

УДК.621.923.77

П.Д. Кривий, Н.П. Кашуба

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ НЕШИРОКИХ СТРІЧОК ВІБРАЦІЙНИМ ОБКочУВАННЯМ

В даній статті поданий огляд існуючого технологічного спорядження і технологій для формування регулярних мікрорельєфів на плоских поверхнях. Запропоновано нову технологію і пристрій для виготовлення згортних втулок з регулярним мікрорельєфом на їх внутрішніх циліндричних поверхнях. Показано, що запропоноване технологічне спорядження забезпечує отримання різних видів мікрорельєфів на плоских поверхнях нешироких стрічок. Подані залежності для здійснення налагодження технологічного спорядження та отримання того чи іншого виду регулярного мікрорельєфу.

Ключові слова: вібраційне обкочування, амплітуда, частота осциляцій, мікрорельєф.

Постановка проблеми і актуальність. Одним із найважливіших характеристик деталей машин, які впливають на виконання ними свого службового призначення є точність розмірів і шорсткість їх контактуючих поверхонь.

Для покращення цих характеристик, традиційно, в більшості випадків чистової обробки використовують технології, які базуються на знятті певного шару металу, до яких відносяться: абразивна, різцева, електрофізична, а також деякі інші види обробки тиском без зняття шару металу, як, наприклад: прокатка і волочіння, дорнування і обкатка, при яких на оброблених поверхнях мікрорельєф утворюється як негативний відбиток мікрорельєфу робочих поверхонь інструменту (прокатних валів та філь'єр).

Мікрорельєфи поверхонь, що утворюються після такої чистової обробки, наслідок неоднорідної пластичної деформації, стохастичного характеру елементів режиму обробки, копіювання шорсткості різальних лез інструменту, тощо є нерегулярні, хаотичні, трудно керовані, що ускладнює, а часто робить неможливим розв'язання задачі оптимізації мікрорельєфу обробленої поверхні, та максимізації її контактуючої площі. Внаслідок цього значно ускладнюється реалізація в промисловості стандарту на шорсткість поверхні [1].

Однією із найважливіших проблем в області забезпечення якісних параметрів контактуючих поверхонь деталей машин є створення та дослідження методів і засобів обробки, що забезпечують можливість формування регулярних, тонкокерованих, таких, що аналітично розраховуються мікрорельєфів. Тому дана робота, яка присвячена формуванню частково регулярних мікрорельєфів на плоских поверхнях нешироких стрічок, які використовуються для виготовлення згортних втулок приводних роликів і втулкових ланцюгів є актуальною.

Аналіз досліджень та публікацій. До особливостей процесу вібраційного обкочування можна віднести: незалежне регулювання кроку та висоти мікронерівностей, що неможливо здійснити при лезовій та абразивній обробці; незалежне регулювання напряму канавок та виступів повністю нового мікрорельєфу; утворення мікрорельєфів з радіусами округлень виступів і впадин на один, два порядки більшими ніж при всіх відомих способах обробки з малими кутами нахилу (пологими нерівностями) з гранично малою довжиною лінії профілю; число виступів та западин може розраховуватися і витримуватися з, практично, абсолютною точністю.

Технології вібраційного обкочування плоских поверхонь деталей машин, засоби їх реалізації та дослідження впливу регуляризації і виду мікрорельєфу на експлуатаційні властивості досить широко висвітлені у цілому ряді робіт наукових шкіл: Шнейдера Ю.Г. [2] (Санкт-Петербург, Росія); Бараца Я.В. [3] (Саратов, Росія); Киричика П.О. [4-6] (Київ, Україна). Відомі конструкторсько-технологічні оснащення для створення вібраційним обкочуванням регулярних мікрорельєфів на плоских поверхнях [2, 3, 7-13] в основному призначені для деталей машин та механізмів, до робочих поверхонь яких ставляться високі вимоги, щодо їх площинності.

Найбільш довершеним і універсальним методом утворення регулярних мікрорельєфів в даний час є метод вібраційного обкочування, заснований на тонкій пластичній деформації поверхневих шарів металу і складному відносному переміщенні деформуючого елемента та оброблюваної поверхні.

