

# МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 621.923.7

О.В. Гаврильченко, В.О. Повідайло, В.М. Захаров  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
кафедра автоматизації та комплексної механізації  
машинобудівної промисловості

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРУ ЗЕРНА АБРАЗИВУ НА ПЛОЩИННІСТЬ ПРИТИРІВ ТА ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ОБРОБЛЯЮТЬСЯ НА ВІБРОВИКІНЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

© Гаврильченко О.В., Повідайло В.О., Захаров В.М., 2009

Розглянуто сучасні напрямки дослідження параметрів процесу абразивної притирки. Наведено конкретні результати досліджень параметрів шорсткості і площинності полікорових підкладок та притирів, отриманих доводкою абразивів різної зернистості на вібровикінчувальному верстаті з круговими траєкторіями коливань притирів.

**The modern tendencies of abrasive grinding process stabilization research are reviewed. The specific results of roughness and flatness parameters of policor substrates and laps obtained by operational development by different grain abrasives on vibration development machine tools with circular trajectories of lap oscillations are reduced in this paper.**

**Постановка проблеми.** Останнім часом значно зросли вимоги до точності виготовлення деталей у машино- і приладобудуванні, зокрема, з використанням полікорових пластин, під час виготовлення яких необхідно здійснювати притирання плоских поверхонь. Це спонукало провести дослідження у зв'язку з недостатньою глибиною вивчення застосовуваних матеріалів для доводки та удосконалення технологічного процесу, що розробляється.

Важливим напрямом є розроблення технологій забезпечення високої точності плоских поверхонь як деталей, що обробляються, так і притирів вібровикінчувальних верстатів, що дасть змогу керувати процесом оброблення керамічних виробів.

Конструктивною особливістю вібровикінчувальних верстатів з круговими траєкторіями коливань притирів є те, що швидкості переміщення усіх точок робочої поверхні є однаковими. У зв'язку з цим зношування як робочої поверхні притирів, так і деталей, які обробляються, залежить тільки від часу їх контакту.

Тому розроблення конструкцій високопродуктивних вібровикінчувальних верстатів із рівномірним зношуванням робочої поверхні притирів, а також методик, які застосовуються для розміщення деталей, що обробляються, становить актуальність дослідження, вирішення якої дасть можливість значно покращати технологічні параметри процесу доводки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед різноманітних методів механічної обробки, які забезпечують виконання підвищених вимог до якості поверхневого шару, точності розмірів та форми оброблення поверхонь, важливе місце посідає абразивна доводка. Ця операція виконується

тільки на викінчувальних верстатах для механічної абразивної доводки плоских деталей, які дають можливість отримати шорсткість поверхні від 0,04 до 0,02 мкм з відхиленням площинності від 0,1 до 0,01 мкм. Для виконання таких вимог необхідно розв'язати всі взаємопов'язані задачі зі стабілізації точності оброблення та програмованого керування процесом доводки з комплексом його показників.

Для стабілізації процесу доводки з метою забезпечення необхідної точності плоских деталей широко застосовують два напрямки:

- отримання рівномірного зношування по усій ширині робочої поверхні притирів із збереженням їх геометричної форми у часі із застосуванням кінематичної правки;
- програмне відносне переміщення деталей, які обробляються, робочою поверхнею притирів.

Закономірності абразивної доводки та формування поверхонь, утворення умов і рівномірного зношування притирів по усій ширині на вібраційних викінчувальних верстатах з круговими траєкторіями коливань притирів розглянуті в [1, 2].

Перший напрямок вважається найперспективнішим методом забезпечення параметрів процесу доводки за рахунок керування формою робочої поверхні притирів під час притирання та збереження її рівномірного зношування у часі по усій ширині.

Для забезпечення цієї умови необхідно, щоб кожна точка притира, розміщена на різних радіусах, знаходилася однаково довго у контакті з деталями, які обробляються. Такої мети можна досягти, розмістивши деталі, які обробляються, у кільцевому секторі на робочій поверхні притирів [3].

