

А. В. Слабкий
О. Д. Манжілевський
О. В. Поліщук

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПЛОСКОПРИТИРАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто один із способів оброблення матеріалів, що дозволяє отримати високу геометричну точність та малу шорсткість поверхонь деталей, а саме – їх абразивне фінішне оброблення. Висока якість оброблення деталей таким способом зумовлена використанням узгодженого відносного руху оброблюваної деталі та ріжучого інструменту. За кінематичними особливостями більшість притиральних верстатів можна розділити на дві групи: верстати з коливальним робочим рухом і верстати з обертальним рухом притиру. Верстати першої групи є більш поширеними, що зумовлено простотою їх конструкції та універсальністю. Проте можливість їх використання обмежується розмірним діапазоном оброблюваних деталей та нерівномірним зношенням ріжучого інструменту і, як наслідок, нерівномірністю обробки поверхні деталі. Верстати другої групи вважаються найбільш універсальними, тому що допускають оброблення широкої номенклатури деталей, різноманітних за формою і розмірами, проте вони також не позбавлені такого недоліку як нерівномірне зношення ріжучого інструменту з усіма відповідними наслідками. Підвищення ефективності абразивного фінішного оброблення за рахунок ускладнення траєкторії відносного руху інструменту та деталі, тобто утворення неповторюваного взаємного робочого переміщення притиру та руху заготовки, є одним з найбільш поширених напрямів. Основним недоліком обладнання, що забезпечує обробку деталей за цим принципом є, в більшості випадків, обмеженість у регулюванні робочих параметрів процесу різання, тому цей напрям залишається перспективним і має широкі можливості для розвитку. Запропонована в роботі конструктивна схема гідроімпульсного плоскопритирального верстата завдяки поєднанню переваг гідроімпульсного приводу із використанням числового програмного керування дозволить забезпечити неповторюваний взаємний мультирух заготовки та притирального інструменту з можливістю регулювання його параметрів у процесі обробки. Цілеспрямований вибір форми і щільності траєкторії робочого руху інструменту дозволить формувати мікрорельєф обробленої поверхні з необхідними статистичними параметрами та низькою шорсткістю.

Ключові слова: притиральний верстат, притир, деталь, фінішна обробка, коливальний рух, обертальний рух, гідроімпульсний привод, мультирух, ріжучий інструмент, шорсткість, абразив.

Вступ

Однією із традиційних проблем оброблення матеріалів є підвищення якості оброблення, зокрема останні тенденції абразивного оброблення спрямованні на використання растрового методу виготовлення прецизійних поверхонь [1], [2]. Процес абразивного фінішного оброблення використовують для отримання високої точності геометричної форми (відхилення від площинності, плоскопаралельності, циліндричності становить від 2...3 до 0,5...0,05 мкм) та малої шорсткості обробленої поверхні деталей ($R_a = 0,16...0,004$ мкм). Особливо доцільним є застосування подібних операцій під час оброблення тонких деталей і деталей, що легко деформуються, 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 одна до одної контактуючі поверхні деталей, які 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

Підвищенню якості та продуктивності абразивного фінішного оброблення сприяє наявність складного робочого руху, який складається з декількох рухів інструменту та оброблюваної деталі. Під час абразивної фінішної обробки цей характер кінематики сприятливо впливає на ефективність процесу з таких причин:

1) досягається рівномірна зношеність 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 підвищує їхню різальну здатність і стійкість;

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 різання, що сприяє збільшенню дійсної опорної поверхні деталі, створює умови для кращого утримання мастила [1].

За видом кінематичного зв'язку робочих ланок виконавчого механізму верстати, що використовуються для реалізації процесів абразивного 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.