Аналіз існуючих наукових розробок та практичного досвіду підтверджують, що технології вібраційного обкочування плоских поверхонь базуються на цілому ряді наукових праць [2-6, 14, 15], в яких подані обґрунтовані значення елементів режиму віброобкочування, а також технологічне та інструментальне оснащення для реалізації таких технологічних процесів.

Разом з тим створення регулярних мікрорельєфів на плоских поверхнях підкатаних в розмір нешироких стрічок, які мали би у поперечному перерізі певну форму (опуклу) віброобробленої поверхні і які широко використовуються для виготовлення згортних втулок для приводних роликів і втулкових ланцюгів у літературі висвітлено недостатньо.

Постановка завдання. Розробка способу і пристрою для формування вібраційним обкочуванням на плоских поверхнях нешироких стрічок певного виду мікрорельєфу і опуклої у поперечному перерізі поверхні нешироких стрічок.

Результати досліджень. Запропонований спосіб виготовлення згортної втулки із стрічки [13], реалізація якого забезпечує недопущення утворення бочкоподібності внутрішньої циліндричної поверхні втулки при її запресуванні у отвори пластин приводних роликів-втулкових ланцюгів шляхом формування віброобкочуванням регулярного мікрорельєфу та опуклої поверхні стрічки, яка створює внутрішню поверхню втулки. Суть способу ілюструється на рис. 1 і заключається в тому, що в процесі розмірної підкатки стрічки у прокатних валках 3, 4, забезпечуючи при цьому поздовжню подачу S_n і осциляційний зворотно-поступальний рух $S_{осц}$ віброобкатниками 2, її сторону 1, яка в подальшому формує внутрішню циліндричну поверхню втулки, піддають вібраційному обкочуванню з поступовим зменшенням зусилля віброобкочування від центральної поздовжньої осі стрічки до її країв. В результаті зміни зусилля віброобкочування утворюється правильна опукла форма поперечного перерізу стрічки, а на внутрішній робочій циліндричній поверхні втулки – регулярний мікрорельєф з підвищеною маслоємністю і твердістю. Після згортання карточки із такої стрічки отримуємо сідлоподібну у поздовжньому перерізі згортної втулки її внутрішню поверхню, а після запресування втулки у отвори пластин, внаслідок радіальної деформації кінців втулок практично циліндричну поверхню.

В процесі вібраційного обкочування оброблювана поверхня дещо "випучується". Регулюючи зусилля вдавлювання віброобкочуючої кульки, можна "піднімати" розмір з точністю до 0,001мм. Збільшуючи зусилля вдавлювання віброобкатників до середини стрічки ($F_1 > F_2$), добиваються отримання заданого криволінійного профілю її віброобкоченої сторони.

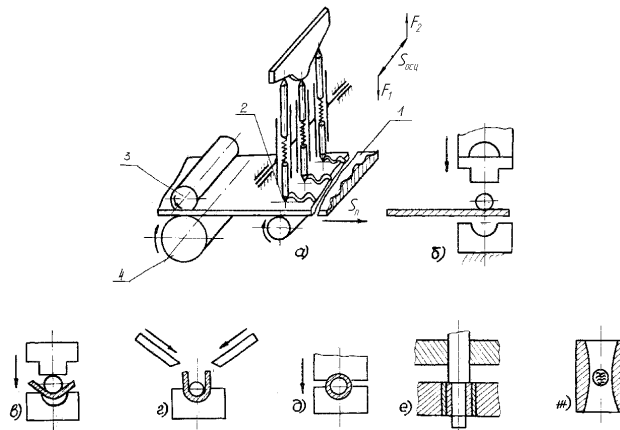


Рис. 1. Схема запропонованого технологічного процесу виготовлення згортної втулки із сідлоподібною внутрішньою поверхнею і регулярним на ній мікрорельєфом: а – формування регулярного мікрорельєфу правильної форми поперечного перерізу стрічки; б, в, г, д – згортання втулки послідовним деформуванням; е – калібрування втулки; ж – втулка з правильною формою внутрішньої поверхні з регулярним мікрорельєфом.

