

**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

Гаврильченко О. В.

Захаров В. М.

*Національний
університет
“Львівська
політехніка”*

УДК 621.923.7

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ
ВІБРОВИКІНЧУВАЛЬНИХ
ВЕРСТАТІВ З КОЛИВНИМИ
РУХАМИ ПРИТИРІВ**

*Рассмотрены существующие конструкции
виброразводочных станков Проведено исследование
виброразводочных станков с колебательными движениями
притиров.*

*The existing designs of vibration development machine tools
are reviewed. Analytical research of vibration development machine
tools with oscillating motions of laps was conducted.*

При серійному виготовленні прецизійних деталей з твердих матеріалів, які масово використовуються у промисловості за рахунок поєднання їх спеціальних експлуатаційних якостей, необхідно забезпечити точність форми їх плоских поверхонь. Серед різноманітних способів механічної обробки, які забезпечують виконання високих вимог до якості поверхневого шару, точності розмірів та форми поверхонь, що обробляються, важливе місце займає викінчувальна притирка. Досягнення високих показників площинності робочих поверхонь деталей, що обробляються, при викінчувальній притирці знаходиться у прямій залежності від точності форми робочих поверхонь притирів викінчувального верстату.

Враховуючи це, дотримання у часі високої точності форми робочої поверхні притирів є важливою задачею. Найбільш досконалим її вирішенням є застосування способу комбінованої кінематичної правки робочих поверхонь притирів деталями, що обробляються.

Проте існуючі викінчувальні верстати у більшості випадків виконані без врахування можливості здійснення кінематичної правки.

Це спонукало провести аналітичні дослідження викінчувального устаткування для подальшого удосконалення технологічних процесів викінчувальної притирки.

Перспективним методом обробки деталей вважається вібраційна притирка, яка виконується на різних типах вібровикінчувальних верстатів.

У Пермському політехнічному інституті [1] розроблені вібровикінчувальні напівавтомати ВДП-4, ВДП-4М, в яких чавунний притир виконано по периферії з буртом. У дно притира, шарзоване абразивом, вільно закладають зібрані у пакет деталі, яким надаються складні рухи відносно дна притира під дією виникаючих сил тертя. Привід забезпечується електромагнітним віброзбудником кутових колових коливань. Ці верстати не складні у конструкції, не громіздкі та дешеві. Недоліками вважається мала точність і продуктивність притирки за рахунок кутових колових коливань, нерівномірність зношування робочої поверхні притира та нестабільність руху деталей по дну чашки-притира.

У верстатах ПДС-3 та ПДС-5 [2] коливання притира створюються за рахунок складання двох взаємно перпендикулярних коливань різних частот та амплітуд, розташованих у площині притира. Два вали привода обертаються за рахунок електродвигуна через пасову передачу та варіатор. Шатуни привода здійснюють коливання з різною частотою, яка дозволяє отримати різні коливання шатунів, а від них – притира. При коливаннях притира виникають динамічні сили, що розгойдують весь верстат. Для зменшення впливу цих сил встановлені противаги. Верстати ПДС-3 та ПДС-5 мають складну конструкцію порівняно з верстатом ВДП-4М, та також не забезпечують рівномірність зношування робочої поверхні притира.



Для підвищення точності викінчувальної притирки та забезпечення рівномірного зношування робочої поверхні притира, в конструкції вібровикінчувального верстата розробленого у Львівському політехнічному інституті [3] деталі, що обробляються, здійснюють примусові планетарні рухи по вібруючому притиру. Привід обертового руху сепараторів з деталями здійснюється з допомогою електромагнітної муфти, яка використовує вібраційні коливання притира. Верстат оснащений електромагнітним притискачем, який дозволяє регулювати питомий тиск під час притирання.

