

## Гідроімпульсний плоскопритиральний верстат

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В роботі проаналізовано тенденції удосконалення процесу абразивного фінішного оброблення та запропонована нова конструкція плоскопритирального верстата на базі гідроімпульсного привода*

**Ключові слова:** абразив, фінішне оброблення, плоско притиральний, верстат, гідроімпульсний привід

### Abstract

*The tendencies of improvement of the process of abrasive finishing are analyzed in the work and the new design of the flat-grinding machine on the basis of the hydropulse drive is offered*

**Keywords:** abrasive, finishing, flat grinding, machine, hydropulse drive

### Вступ

Однією із традиційних проблем матеріалооброблення є підвищення якості оброблення, зокрема останні тенденції абразивного оброблення спрямованні на використання растрового методу виготовлення прецензійних поверхонь [1, 2]. Процес абразивної фінішного оброблення використовують для отримання високої точності геометричної форми (відхилення від площиності, плоскопаралельності, циліндричності становить від 2...3 до 0,5...0,05 мкм) та малої шорсткості обробленої поверхні деталей ( $Ra = 0,16...0,004$  мкм). Особливо доцільним є застосування подібних операцій під час оброблення тонких і таких, що легко деформуються деталей, а також у випадках, коли необхідно зберегти спеціальні властивості вихідного матеріалу, що змінюються при значних теплових і силових впливах, або видалити дефектний шар металу, що утворився на попередньому етапі оброблення, зокрема після шліфування. Методом взаємного доведення (притирання) припрацьовуються один до одного контактуючі поверхні деталей, що працюють в парі, що забезпечує високу щільність прилягання і збільшення (до 95%) фактичної поверхні контакту. Тому аналіз існуючих теоретичних та експериментальних досліджень процесу абразивного фінішного оброблення та обладнання для його здійснення є актуальною науковою та інженерною задачею.

### Результати дослідження

Встановлено, що підвищення якості та продуктивності абразивної фінішного оброблення сприяє наявності складного робочого руху, що складається з декількох рухів інструменту та оброблюваної деталі. Під час абразивної фінішної обробки такий характер кінематики сприятливо впливає на ефективність процесу з таких причин:

- 1) досягається рівномірний знос робочої поверхні, яка притирається, що підвищує точність розмірів і форми оброблюваних деталей;
- 2) абразивні зерна отримують можливість працювати великим числом своїх вершин і граней, що призводить до підвищення їх різальної здатності і стійкості;
- 3) відбувається вирівнювання мікрорельєфу поверхні за рахунок зрізання зернами виступів нерівностей та заповнення западин витісненим металом;
- 4) на оброблювану поверхню наноситься щільна рівномірна сітка слідів, що сприяє збільшенню дійсної опорної поверхні деталі, створює умови для кращого утримання мастила [1].

По виду кінематичного зв'язку робочих ланок виконавчого механізму верстата, що використовуються для реалізації процесів абразивної фінішного оброблення поділяють на два типи: верстати з жорстким кінематичним зв'язком та верстати з фрикційним зв'язком між заготовками та інструментом (притиром).

За кінематичними особливостями більшість верстатів можна розділити на дві групи: верстати з коливальним робочим рухом і верстати з обертальним рухом притиру.

Конструкція таких верстатів дозволяє безступінчасто регулювати параметри траєкторії руху притиру (інструменту). Основним ж недоліком подібних верстатів не достатньо широкий діапазон зміни амплітуди та частоти робочого руху виконавчого органу.

Аналізуючі результати теоретичних та експериментальних досліджень [1 – 10] можна сформулювати вимогу до обладнання, що здійснює растровий метод оброблення прецензійних поверхонь:

- 1) Широкий діапазон незалежного регулювання амплітуди та частоти коливань;
- 2) Безступінчасте регулювання параметрів вібронавантаження;
- 3) Можливість програмування режиму оброблення поверхні із врахуванням зміни конфігурації деталі (матеріалу, форми, геометрії). Дана вимога забезпечує оперативне втручання в процес оброблення, тонке налаштування – наприклад змінна виробника чи марки абразивного матеріалу;
- 4) Регулювання параметрів траєкторії руху під час оброблення.