Формування регулярного мікрорельєфу при підкатці стрічки здійснюється запропонованим пристроєм [13], який поданий на рис. 2.

Пристрій (рис. 2) містить нерухомий корпус 1, закріплений, наприклад, на пінолі вертикально-фрезерного верстата, в направляючих корпуса з можливістю переміщення в наскрізному поздовжньому пазу 22 встановлена каретка 23. В пазу 22 також встановлені циліндричні, з лисками, обойми 9, які зафіксовані гвинтами 20 і 21, загвинченими в гайки 24.

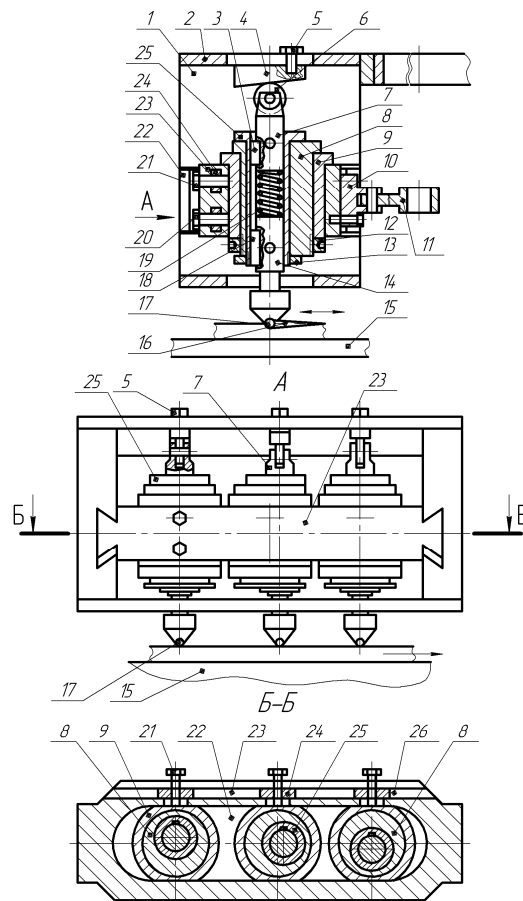


Рис. 2. Пристрій для обробки плоскої поверхні стрічки віброобточуванням

Останні, розташовані в пазу 26, виконаному на передній поверхні каретки 23. В циліндричній обоймі 9 встановлена і зафіксована в певному положенні за допомогою гайки 12 ексцентрична втулка 8, що спряжена з перехідною втулкою 25, виконаною зі шпонковим пазом на внутрішній циліндричній поверхні, яка закріплена гайкою 13. В перехідній втулці 25 встановлений, з можливістю вертикального переміщення по шпонці 18, шток 14 з накатником 17 і пружиною 19, а також, встановлений з можливістю переміщення по шпонці 3, плунжер 7 з роликом 6, що контактує з копіром 4, який закріплений на верхній кришці 2 нерухомого корпусу 1 гвинтами 5. Каретка 23 за допомогою жорстко закріпленого кронштейна 10 шатуна 11 з'єднана з ексцентриковим валом, закріпленим у вертикальному шпинделі (на рис. 2 не показано) верстата. Накатник 17 контактує з оброблюваною поверхнею заготовки 16, закріпленої, наприклад, на столі 15 верстата.

Пристрій працює наступним чином. При одночасному ввімкненні переміщення стола і обертання шпинделя верстата з ексцентриковим валом, з'єднаним із шатуном 11, каретка 23 з накатниками 17, плунжерами 7, роликами 6 отримує зворотно-поступальний рух, а заготовка 16 разом зі столом 15 верстата буде переміщуватись в напрямку, перпендикулярному до напрямку руху каретки. У результаті додавання двох взаємно перпендикулярних рухів на оброблюваній поверхні, внаслідок деформування її накатником, утвориться синусоїдальна канавка із "випученими" краями. При русі каретки від краю заготовки до її середини ролики 6, контактуючи з нахиленою поверхнею копирів 4, стискають пружини 19, збільшуючи тим самим зусилля деформування і величину "випучування" обробленої поверхні.