**Формулювання мети дослідження.** Мета полягає у тому, щоб провести дослідження впливу зерна абразиву на площинність притирів та плоских поверхонь керамічних деталей, які обробляються на вібровикінчувальних верстатах, а також дати рекомендації щодо застосування мікропорошків КК40, М40, М14 та М7.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Дослідження проводилися на вібровикінчувальному верстаті, притири якого здійснюють антифазні кругові коливання амплітудою  $A = 1 \div 1,2$  мм, площинність яких  $\pm 2$  мкм. Зовнішній діаметр притирів – 500 мм.

Об'єктом дослідження були полікорові деталі розмірами  $48 \times 60 \times 1,2$  мм, з вихідною шорсткістю  $Ra = 5,5$  мкм та площинністю близько 5 мкм. Деталі, що обробляються, були поділені на дві партії з допуском по товщині близько 3 мкм та більше ніж 3 мкм по чотири у кожній партії.

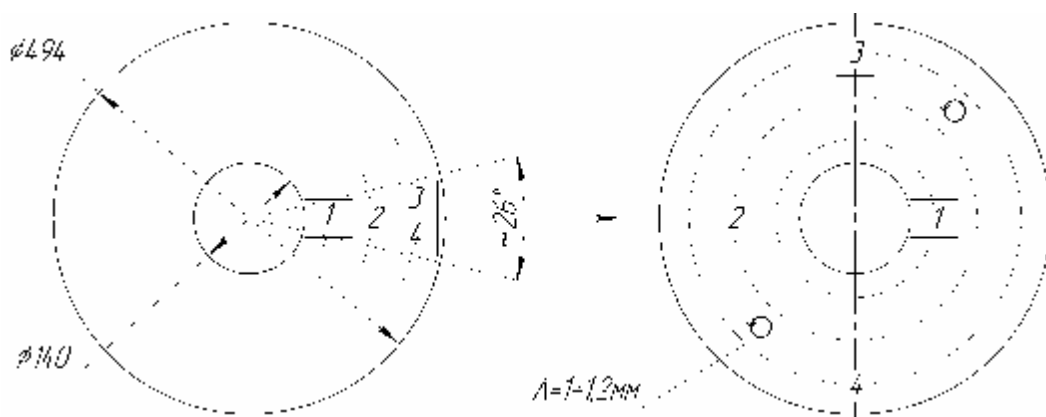


Рис. 1. Розміщення та рознесення деталей у гніздах водила по робочій поверхні притирів

У процесі доводки деталі розміщували у кільцевому секторі, як зображено на рис. 1, між притирами в гніздах водила згідно з [3]. Потім, не змінюючи радіусів центрів деталей, рівномірно розміщували їх по робочій поверхні притира у гніздах водила. Питомий тиск на поверхні деталей –  $0,47 \text{ кг/см}^2$ . Доводку першої партії деталей з припуском по товщині від номінального розміру у партії до 3 мкм проводили із застосуванням мікропорошку М40, який розріджували гліцерином і

змащували рівномірним шаром робочу поверхню притирів. Тривалість обробки – два цикли по тридцять хвилин. Водило оберталось зі швидкістю 1 оберт за 3 хв. Після кожного циклу доводки проводили вимірювання:

- шорсткості та площинності деталей, які обробляються, за методикою на установці ДЕКТАКТА;
- зношування матеріалу деталей за допомогою магнітної стійки зі стрілочним індикатором з точністю  $\pm 1$  мкм;
- площинність та зношування робочої поверхні притирів спеціальним пристосуванням, що складається з циліндричної бази і встановленої у ній штанги, на якій знаходиться стрілочний індикатор з точністю  $\pm 1$  мкм, як зображено на рис. 2.

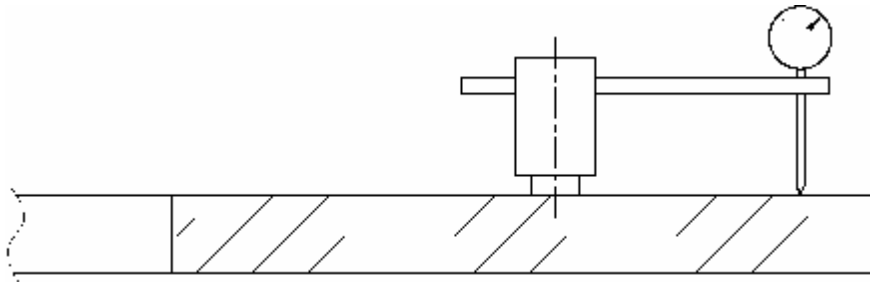


Рис. 2. Спеціальне пристосування вимірювання площинності

Результати дослідження першої партії деталей, які оброблялися із застосуванням мікропорошку М40, показано графічно на рис. 3.