Верстати з обертальним рухом притиру. Такі верстати широко застосовуються в машинобудуванні для плоского доведення, (тобто для оброблення однієї площини деталі), використовують верстати з одним притиром – однодискові верстати. Кращими представниками цієї групи верстатів закордонного виробництва є: Lapmaster (Великобританія) [3], Peter Wolters (Німеччина) [4]; а з вітчизняних та пострадянських країн – верстати моделей 3803, 3804П, 3806, 3807 і ін. На рис. 1 представлено верстат фірми Peter Wolters моделі 3R-1200 [4], який призначений для серійного виробництва середніх і крупних заготовок, з електронним цифровим керуванням, компанії Siemens. Система керування забезпечує повний контроль над процесом оброблення та дає можливість тонкого налаштування технологічного процесу під час безпосереднього оброблення.



Рис. 1. Верстат фірми Peter Wolters 3R-1200 з типовими деталями для оброблення

В даний час найбільш досконалими є верстати з правильними кільцями. Правильні кільця призначені для виконання одночасно двох взаємопов'язаних експлуатаційних завдань:

1) здійснення правки робочої поверхні притирання в процесі абразивного фінішного оброблення заготовок або примусової правки поверхні, що притирається поза циклом оброблення;

2) виконання функції сепаратора при вільній установці заготовки або обмежувального фрикційного кільця для розміщення всередині нього вільно встановленого сепаратора з гніздами під заготовки.

Правильні кільця мають вузький торцевий пояс з прорізами (похилими, прямолінійними або криволінійними канавками), взаємодія якого з поверхнею притиру через абразивний прошарок викликає зношування поверхні, яка піддається притиранню, профіль якого залежить від положення кільця відносно центру притиру. Правильні кільця можуть мати як фрикційний зв'язок з робочою поверхнею притиру, так і жорсткий кінематичний зв'язок шляхом надання їм примусового руху.

Для плоскопаралельного процесу доведення деталей застосовуються дводискові верстати, які оснащені двома притирами: верхнім і нижнім. Такі верстати вважаються універсальними, тому що на них проводиться оброблення як плоских, так і циліндричних деталей.

На рис. 2 представлена кінематична схема універсально-довідного верстата моделі 3816. Під складання обертальних рухів верхнього 2 і нижнього 1 довідного дисків від шпинделів 5 і 8 формується робочий рух. При обертанні ексцентрика 7 від приводу шпинделя нижнього притиру через муфту 9 сепаратор з деталями, посаджений на палець 3, здійснює коливальний рух. Регулювання швидкості обертання притирів здійснюється за допомогою змінних шківів. Робочий тиск, а також підйом та опускання верхнього притиру здійснюються за допомогою гідроциліндрів 4 і 6. Верхній притир 2 має можливість самовстановлюватися за допомогою шарнірного кріплення. Деталі розташовані у вікнах сепаратора та вільно лежать на поверхні нижнього притиру. Притири правляться за допомогою правильних чавунних дисків, які встановлюються в спеціальному сепараторі. Цей верстат може працювати з безперервною подачею абразивної суспензії, для чого передбачені баки з мішалками і системою трубопроводів. Реле часу дозволяє вести процес абразивного фінішного оброблення з автоматичним циклом.