Вибір того чи іншого регулярного мікрорельєфу залежить від конкретних умов експлуатації, матеріалу контактуючих поверхонь деталей шарніра, умов змащування тощо.

Малюнок мікрорельєфу забезпечується певним взаємним розташуванням обкатників.

Встановивши певне взаємне розміщення обкатників та підібравши відповідні профілі копирів, можна отримати мікрорельєфи певного виду та, за рахунок "випучування" обробленої поверхні, її задану геометричну правильну форму поперечного перерізу.

На рис. 3б-6б схематично подані деякі види частково-регулярних мікрорельєфів, що формуються трьома обкатниками: I вид – із системою суміжних синусоїдальних синфазних паралельних канавок; II вид – із системою суміжних синусоїдальних асинфазних канавок, що повністю перетинаються; III вид – із системою суміжних синусоїдальних асинфазних канавок, що дотикаються у вершинах; IV вид – із системою суміжних синусоїдальних синфазних канавок, що дотикаються по всій довжині. При цьому прийняті позначення I_0, II_0, III_0, IV_0 – відповідають першому, другому, третьому і четвертому віброобкатникам, а I_k, II_k, III_k, IV_k – канавкам сформованим відповідними віброобкатниками.

На рис. 7б схематично зображений сітчастий мікрорельєф, який формується чотирма обкатниками, який в залежності від елементів режиму віброобробчування, може бути частково або повністю регулярним мікрорельєфом.

Вибір того чи іншого виду мікрорельєфу залежить від конкретних умов експлуатації матеріалів контактуючих поверхонь шарніра, умов змащування, динамічних характеристик, тощо. Малюнок мікрорельєфу забезпечується в першу чергу певним взаємним розміщенням обкатників, а також діаметром обкатника, зусиллям віброобробчування, фізико-механічними характеристиками матеріалу стрічки.

Елементи режиму віброобробчування: поздовжню подачу стрічки, частоту осциляцій віброобкатників, а також діаметр обкатника (кульки) і відповідне зусилля прикладене до нього вибирають з [2, 14, 15], врахувавши при цьому необхідність забезпечення певної відносної площі віброобробчування.

Для формування мікрорельєфу I виду обкатники розміщують за схемою поданою на рис. 3а, при якій їхні положення повинні забезпечувати наступні умови: другий обкатник відносно першого і третій обкатник відносно другого зміщають у поперечному напрямку на величину $L = B > b$, де B - відстань між сформованими синусоподібними канавками; b - ширина синусоподібної канавки, а у поздовжньому напрямку зміщають другий обкатник відносно першого і третій відносно другого відповідно на величини $S_{II-I} = S_{III-II} = k \cdot t$, де t - крок синусоїди; $k = 1, 2, 3 \dots$ - ціле натуральне число. Разом з тим повинна виконуватись умова $A < (H - 3b)/2$, де A - амплітуда синусоїди; H - ширина віброобробчуваної стрічки.

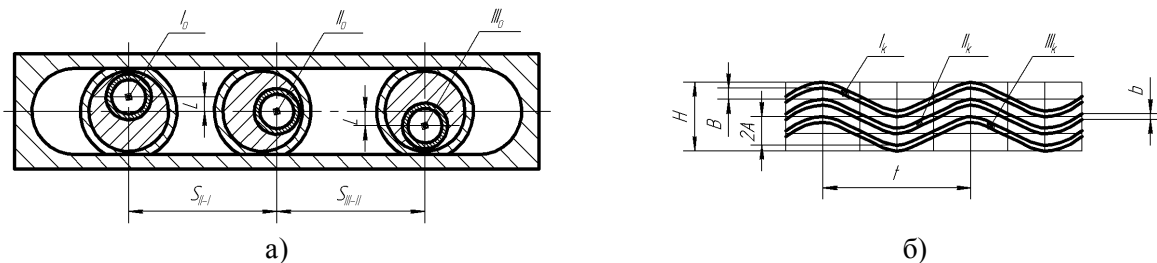


Рис. 3. Схеми розміщення обкатників (а) та мікрорельєфу I виду (б).

