по направляючий, а також у разі утворення відходів паперу, вони виводяться у зони виробництва по каналам мікрорельєфу. Результати проведених експериментальних досліджень показали, що найбільша зносостійкість пласких деталей досягається при площі ЧРМР 27–31 %.

### Список використаної літератури

1. П. О. Киричок. Технологічні процеси фінішної обробки деталей лінії для виготовлення інтегральних обкладинок / П. О. Киричок, Д. В. Нікольський // Технологія і техніка друкарства. 2016. № 1(51). С. 18–23. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(51\).2016.71947](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(51).2016.71947).
2. С. М. Зигуля. Параметрична система технологічного процесу двобічного друкування / С. М. Зигуля // Технологія і техніка друкарства. 2015. № 1(47). С. 78–84. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(47\).2015.43281](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(47).2015.43281).
3. Киричок П. О. Зміцнення поверхонь металевих деталей / П. О. Киричок, В. Г. Олійник, Т. Ю. Киричок. К.: Преса України. 2004. 240 с.
4. Лотоцька О. І. Теоретичні розрахунки опорної площі на циліндричних поверхнях деталях поліграфічного обладнання / О. І. Лотоцька // Технологія і техніка друкарства. 2011. № 2(32). С. 66–72. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(32\).2011.52777](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(32).2011.52777).
5. Фесенко А. Г. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: навч. посібник / А. Г. Фесенко та ін. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ. 2015. 104 с.
6. Хмілярчук О. І. Комбіновані способи поверхневого пластичного деформування деталей поліграфічного обладнання / О. І. Хмілярчук // Технологія і техніка друкарства. 2006. № 3(13). С. 74–80. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://druk.kpi.ua/druk/node/796>.



7. П. О. Киричок. Експериментальні дослідження геометричних параметрів циліндричних деталей поліграфічних машин при комплексній обробці / П. О. Киричок, О. І. Лотоцька // *Технологія і техніка друкарства*. 2011. № 3(33). С. 4–12. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(33\).2011.52142](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(33).2011.52142).

8. С. М. Зигуля. Сучасний стан і аналіз застосування поверхневого пластичного деформування у поліграфічному машинобудуванні / С. М. Зигуля // *Технологія і техніка друкарства*. 2013. № 2(40). С. 69–82. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(40\).2013.30739](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(40).2013.30739).

9. М. П. Стародуб. Підвищення якості поверхонь пар тертя оздоблювально-зміцнюючою обробкою / М. П. Стародуб, В. Г. Олійник, О. І. Лотоцька // *Технологія і техніка друкарства*. 2008. № 3–4(21–22). С. 224–229. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.59020](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.59020).

10. П. О. Киричок. Експериментальні дослідження процесів оздоблювально-зміцнюючої обробки / П. О. Киричок, О. І. Хмілярчук // *Технологія і техніка друкарства*. 2009. № 4(26). С. 4–15. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(26\).2009.57329](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(26).2009.57329).

### References

1. Kyrychok, P. O. & Nikolskyi, D. V. (2016). Tekhnolohichni protsesy finishnoi obrobky detalei linii dlia vyhotovlennia intehralnykh obkladynok. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 1(51), 18–23. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(51\).2016.71947](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(51).2016.71947) [in Ukrainian].

2. Zyhulia, S. M. (2015). Parametrychna systema tekhnolohichnoho protsesu dvobichnoho drukuvannia. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 1(47), 78–84. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(47\).2015.43281](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(47).2015.43281) [in Ukrainian].

3. Kyrychok, P. O. & Oliinyk, V. H. & Kyrychok, T. Yu. (2004). *Zmitsnennia poverkhon metalevykh detalei*. Kyiv: Presa Ukrainy, 240 p. [in Ukrainian].

4. Lototska, O. I. (2011). Teoretychni rozrakhunky opornoї ploshchi na tsylindrychnykh poverkhnnykh detaliakh polihrafichnoho obladnannia. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 2(32), 66–72. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(32\).2011.52777](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(32).2011.52777) [in Ukrainian].

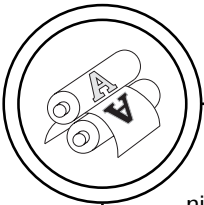
5. Fesenko, A. H. & etc. (2015). *Metody poverkhnevoho zmitsnennia u protsesi vyhotovlennia detalei mashyn*. Dnipropetrovsk: RVV DNU, 104 p. [in Ukrainian].

6. Khmiliarchuk, O. I. (2006). Kombinovani sposoby poverkhnevoho plastychnoho deformuvannia detalei polihrafichnoho obladnannia. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3(13), 74–80. Retrieved from <http://druk.kpi.ua/druk/node/796> [in Ukrainian].

7. Kyrychok, P. O. & Lototska, O. I. (2011). Eksperymentalni doslidzhennia heometrychnykh parametriv tsylindrychnykh detalei polihrafichnykh mashyn pry kompleksnii obrobtsi. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3(33), 4–12. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(33\).2011.52142](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(33).2011.52142) [in Ukrainian].

8. Zyhulia, S. M. (2013). Suchasnyi stan i analiz zastosuvannia poverkhnevoho plastychnoho deformuvannia u polihrafichnomu mashynobuduvanni. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 2(40), 69–82. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(40\).2013.30739](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(40).2013.30739) [in Ukrainian].

9. Starodub, M. P. & Oliinyk, V. H. & Lototska, O. I. (2008). Pidvyshchennia yakosti poverkhon par tertia ozdobljuvalno-zmitsniuiuchoiu obrobkoiu. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3–4(21–22), 224–229. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.59020](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.59020) [in Ukrainian].



10. Kyrychok, P. O. & Khmiliarchuk, O. I. (2009). Eksperymentalni doslidzhenia protsesiv ozdobiuvanno-zmitsniuiuchoi obrobky. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4(26), 4–15. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(26\).2009.57329](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(26).2009.57329) [in Ukrainian].

**Предложены комплексные технологические процессы отделочно-упрочняющей обработки в два перехода. Представлены результаты исследований микрорельефа на плоских поверхностях деталей и влияние предложенной технологии на износостойкость деталей полиграфического оборудования.**

**Ключевые слова:** отделочно-упрочняющая обработка; микрорельеф поверхности детали; полиграфическое оборудование; контроль режимов технологического процесса ОУО; плоская поверхность.

**Complex technological processes of finishing and strengthening processing in two transitions are offered. The results of microrelief studies on flat surfaces of parts and the impact of the proposed technology on the wear resistance of parts of printing equipment are presented.**

**Keywords:** finishing and strengthening processing; microrelief of the surface of the part; printing equipment; control of modes of FSP process; flat surface.

Рецензент — О. О. Палюх, канд. техн. наук,  
доцент, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 18.06.19