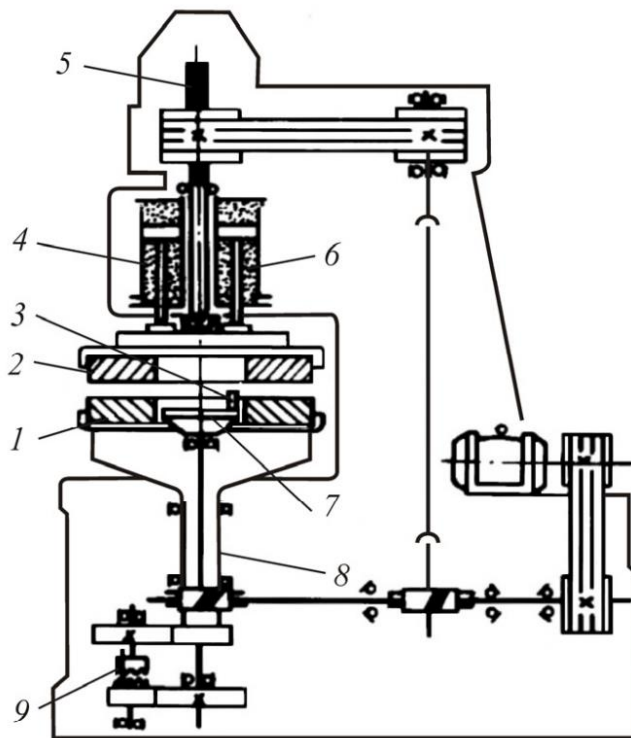


Рис. 2. Кінематична схема універсально-довідного верстата моделі 3816

За такою схемою побудовані верстати моделей 3816, 3816П, 3Б814, 3814П, 3817 та верстати закордонного виробництва Hahn+Kolb (Німеччина) [6] та Numaі (Японія) [7].

У верстатів фірми Peter Wolters (Німеччина) головною особливістю є будова сепараторів, виконаних у вигляді шестерень 2 (рис. 3). Сепаратори-шестерні знаходяться в зачепленні з штифтовими вінцями зовнішнього кільця 3 і внутрішнього диска 5. При обертанні диска 5 сепаратори з деталями здійснюють планетарний рух. Так досягається нанесення на оброблювану поверхню сітки слідів, а також більш рівномірне зношення притирів 1 і 4.

Верстати з притирами, що обертаються в силу простоти конструкції і універсальності отримали більш широке поширення. Основними перевагами даної кінематики є можливість забезпечення

підвищених швидкостей оброблення за рівномірного розподілу абразивного матеріалу. Важливо відзначити, що наявність обертання притирів негативно впливає на точність доведення через різні лінійні швидкості деталей, що знаходяться на різній відстані від центру обертання притиру, тому зняття металу з деталей і зношення притиру в різних зонах неоднакові, що спричиняє значні коливання розмірів в партії одночасно оброблюваних деталей. До недоліків можна віднести нерівномірність зносу внаслідок нерівності лінійних швидкостей і використання тільки $1/3$ діаметру інструменту через нульову швидкість в центрі притиру. Також до недоліків цих верстатів відносяться обмеженість (внутрішнім діаметром правлячих кілець) розмірів деталей, що доводяться та висока витрата абразивної пасти, суспензії на процес доведення самих правильних кілець.