Для формування мікрорельєфу II виду обкатники розміщують за схемою поданою на рис. 4а, при якій другий обкатник зміщають відносно першого і третій відносно другого на величину $L = B < 2(A - b)$, а у поздовжньому напрямку зміщення цих обкатників буде виражатись залежностями, відповідно $S_{II-I} = n_1 \cdot t$; $S_{III-II} = n_2 \cdot t$, де $n_1 = k_1 + 1$; $n_2 = k_1 + 1,5$, де $k_1 = 1, 2, 3 \dots$ - ціле натуральне число. Одночасно з тим повинна виконуватись умова $A \leq (H - 2b)/2$.

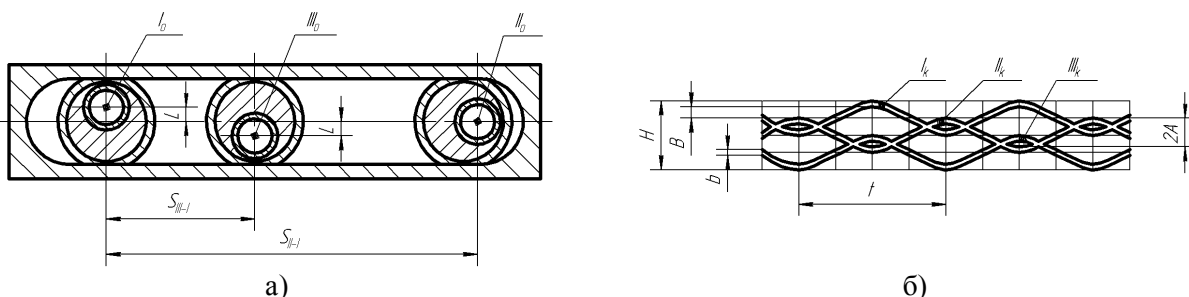


Рис. 4 – Схеми розміщення обкатників (а) та мікрорельєфу II виду (б).

Для формування мікрорельєфу III виду обкатники розміщують за схемою поданою на рис. 5а, при якій суміжні обкатники в пазу каретки зміщують у поперечному напрямку один відносно іншого на однакову величину $L = 2A + b$, а у поздовжньому напрямку другий обкатник відносно першого розміщують на віддалі, що дорівнює $S_{II-I} = n_3 \cdot t$, де $n_3 = k_1 + 0,5$, а третій обкатник розміщений відносно першого на віддалі $S_{III-I} = n_2 \cdot t$. Окрім цього при формуванні такого виду мікрорельєфу необхідно витримати умову $A = H/6 - 0,5b$.

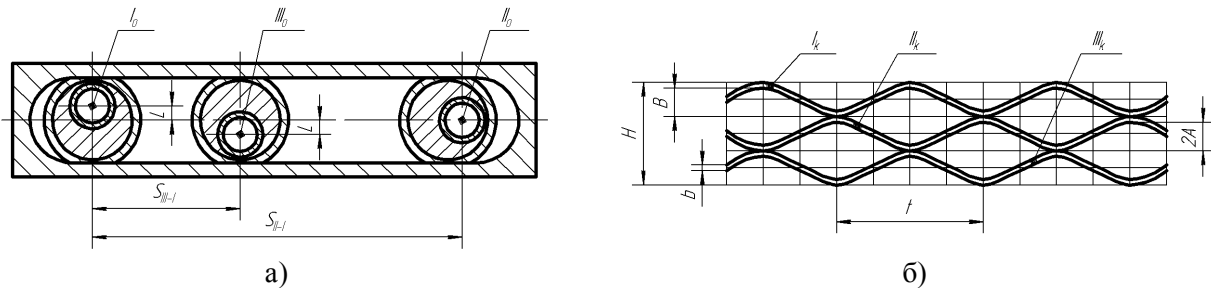


Рис. 5. Схеми розміщення обкатників (а) та мікрорельєфу III виду (б).