Тому, на основі вищевикладеної інформації нами було запропоновано конструкцію верстату [11], що має значно ширший діапазон безступінчатого регулювання частоти та амплітуди коливань притиру. Кінематична схема верстата представлена на рис. 1. Планшайба 1, встановлена на трьох кулькових опорах 2 і приводиться в коливальний рух двома взаємно перпендикулярними робочими гідроциліндрами 3 та 4, що здійснюють вібраційне переміщення, параметри якого задаються генераторами імпульсів тиску 5 (ГІТ).

Закон зміни тиску та частота імпульсів в ГІТ 5 задається регуляторами потоку із електромагнітним керуванням 6, що забезпечує безступінчасте регулювання величини взаємного розладу частот коливань в робочих гідроциліндрах 4.

Тиск відкриття ГІТ визначається жорсткістю пружин 7, яка може змінюватись автоматично в процесі обробки за допомогою електромеханічного приводу 8 (найчастіше на основі крокових двигунів та передач гвинт-гайка). Блок керування 9 регулює роботу регуляторів потоку із електромагнітним керуванням 6 та електромеханічним приводом 8.

Навантажувальний пристрій 10 встановлено на поворотному кронштейні 11. Залежно від висоти оброблюваної деталі його положення регулюється гвинтом 12, а затиск на колоні проводиться диференціальним гвинтом 13. В якості силового елемента приводу притискання робочого органу до оброблюваної заготовки (касети із заготовками) використано пружину 14 жорсткість якої регулюється гайкою 15. Центральний вал 16 посаджений на підшипники пінолі 17, яка зафіксована від повороту.

Штоки робочих гідроциліндрів закінчуються кульовими опорами 18, які приєднані до планшайби 1 на якій встановлено заготовку. Поворотом рукоятки 19 пристрій опускається в робоче положення. Оскільки осі штоків робочих гідроциліндрів 3 та 4 зміщені відносно осі обертання валу 16, при русі притиру 20 сили абразивного тертя деталей створюють крутний момент, який повертає заготовку, або касету із заготовками в напрямку вільного ходу. Таким чином, касета із заготовками одночасно здійснює обертальний рух навколо двох осей – притира 20 та центрального валу 16, завдяки цьому заготовка рухається по гіпоциклоїді.