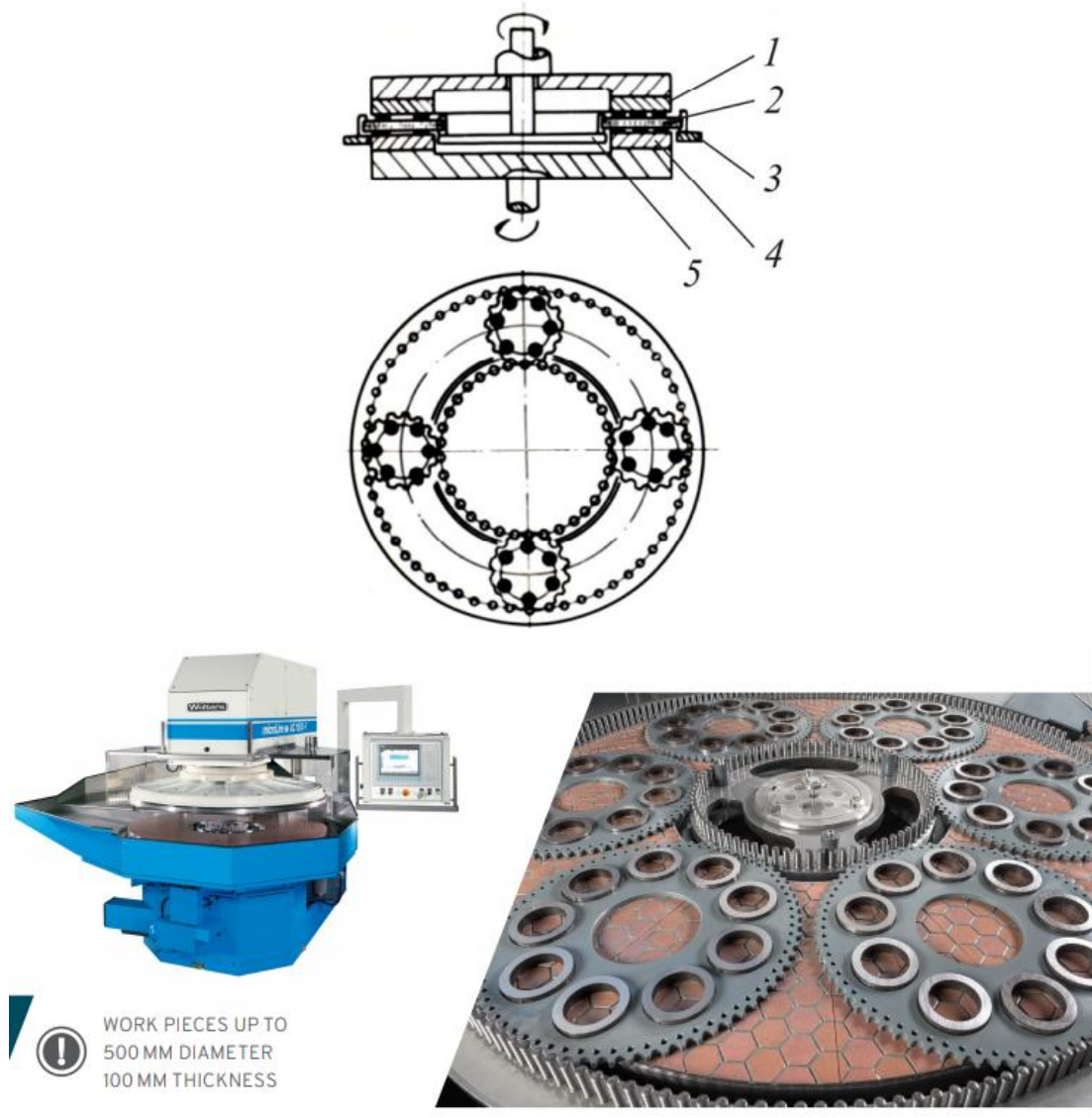


Рис. 3. Схема верстата Peter Wolters з планетарними сепараторами

Верстати з коливальним рухом притиру. Абразивне фінішне оброблення плоских поверхонь може виконуватися вібраційним притиранням, що забезпечує високий рівень механізації, навіть в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. Такі верстати вважаються найбільш універсальними, тому що допускають оброблення широкої номенклатури деталей, різноманітних за формою і розмірами [2].

На рис. 4 представлено схему вібраційного притирання. Оброблювану деталь 1 укладають на притир 2, який жорстко з'єднаний зі шпинделем верстата, та може повертатися і переміщатися вздовж осі. Горизонтально розташований притир утримується від вертикальних переміщень разом зі шпинделем за допомогою декількох пружних стержнів 3, розташованих під кутом до горизонтальної площини між притиром і основою верстата 4.