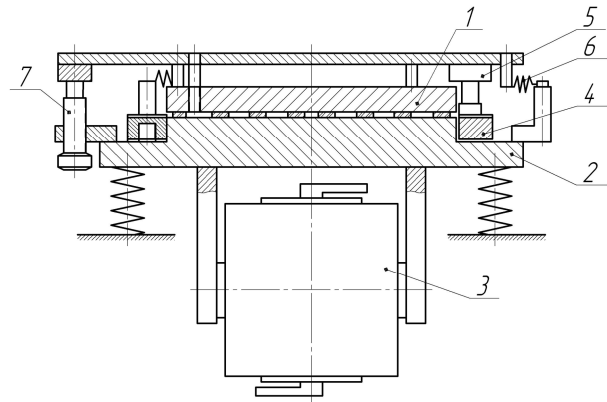
Недоліком усіх вібровикінчувальних верстатів, які використовують кутові колові коливання є те, що амплітуда коливань, а внаслідок цього і швидкість зношування пропорційна радіусам сепараторів з деталями, що зменшує точність та якість притирки за рахунок нерівномірності зношування робочої поверхні притира та деталей.

Цього недоліку позбавлений спосіб притирки деталей [4], використовуючи який притиру надаються рухи у двох взаємно-перпендикулярних напрямках з різними частотами. При цьому кожна точка притира описує траєкторію у вигляді растру, заповнюючи площу чотирьохкутника. Вібровикінчувальні верстати [5] розроблені у Пермському політехнічному інституті, які застосовують растровий спосіб притирки, дозволяють значно підвищити точність та якість притирки забезпечуючи високу продуктивність. Але застосування в якості приводів кривошипно-шатунних, важільних, рейкових механізмів знижують надійність верстатів, за рахунок присутності вузлів тертя та великих динамічних навантажень.

Всі розглянуті верстати для вібровикінчувальної притирки застосовуються для односторонньої притирки плоских деталей.

В НДІ годинникової промисловості розроблено спосіб вібраційної притирки [6], який полягає в тому, що притирам, між якими розміщуються деталі, надають направлені кругові рухи в площині робочої поверхні притирів. Для забезпечення додаткового поступового переміщення деталей навколо осі притирів, останнім одночасно надаються рухи, при яких їх осі описують конус.

Згідно з цим способом СКБ годинникового верстатобудування розробило дводискові вібровикінчувальні верстати типу ПР 378 та ПР 379 конструкція яких зображена на рис. 1.

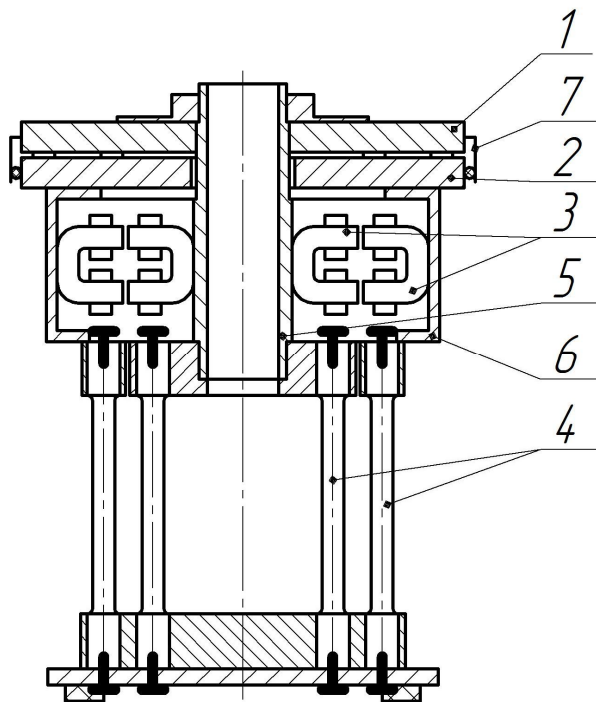
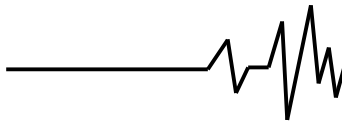