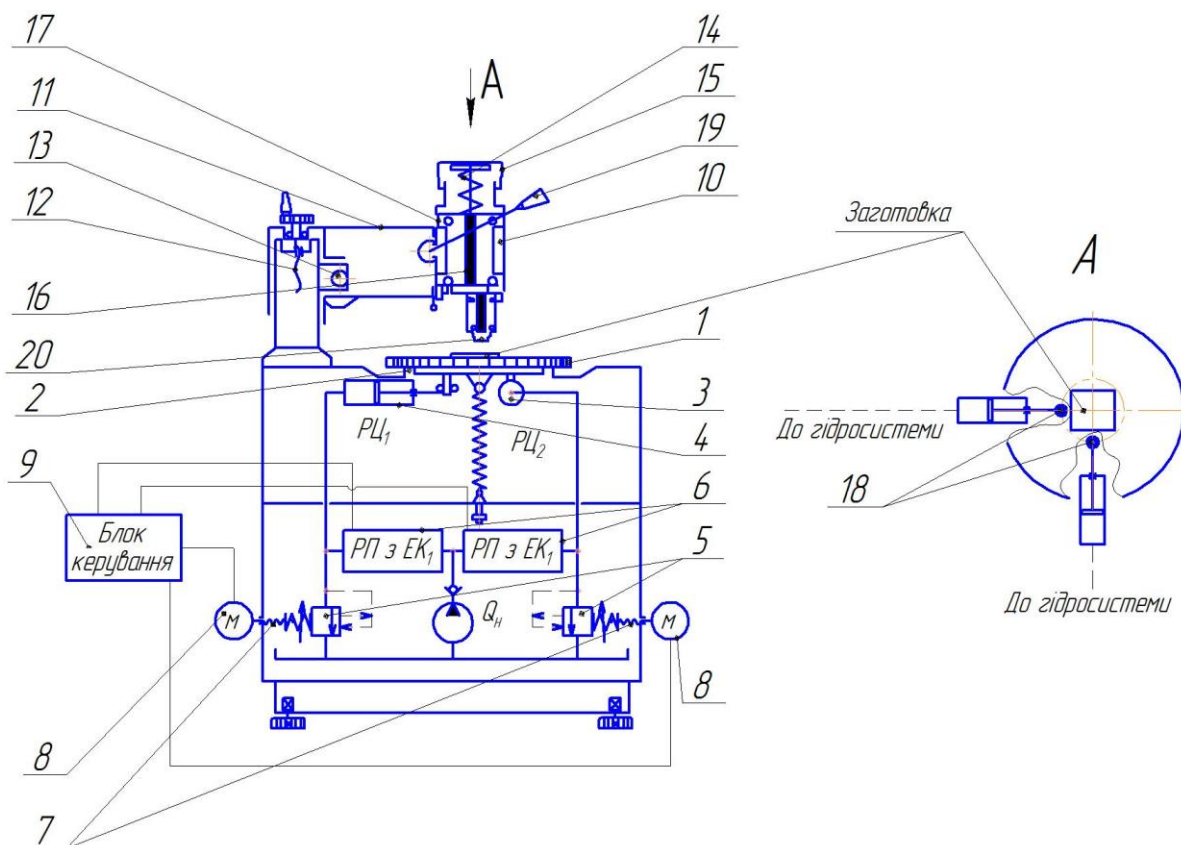


Рис. 1 – Кінематична схема гідроімпульсного плоско притирального верстата

Переваги:

1) у верстаті з таким типом робочого руху, – швидкості різання і шляхи тертя всіх точок притиру однакові, що дозволяє використовувати всю його робочу поверхню.

1) реалізація неповторюваного мультируху;

- 2) утворення ізотропної сітки криволінійної траєкторії;
- 3) рівність шляхів тертя всіх точок поверхні, що притираються;
- 4) можливість регулювання параметрів траєкторії робочого руху в процесі роботи верстата.

Можливість цілеспрямованого вибору форми і щільності траєкторії робочого руху інструменту дозволяє формувати мікрорельєф обробленої поверхні з оптимальними статистичними параметрами. При цьому величина шорсткості за параметрами Ra і Rz може досягатися в нанометровому діапазоні [12].

**Висновок.** Проаналізовано тенденції розвитку технологій фінішного притирання та обладнання для його здійснення запропонована нова конструктивна схема верстата на базі гідроімпульсного привода.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Некрасов, В.П. Прецизионные плоскодвигательные станки с растровым движением инструмента // Машиностроитель. 2000. № 9. С. 7-8.
2. Анциферов В.Н. Растровый метод обработки прецизионных поверхностей В.Н. Анциферов, А.М. Ханов, К.Р. Муратов и др. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, №1(3), 2011.
3. <https://produkttech-engineering.com/ru/proizvoditeli/lapmaster/>
4. <https://www.peter-wolters.com/>
5. <http://peter-wolters.org/index.php/downloads?task=document.viewdoc&id=75>
6. [https://www.hahn-kolb.de/All-categories/Grinding-machines/1521AC04\\_1907417.cgid/1521.cgid/en/US/USD/](https://www.hahn-kolb.de/All-categories/Grinding-machines/1521AC04_1907417.cgid/1521.cgid/en/US/USD/)
7. <http://www.hamai.com/english/product/index.html>
8. Бабаев С.Г., Садыгов П.Г. Притирка и доводка поверхностей деталей машин. «Машиностроение», 1976.
9. Вибрационная притирка детали [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.stroi-blok.ru/?p=502> (дата обращения: 15.09.2016).
10. Некрасов В.П., Муратов Р.А. Станки с растровой кинематикой для финишной обработки поверхностей постоянной кривизны // Современные организационные, технологические и конструкторские методы управления качеством: сб. науч. тр. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – С. 96–115.
11. Пат. 142296 U, Україна, В24В37 37/04, ВІБРАЦІЙНИЙ ВЕРСТАТ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ФІНІШНОГО ОБРОБЛЕННЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ/ Слабкий А.В., Поліщук О.В. та Манжілевський О.Д. (Україна) – № у 201912087 Заявл. 20.12.2019; – Опубл. 25.05.2020, Бюл. №10/2020, 25.05.2020р.
12. Khanov A.M., Ivanov V.A., Muratov K.R., Gashev E.A. Upravlenie traektoriei rabocheho dvizheniia pri dovodke ploskosti [Management of a trajectory of labor movement at operational development of the planes]. Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk, 2011, vol. 13, no. 1–3, pp. 667–669.

*Слабкий Андрій Валентинович* – кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: Slabkiyandrey@gmail.com, тел. +380971999840.

*Slabkyi Andrii Valentinovich* – Ph.D., assistant professor of mechanical engineering industry, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: Slabkiyandrey@gmail.com, tel. +380971999840