Як бачимо із графічного зображення на рис. 3, протягом двох циклів притирання з застосуванням мікропорошку М40 підвищилась площинність деталей до  $1 \div 1,2$  мкм та шорсткість доведена до  $Ra=0,4$  мкм. Стабілізувався процес зношування, що становить 3 мкм за 30 хв, при цьому площинність притирів збереглась і залишилася у межах  $\pm 2$  мкм.

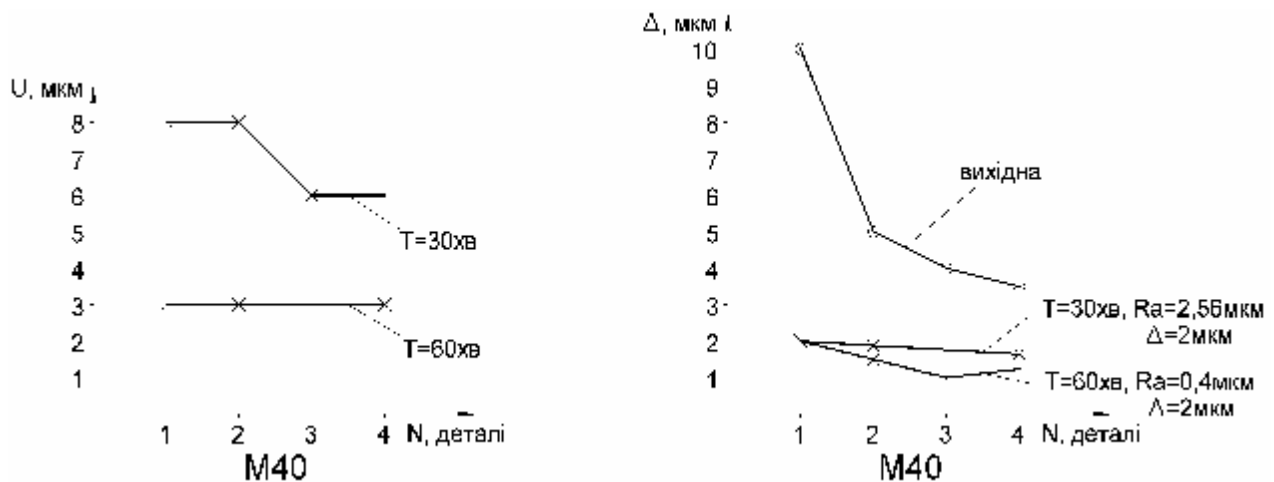


Рис. 3. Доводка деталей із застосуванням мікропорошку М40:  $U$  – зношування;  $T$  – тривалість циклу оброблення;  $Ra$  – шорсткість поверхонь деталей;  $\Delta$  – площинність поверхні

Доводку другої партії з допуском по товщині більше як 3 мкм проводили за аналогічною методикою, але з застосуванням як абразиву карбиду кремнію КК40. Результати показано на рис. 4.

Рис. 4 графічно відображає, що процес зношування деталей має хаотичний характер та в середньому становить 12 мкм, при цьому площинність деталей залишилась у вихідних межах – близько 5 мкм, але площинність притирів погіршилась та становить  $\pm 5$  мкм.