**Рис. 1. Принципова схема
вібровикінчувальних верстатів
ПР 378 та ПР 379**

Один з притирів кріпиться на пружних амортизаторах та щільно зв'язаний з дебалансним вібратором 3. На торці кільця 4 закріплено чотири плоских кулачки 5, розміщені до центра кільця. Кільце 4 охоплює з деяким просвітом диск 2, впираючись на його основу. Радіальні пружини зв'язують притирочні диски 1 та 2 між собою. Для регулювання зазору між дисками передбачені упори 7. При вмиканні вібратора 3 притири здійснюють поступально-коловий рух, під дією якого кільце 4 котиться навколо диска 2. Кулачки 5 обертаються разом з кільцем 4 примушують деталі рухатися за спіральними траєкторіями по робочій поверхні притирів.

Верстати ПР 378 та ПР 379 забезпечують високу продуктивність притирання, площинність деталей до 0,001 мм на діаметрі 30мм та шорсткість поверхонь, що обробляються $R_a = 0,16 - 0,04$. Недоліками цих верстатів вважається те, що вібробудник приводить до коливного руху тільки нижній притир, а також те, що дебалансний вібробудник зменшує надійність цих верстатів за рахунок вузлів тертя, передачі динамічних навантажень на основу верстата та не забезпечує рівномірності зношування робочих поверхонь притирів у зв'язку з неможливістю керувати режимом притирання деталей у процесі доводки.

Враховуючи аналіз існуючих конструкцій вібровикінчувальних верстатів у Львівському політехнічному інституті був розроблений вібровикінчувальний верстат, зображений на рис. 2, який складається з двох притирів 1 та 2, які здійснюють коливні рухи за допомогою шести пар електромагнітних вібробудників 3.



**Рис. 2. Принципова схема
віброізолювального верстату ЛПІ**

Останні надають вікінчувальним притирам антифазні поступові коливання з коловими траєкторіями, паралельними робочим поверхням притирів. Верстат складається з розміщених на одній осі двох притирів. Кожен притир встановлений на шести циліндричних пружних стрижнях 4, верхній та нижній кінці яких зафіксовані. Верхній вікінчувальний притир з'єднаний з пружними стрижнями за допомогою колонки 5, до якої кріпиться плоска пружина, дозволяючи розвантажити вагу притира у процесі притирання.

Електромагнітний привід віброізолювального верстату складається з закріплених шести електромагнітів до колонки, розміщених під кутом 60° . Інші шість електромагнітів закріплені до кронштейнів 6.

Кожні протилежні дві пари електромагнітів утворюють двофазний вібратор та з'єднані з трьох фазною мережею живлення по двох періодній схемі випрямлення струму.

При такій схемі включення в електромагнітних віброзбудниках виникає рівномірно обертова збуджуюча сила, під дією якої кожна точка вікінчувальних притирів описує коло одного радіуса та амплітуди.

Через те, що збуджуючі сили, які діють на вікінчувальні притири рівні за величиною, але протилежні за напрямком, при зрівноважених коливальних вагах та суміщенні центрів

притирів, то обидва притири здійснюють антифазні коливання у площині перпендикулярній до осей циліндричних пружних стрижнів.

Складні планетарні рухи, деталей що обробляються, забезпечуються з допомогою використання коливань нижнього притира. Для цього до сепаратора, в якому розміщені деталі, ззовні закріплено кільце 7, а по центральній осі дві втулки з резиновим кільцем між ними та на торцевій зовнішній поверхні нижнього притиру закріплено гумове фрикційне кільце. При колових коливаннях нижнього притира, сепаратор з деталями або правниками буде здійснювати рівномірний обертовий рух.