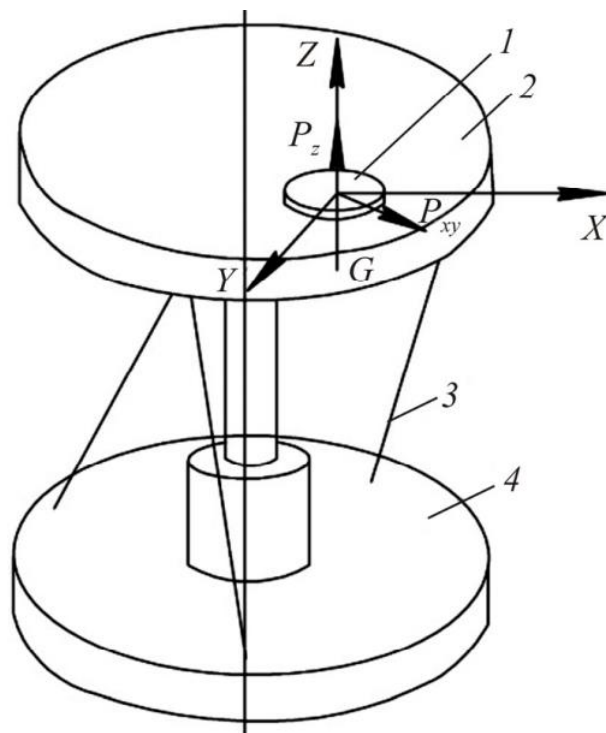


Рис. 4. Схема дії сил на вібраційному притирі: 1 – оброблювана деталь; 2 – притир; 3 – пружинний стержень; 4 – основа

Така конструкція обмежує притир лише двома ступенями вільності. Для побудови вібраційних притиральних верстатів за розглянутою конструктивною схемою використовують механічний, пневматичний, гідравлічний та електромагнітні приводи. Під дією віброприводу і сил пружності стержнів притир буде здійснювати крутильні коливання навколо осі шпинделя і коливатися уздовж цієї осі. В результаті коливань маса деталі та пришвидшення нерівномірного руху притиру створюють силу інерції P , спрямовану перпендикулярно до осей пружних стрижнів. У разі, коли горизонтальна складова сили інерції P_{xy} , яка паралельна площині притиру, перевищить силу тертя, деталь почне ковзати по притиру. Якщо ж вертикальна складова P_z сили інерції стане рівною силі тяжіння деталі G , то вона відірветься від поверхні притиру. Якість і продуктивність вібраційного процесу притирання буде вищою ніж при безвідривному русі деталі по притиру. Для вібраційного притирання плоских поверхонь застосовують гаму вібраційних верстатів з круговим робочим рухом (ІДП-6, ВДП-4М і т.д.) і з робочим рухом у взаємно перпендикулярних площинах (ПДС-3, ПДС-5) [7].

Недоліком вібропритиральних верстатів з горизонтальним крутильним і вертикальним лінійними коливаннями є нерівномірне зношення робочої поверхні притирів та відсутність можливості керування статистичними характеристиками мікрорельєфу оброблювальної поверхні. Робочу поверхню притиру зазвичай правлять кільцевими притирами, встановленими замість оброблюваних деталей.

Одним із найбільш поширених напрямів підвищення ефективності абразивного фінішного оброблення є ускладнення траєкторії відносного руху інструменту та деталі, зокрема неповторювана траєкторія робочого руху притиру у вигляді фігур Ліссажу різної складності [7–9] – «растр». Під час формування растрової сітки забезпечується неповторюваність траєкторії, рівномірність розподілення сітки траєкторії по оброблюваній площі та рівність миттєвих швидкостей всіх точок притира. Такий вид оброблення забезпечують верстати марок – ПДС-3, ПДС-5, Растр 220.

До верстатів з коливальним (поступальним) робочим рухом притиру відносяться верстати моделі «Растр» [2]. На рис. 5 показано загальний вигляд верстата моделі «Растр 220».

Блок приводу 1 містить електродвигун та механічні передачі, що знижують швидкість обертання, а також містить в собі механізм, який перетворює обертальний рух в коливальний рух притиру і пристрій для керування його траєкторією. Натискний пристрій 3 слугує для притискання оброблюваних деталей до притиру 2 з регульованим зусиллям та можливістю надання деталям додаткового руху відносно притиру за рахунок сили абразивного тертя. Верстат оснащено пультом керування 4, в якому розміщено схему живлення, реле часу, що дозволяє працювати в напівавтоматичному режимі та частотний перетворювач 5, що дозволяє безступінчасто регулювати частоту коливань притиру.