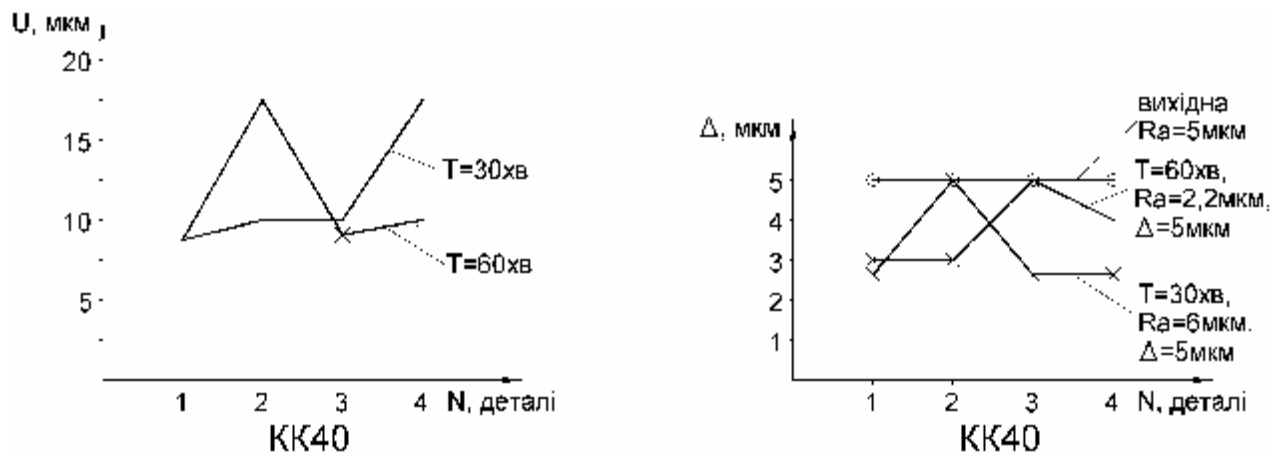


Рис. 4. Доводка деталей із застосуванням карбіду кремнію КК40

З метою виявлення впливу абразиву мікропорошку карбіду кремнію КК40 на зношування полікорових деталей з допуском по товщині близько 3 мкм була проведена доводка першої партії деталей з вихідними величинами шорсткості  $Ra = 0,4$  мкм, площинності у межах  $1\div 2$  мкм, за площинності робочої поверхні притирів  $\pm 5$  мкм протягом 30 хв. Результати цієї доводки зображено на рис. 5.

У результаті досліджуваного процесу доводки шорсткість полікорових деталей погіршилась та становить  $Ra=2,2$  мкм за площинності до 5 мкм, але потрібно зауважити, що площинність робочої поверхні притирів покращилась і становить  $\pm 4$  мкм.

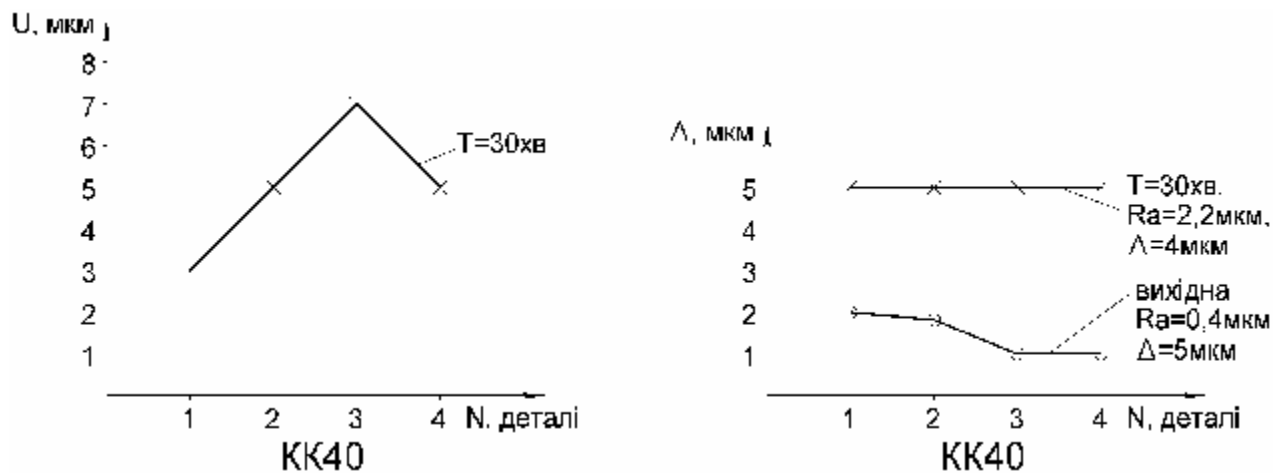


Рис. 5. Доводка деталей першої партії із застосуванням карбіду кремнію КК40

На наступному етапі дослідження цю партію полікорових деталей доводили згідно з описаною методикою із застосуванням мікропорошків М14 та М7, що графічно показано на рис. 6.