У зв'язку з тим, що дві дотичні точки обох притирів рухаються у протилежних напрямках, то зусилля зношування на двох сторонах деталей, що обробляються, рівні за величиною, але протилежні за напрямком урівноважуються на поверхні деталей, що дозволяє обробляти тонкі та крихкі деталі.

Верстат працює на частоті 25Гц практично безшумно та не передає вібрації основі. Пружна система розрахована на роботу у режимі близькому до резонансу, що зменшує потужність приводу верстату.

При застосуванні способу [7] для розміщення деталей на робочій поверхні притирів дає можливість застосовувати комбіновану кінематичну правку.

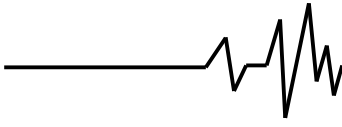
Відсутність вузлів тертя у робочій зоні робить верстат надійним та забезпечує високу чистоту поверхонь деталей, що обробляються.

Недоліком цієї конструкції вважається мала продуктивність за рахунок невеликої швидкості обертання сепаратора з деталями – до 5 об/хв.

Дослідженню процесу віброізолювальної притирки плоских поверхонь присвячені праці З.І. Кременя, М.І. Перця, В.В. Біріна, В.П. Некрасова, Д.Д. Малкіна та інших, в яких розглядалися питання дослідження притирки деталей з застосуванням направлених вібраційних коливань, впливу основних технологічних факторів, частоти та амплітуди коливань, питомого тиску, зернистості абразиву на продуктивність вікінчувального процесу, шорсткість та точність поверхонь, що обробляються.

Огляд літератури по питаннях вібраційної притирки плоских поверхонь дає можливість зробити висновки, що цей метод має суттєві переваги порівняно з іншими відомими способами механічної обробки прецизійної обробки деталей забезпечуючи:

- ріст продуктивності притирки у 2 – 2,5 рази;



- високий клас шорсткості поверхонь, що обробляються;

- відхиленням площинності від 0,1 до 0,01 мкм.

- можливості застосування комбінованої кінематичної правки;

- мінімальні габаритні розміри та потужності приводу.

На основі аналізу існуючих одно та двох дискових конструкцій вібровикінчувальних верстатів для плоско-паралельної притирки поверхонь прецизійних деталей пропонується розробляти вібровикінчувальні верстати, що складаються з двох притирів, які отримують коливальні рухи від електромагнітних вібробудників, котрі надають притирам анти-фазні поступальні коливання у формі колових траєкторій однакової амплітуди, паралельних робочим площинам притирів.

Це дозволить виконувати механічну обробку плоских тонких та крихких деталей у не зафіксованому вільному стані.

Колівання з коловими траєкторіями незмінної амплітуди забезпечує стабільну швидкість зношування у кожній точці викінчувального притира.

Застосувавши спосіб [7] розміщення деталей на робочій поверхні притирів, який забезпечує комбіновану кінематичну правку, можна значно збільшити період між двома плановими правками робочої поверхні притирів.

Література

1. А.с. № 180451. Многомагнитный силовой вибрационный привод. И.С. Каракулов, Ю.Б. Серебренник. И.-№ 6,-1966.

2. Абразивная доводка. /З.И. Кремень, А.И. Павлюк, Л., Машиностроение, 1967.

3. А.с. № 218691. Вибрационная установка для плоской притирки деталей. В.А. Повидайло, Р.И. Силин. И.-№ 17,-1968.

4. А.с. № 361061. Способ доводки деталей. В.П. Некрасов. И.-№ 37,-1972.

5. А.с. № 499099. Плоскодоводочный станок. В.П. Некрасов, Г.Ф. Трубников, Ю.Б. Серебренник. И.-№ 2,-1976.

6. А.с. № 181516. Способ виброобработки плоских мелких деталей. Д.Д. Малкин. И.-№ 9,-1966.

7. А.с. № 1759609. Способ доводки деталей. В.А. Повидайло, В.Н. Захаров, В.Ф. Завадская. И.-№ 33,-1992.