Рис. 5. Загальний вигляд верстату моделі «Растр 220»:

1 – блок приводу, 2 – притир, 3 – натискний пристрій, 4 – пульт керування, 5 – частотний перетворювач

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

Аналізуючи результати теоретичних та експериментальних досліджень [1–9] можна сформулювати вимоги 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). Ця 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 викладеної вище інформації нами було запропоновано конструкцію верстату, що має значно ширший діапазон безступінчастого регулювання частоти та амплітуди коливань притиру. Кінематичну схему верстата представлено на рис. 6.

Планшайба 1, встановлена на трьох кулькових опорах 2, 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 оброблення за допомогою електромеханічного приводу 8 (найчастіше на основі крокових двигунів та передачі 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 затискання 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, за руху притиру 20 сили абразивного тертя деталей створюють крутний момент, який повертає заготовку, або касету із заготовками в напрямку вільного ходу.

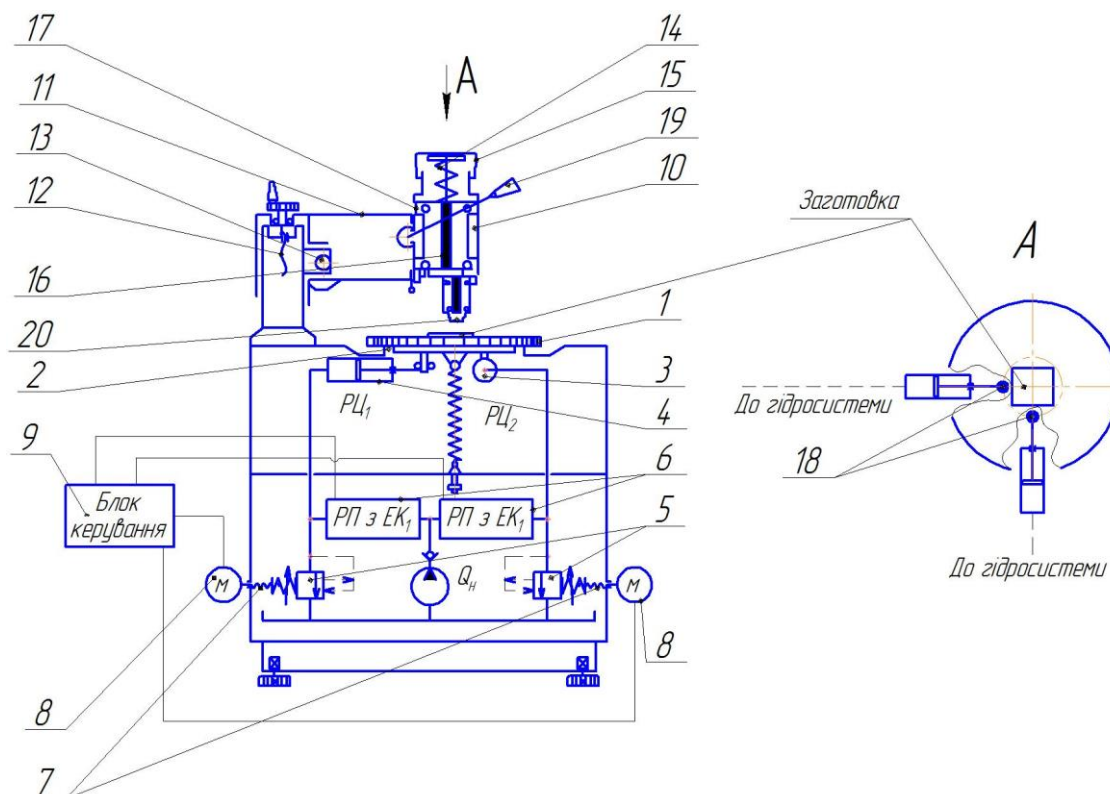


Рис. 6 – Кінематична схема гідрофікованого верстата: РП з ЕК – регулятор потоку з електромагнітним клапаном керування

Так, касета із заготовками одночасно здійснює обертальний рух навколо двох осей – притира 20 та центрального вала 16, завдяки цьому заготовка рухається по гіпоциклоїді.