Для формування мікрорельєфу IV виду обкатники розміщують за схемою поданою на рис. 6а, при якій їхні положення повинні забезпечувати наступні умови: другий обкатник відносно першого і третій обкатник відносно другого зміщують у поперечному напрямку на величину $L = b$, а у поздовжньому напрямку зміщують другий обкатник відносно першого і третій відносно другого відповідно на величини $S_{II-I} = S_{III-II} = k \cdot t$. Разом з тим повинна виконуватись умова $A = (H - 3b)/2$.

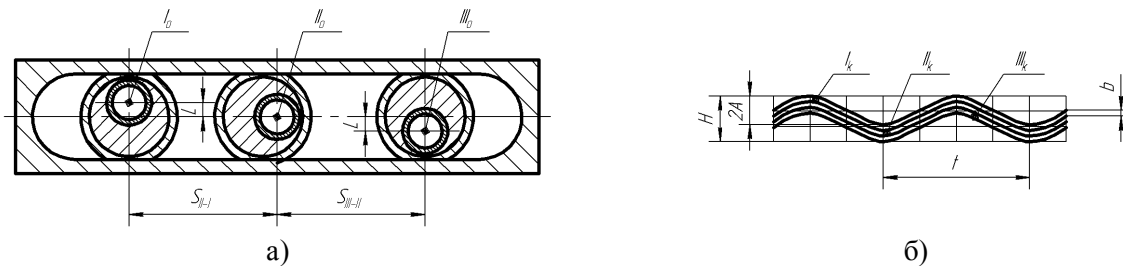


Рис. 6. Схеми розміщення обкатників (а) та мікрорельєфу IV виду (б).

Для формування сітчастого мікрорельєфу обкатники розміщують за схемою поданою на рис. 7а, при якій їхні положення повинні забезпечувати наступні умови: обкатники встановлюють на поздовжній осі каретки, не зміщуючи один відносно іншого у поперечному напрямку, а в поздовжньому напрямку другий обкатник зміщують відносно першого на величину $S_{II-I} = kt/m$, де m - кількість обкатників, а третій і четвертий обкатники зміщують відносно першого на відповідні величини $S_{III-I} = 2kt/m$ і $S_{IV-I} = 3kt/m$. Разом з тим повинна виконуватись умова $A = (H - b)/2$.

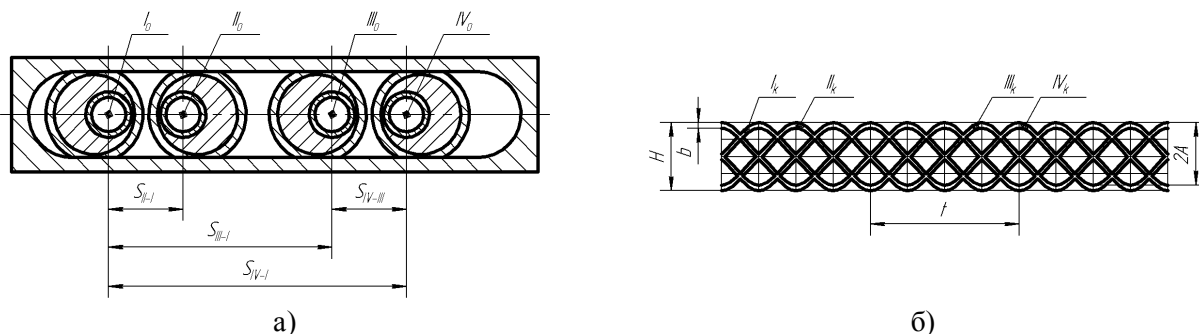


Рис. 7. Схеми розміщення обкатників (а) та сітчастого мікрорельєфу (б).

Висновок. На основі вищевикладеного можна зробити висновок, що практичне використання запропонованих технічних рішень дасть можливість отримати згортні втулки з регулярним мікрорельєфом на "сідлоподібній" внутрішній поверхні, що призведе при їхньому запресуванні у отвори пластин приводних роликів і втулкових ланцюгів за рахунок радіальної деформації кінців втулок до зменшення їх "бочкоподібності", підвищення маслоємності та твердості віброобробленої поверхні і в кінцевому рахунку забезпечить збільшення зносостійкості і терміну експлуатації шарнірів приводних ланцюгів.

1. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения (СТ СЭВ 638-77): ГОСТ 2789-73. – [Чинной от 1975-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1973. 555 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
2. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Шнейдер Ю.Г. – Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с.
3. Барац Я.И. Оптимизация сочетания регулярных микрорельефов сопрягаемых поверхностей трение / Я.И. Барац, Р.К. Шапошник, М. В. Варчев // Вестник машиностроение. – 1992. - №5. - С. 18-20.
4. Киричок П.О. Дослідження впливу параметрів микрорельєфу на якість обробки деталі на експлуатаційні характеристики поліграфічного обладнання / П.О. Киричок, А.В. Несхозієвський // Технологічні комплекси. – 2011. – №3. – С. 117-120.
5. Киричок П.О. Керування технологічними процесами створення микрорельєфів на плоских поверхнях деталей поліграфічного обладнання оздоблювально-зміцнювальною обробкою / П.О. Киричок, Т.Ю. Киричок, О.І. Хмілярчук, В.Г. Олійник // Технологічні комплекси. – 2011. – №3. – С. 49-56.
6. Хмілярчук О.І. Пристрої та інструмент для виконання віброобробки на деталях поліграфічного обладнання / О.І. Хмілярчук // Технологія і техніка друкарства. – 2006. – №1-2(11-12). – С. 133-137.
7. А.с. 1731609 А1 СССР, МКИ В24 В39/00. Устройство для виброобкатывания / В. М. Мигунов, С.С. Паничкин, Ю.В. Мовчан, В.П. Давыдов (СССР). – №4823228/27; заявл. 04.05.90; опубл. 07.05.92, Бюл. № 17.
8. А.с. 1296383 А1 СССР, МКИ В24 В39/06. Устройство для обработки плоских поверхностей деталей виброобкатыванием / А.П. Бородин, А.М. Добрусин, Ю.Г. Шнейдер, Л.Ш. Штейнгарт (СССР). – №3925120/25-27; заявл. 08.07.85; опубл. 15.03.87, Бюл. № 10.
9. А.с. 621557 СССР, МКИ В24 В39/00. Устройство для обработки плоских поверхностей виброобкатыванием / Ю.И. Мулин, А.П. Улашкин (СССР). – №2365642/25-08; заявл. 28.05.76; опубл. 30.08.78, Бюл. № 32.
10. А.с. 670425 СССР, МКИ В24 В39/00. Устройство для обработки плоских поверхностей деталей виброобкатыванием / Ю.П. Лебедев, О.А. Парманин, В.Б. Сахов, Н.А. Сыроегина (СССР). – №2391114/25-08; заявл. 23.07.76; опубл. 30.06.79, Бюл. № 24.
11. А.с. 1779562 А1 СССР, МКИ В24 В39/06. Инструмент для обработки плоских поверхностей деталей виброобкатыванием / Н.И. Котович, А.М. Игнатович, А.А. Дубовик, П.П. Сугоняко (СССР). – №4911191/27; заявл. 15.02.91; опубл. 07.12.92, Бюл. № 45.
12. А.с. 589484 СССР, МКИ F16 G13/18. Способ изготовления свертной втулки из ленты / С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, Н.И. Кузьмин, А.В. Куцевич (СССР). – №2364943/25-27; заявл. 24.05.76; опубл. 25.01.78, Бюл. №3.
13. А.с. 659370 СССР, МКИ В24 В39/00. Устройство для обработки виброобкатыванием плоских поверхностей / П.Д. Кривый (СССР). - №2486606/25-27; заявл. 12.05.77; опубл. 30.04.79, Бюл. № 16.
14. Гавриш А.П. Зміцнення металевих поверхонь деталей машин та механізмів / Гавриш А.П., Киричок П.О., Підберезний М.П. – Київ: Наукова думка, 1995. – 174 с.
15. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием / Одинцов Л.Г. – Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.