Під час процесу доводки із застосування мікропорошку М14 протягом двох циклів терміном по 30 хв, було досягнуто шорсткість деталей  $Ra=1,7$  мкм за площинності близько 3 мкм, необхідно зауважити, що під час другого циклу доводки не зафіксовано зношення деталей, але підвищилась площинність робочої поверхні притирів, що становить  $\pm 3$  мкм.

На завершальному етапі дослідження цю партію деталей доводили із застосуванням мікропорошку М7 протягом двох циклів по 30 хв, зношування матеріалу деталей не зафіксовано, але шорсткість плоскої поверхні підвищилась до  $Ra=1,3$  мкм за площинності  $0,5\div 1$  мкм. Площинність робочої поверхні притирів залишилась у тих самих межах –  $\pm 3$  мкм.

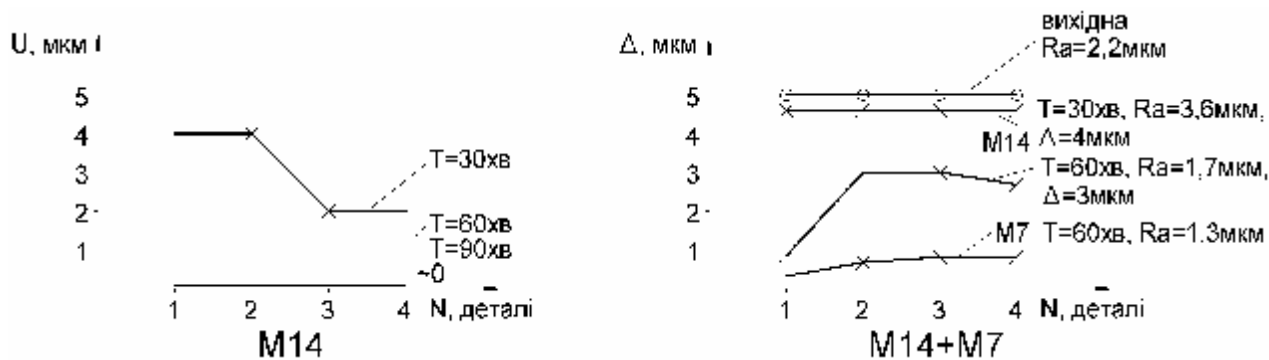


Рис. 6. Доводка деталей із застосуванням мікропорошків M14 та M7

**Висновки.** В результаті проведених досліджень можна дійти таких висновків:

1. Площинність робочої поверхні притирів у процесі доводки збережено, якщо розміщувати деталі, які обробляються за способом, описаним в [3], та не залежить від величини зерна абразиву.
2. Для забезпечення рівномірного зношування як деталей, які обробляються, так і притирів, необхідно, щоб товщина деталей у кожній партії відрізнялася в межах  $\pm 2$  мкм.
3. Пропонується оптимальним технологічним процесом доводки вважати, коли грубе оброблення виконується із застосуванням мікропорошку M40, а чистове оброблення з використанням мікро-порошків M14 та M7, досягаючи при цьому шорсткості поверхонь деталей  $Ra=1,3$  мкм та площинності  $0,5 \div 1$  мкм.
4. Тривалість одного процесу доводки без заміни абразиву мікропорошків M40, M14 та M7 має бути не більшою, ніж 60 хв, оскільки вони пізніше втрачають свої абразивні властивості.

1. Третько В.В. Оптимизация технических процессов вибрационной доводки // «Вібрації в техніці та технології». – 2005. – № 2. – С. 100–103. 2. Повидайло В.А., Сорочак О.З. Пути повышения точности плоскопаралельной обработки деталей на вибродоводочных станках // «Вібрації в техніці та технології» – 1986. – № 1(3). – С. 17–20. 3. А.с. № 1759609 СССР. Способ доводки деталей / В.А. Повидайло, В.Н. Захаров, В.Ф. Завадская. – Бюлл. № 33. – 1992.