Звідси можна виокремити такі 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 взаємного мультируху заготовки та деталі;

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 R_a і R_z може досягатися в нанометровому діапазоні [10].

Висновки

1. Теоретичний аналіз способів абразивного фінішного оброблення та обладнання для його здійснення виявив, що одним із найбільш раціональних напрямів його удосконалення є розробка вібраційних верстатів, що забезпечують неповторюваний взаємний мультирух заготовки та притирального інструменту.

2. Запропоновано конструктивну схему гідроімпульсного плоскопритирального верстата з можливістю забезпечення неповторюваного взаємного мультируху заготовки та притирального інструменту завдяки поєднанню переваг гідроімпульсного приводу та числового програмного керування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] В. П. Некрасов, «Прецизионные плоскодоводочные станки с растровым движением инструмента», Машиностроитель, № 9, с. 7-8, 2000.

[2] В. Н. Анциферов, А. М. Ханов, и К. Р. Муратов и др. Растровый метод обработки прецизионных поверхностей Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, №1(3), 2011.

[3] Produkttech Engineering AG: [Інтернет-портал]. URL: <https://produkttech-engineering.com/ru/proizvoditeli/lapmaster/> (дата звернення: 10.03.2021).

[4] Peter Wolters Micron: [Інтернет-портал]. URL: <https://www.peter-wolters.com/> (дата звернення: 15.03.2021).

[5] Hahn+Colb Group: [Інтернет-портал]. URL: <https://www.hahn-kolb.de/de/DE/EUR/> (дата звернення: 16.03.2021).

- [6] Hahn+Kolb Group: [Интернет-портал]. URL: https://www.hahn-kolb.de/All-categories/Grinding-machines/1521AC04_1907417.cvid/1521.cgid/en/US/USD/ (дата звернення: 16.03.2021).
- [7] Hamai: [Веб-сайт]. URL: <http://www.hamai.com/english/index.html> (дата звернення: 18.06.2021).
- [8] С. Г. Бабаев, и П. Г. Садыгов, *Притирка и доводка поверхностей деталей машин*, Москва: Машиностроение, 1976.
- [9] В. П. Некрасов, и Р. А. Муратов, «Станки с растровой кинематикой для финишной обработки поверхностей постоянной кривизны», в *Современные организационные, технологические и конструкторские методы управления качеством: сб. науч. тр.*, Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006, с. 96–115.
- [10] А. М. Khanov, V. A. Ivanov, K. R. Muratov, E. A. Gashev, «Upravlenie traektoriei rabocheho dvizheniia pri dovodke ploskosteii [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 – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com.

Манжильєвський Олександр Дмитрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com.

Поліщук Олександр Васильович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: A_V_Polishchuk@ukr.net.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

A. Slabkyi
O. Manzhilevskyy
O. Polishchuk

Analysis of structures of flat planting machines

Vinnytsia National Technical University

One of the methods of material processing is considered, which allows to obtain high geometric accuracy and low surface roughness of parts, namely their abrasive finishing. The high quality of machining of parts in this way is due to the use of coordinated relative movement of the workpiece and the cutting tool.

According to the kinematic features, most lapping machines can be divided into two groups: machines with oscillating working motion and machines with rotating lapping motion. The machines of the first group are more common due to the simplicity of their design and versatility. However, the possibility of their use is limited by the size range of the workpieces and uneven wear of the cutting tool and, as a consequence, the uneven surface treatment of the part. The machines of the second group are considered the most versatile, as they allow processing a wide range of parts, varying in shape and size, but they are also not without such a disadvantage as uneven wear of the cutting tool with all the corresponding consequences.

Improving the efficiency of abrasive finishing by complicating the trajectory of the relative movement of the tool and the part, ie the formation of a unique mutual working movement of the lapping and the movement of the workpiece, is one of the most common areas. The main disadvantage of equipment that provides processing of parts on this principle is, in most cases, limited regulation of the operating parameters of the cutting process, so this area remains promising and has broad prospects for development.

The constructive scheme of the hydraulic-pulse flat-lapping machine offered in work thanks to a combination of advantages of the hydraulic-pulse drive with use of numerical program control will allow to provide unique mutual multi-movement of preparation and the lapping tool with a possibility of adjustment of its parameters in the course of processing. Purposeful choice of the shape and density of the trajectory of the working movement of the tool will form a micro relief of the treated surface with the necessary statistical parameters and low roughness.

Key words: grinding machine, grinding, detail, finishing, oscillating motion, rotational motion, hydraulic-pulse drive, multi-movement, cutting tool, roughness, abrasive.

Slabkyi Andrii – Ph. D. (Eng), Associate Professor of department of industrial engineering, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com.

Manzhilevskyy Olexandr – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of department of industrial engineering, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com.

Polishchuk Olexandr – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Department of Life Safety, e-mail: A_V_Polishchuk@ukr.net.

А. В. Слабкий
А. Д. Манжилевский
А. В. Полищук

Анализ конструкций плоскопритирочных станков

Винницкий национальный технический университет

Рассмотрен один из способов обработки материалов, который позволяет получить высокую геометрическую точность и малую шероховатость поверхностей деталей, а именно их абразивная финишная обработка. Высокое качество обработки деталей таким способом обусловлено использованием согласованного относительного движения обрабатываемой детали и режущего инструмента.

По кинематическим и особенностям и большинство притирочных станков можно разделить на две группы: станки с колебательным рабочим движением и станки с вращательным движением притира. Станки первой группы являются более распространенными, что обусловлено простотой их конструкции и универсальностью. Однако возможность их использования ограничивается размерным диапазоном обрабатываемых деталей и неравномерным износом режущего инструмента и, как следствие, неравномерностью обработки поверхности детали. Станки второй группы считаются наиболее универсальными, так как допускают обработку широкой номенклатуры деталей, различных по форме и размерам, однако они также не лишены такого недостатка как неравномерный износ режущего инструмента со всеми вытекающими последствиями.

Повышение эффективности абразивной финишной обработки за счет усложнения траектории относительного движения инструмента и детали, то есть образования неповторяющегося взаимного рабочего перемещения притира и движения заготовки, является одним из наиболее распространенных направлений. Основным недостатком оборудования, обеспечивающего обработку деталей по этому принципу, является, в большинстве случаев, ограниченность в регулировании рабочих параметров процесса резания, поэтому данное направление остается перспективным и имеет широкие перспективы для развития.

Предложенная в работе конструктивная схема гидроимпульсного плоскопритирающего станка благодаря сочетанию преимуществ гидроимпульсного привода с использованием числового программного управления позволит обеспечить неповторимое взаимное мультидвижение заготовки и режущего инструмента с возможностью регулирования его параметров в процессе обработки. Целенаправленный выбор формы и плотности траектории рабочего движения инструмента позволит формировать микрорельеф обработанной поверхности с необходимыми статистическими параметрами и низкой шероховатостью.

Ключевые слова: уборочного станок, притир, деталь, финишная обработка, колебательное движение, вращательное движение, гидроимпульсный привод, мультидвижение, режущий инструмент, шероховатость, абразив.

Слабкий Андрей Валентинович – канд. техн. наук, доцент кафедры отраслевого машиностроения, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com.

Манжилевский Александр Дмитриевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры отраслевого машиностроения, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com.

Полищук Александр Васильевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогики безопасности, e-mail: A_V_Polishchuk@ukr.net.