

УДК 62-822

Р. Д. Іскович-Лотоцький, д. т. н., проф.;**Ю. В. Булига**, к. т. н., доц.;**О. Д. Манжілевський**, студ.

СПЕЦІАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ ДЛЯ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Розглянуто конструкцію спеціального верстата для віброабразивної обробки деталей значних розмірів та складної конфігурації з використанням паралельної кінематики.

Вступ

Підвищення ефективності механічного обладнання потребує пошуку шляхів і методів вдосконалення механізмів. Одним із перспективних напрямків розвитку машинобудування є розробка механізмів нетрадиційної компоновки із паралельними кінематичними зв'язками [1, 2].

Дослідження у цьому напрямку інтенсивно ведуться протягом останніх 20 років. Розроблено багато різноманітних схем машин, які базуються на застосуванні механізмів паралельної структури. Розроблено і виготовлено значну кількість ефективних механізмів з паралельною кінематикою, наприклад, «триглайди», «гексаподи» (рис. 1) [3].

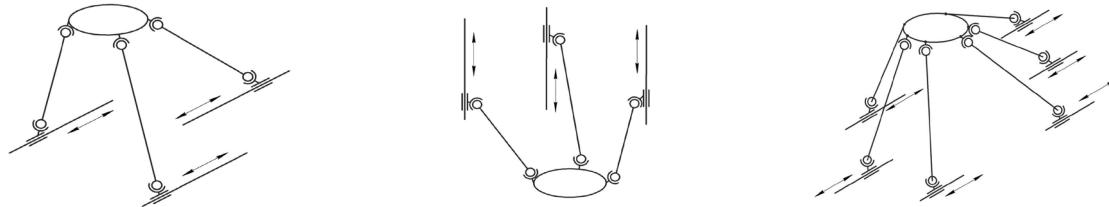


Рис. 1 Класифікація механізмів з паралельною кінематикою

Детальний аналіз сучасного стану досліджень в галузі розробки технологічного обладнання з паралельною кінематикою виконано в роботах [1, 2, 3]. В цих роботах сформульовані основні напрямки розробки обладнання, досягнуті результати, та перспективи розвитку.

Створення на основі цих механізмів нових верстатів механічної обробки, зокрема віброабразивної, значно розширить можливості технологічних процесів фінішної обробки складно-просторових внутрішніх та зовнішніх поверхонь деталей, які іншими способами обробити неможливо або вкрай важко.

Основна частина

Характерною рисою технологічного процесу віброабразивної обробки є наявність у зоні взаємодії робочого середовища з поверхнею оброблюваної деталі періодичних знакозмінних сил. Їх виникнення обумовлене коливальним (вібраційним) рухом часток робочого середовища або оброблюваних деталей, або тих і інших одночасно. При цьому відбувається знімання дрібних часток металу і його окислів з оброблюваної поверхні шляхом різання, а також згладжування мікронерівностей шляхом їхнього пластичного деформування частками робочого середовища, що здійснюють у процесі роботи коливальний рух.

У роботах [4, 5] підкреслюється особливе значення в процесі обробки сил і напрямків ударів частинок абразивного робочого середовища, з оброблюваною поверхнею.

На рис. 2 показані найбільш характерні випадки взаємодії абразивних частинок з оброблюваною поверхнею деталі:

- абразивні частинки й деталі переміщуються в одному напрямку з коливальним рухом резервуара паралельно оброблюваної поверхні (див. рис. 2а);
- абразивні частинки й деталі переміщуються, як і в першому випадку, але відносний рух їх перпендикулярно оброблюваної поверхні (див. рис. 2б);
- частинка абразиву й деталь переміщуються по криволінійній траєкторії (див. рис. 2в).

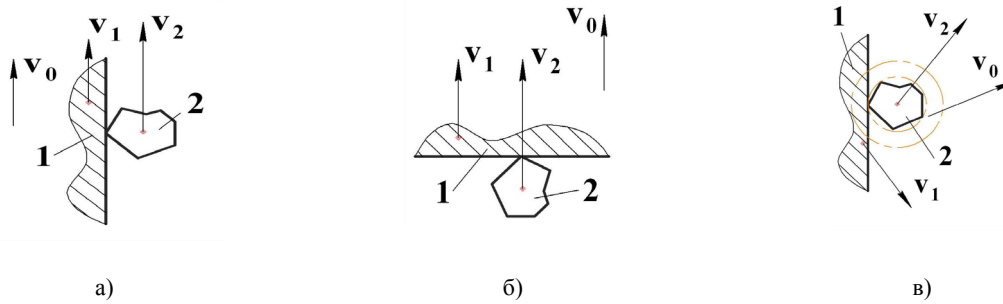


Рис. 2. Характерні випадки взаємодії деталі і абразивної частинки: v_1 — швидкість руху деталі; v_2 — швидкість руху абразивної частинки; v_0 — швидкість результуючого руху

При цьому частинка абразиву зустрічається з оброблюваною поверхнею під кутом або по дотичній.

З аналізу розглянутих схем взаємодії частинок з оброблюваною поверхнею можна зробити такі висновки:

— у першому випадку знімається мінімальна кількість металу, тому що сила, яка притискає частинку до деталі, досить мала й створюється тільки статичним тиском навколишнього середовища. Така взаємодія рекомендована для виконання операцій з віброшліфування й віброполірування;

— у другому випадку відбувається зіткнення частинки з оброблюваною поверхнею, внаслідок чого на ній з'являються відбитки частинок абразиву, відколи або вириви металу. Такий характер взаємодії абразивних часток з оброблюваною поверхнею буде найпродуктивнішим для грубих очисних операцій;

— у третьому випадку в залежності від форми траєкторії руху деталі і абразивних частинок розширюється можливість обробки складних криволінійних поверхонь.

В останньому випадку вирішальна роль сил і напрямків ударів у процесі віброоброблення дозволяє визнати ці фактори як одні з головних у підвищенні ефективності впливу абразивного матеріалу на поверхню деталі. Для реалізації виділеного напрямку необхідно подальше, більш поглиблене вивчення закономірностей взаємодії деталей і абразивних часток у контейнері віброустановки. Зокрема, визначення не тільки сили, але й кута удару, що значно впливає на ефективність процесу віброабразивної обробки.

Аналіз відомих різновидів процесу вібраційної обробки показує, що саме наявність тих або інших видів руху абразивних частинок робочого середовища або оброблюваних деталей, спеціально здійснюваних допоміжними механізмами верстата, визначає характерні риси процесу [4, 5].

Найпоширенішою схемою навантаження у верстатах для віброабразивної обробки є двокомпонентна вібрація із площинною (циркуляційною) траєкторією руху частинок $s_{ц}$ робочого середовища (рис. 3а), в результаті вібраційного руху робочої камери. Ефективнішою при віброабразивній обробці деталей є трикоординатна (просторова) схема навантаження (рис. 3б). За даною схемою робочому середовищу й оброблюваним деталям надається циркуляційний рух $s_{ц}$ і відцентровий рух $s_{вц}$, а робочій камері надається вібраційне переміщення $s_{в}$ та рух по круговій траєкторії $s_{кр}$.

Однак, ці схеми навантаження можна реалізувати лише обробляючи деталі невеликі за розмірами. Для обробки деталей великих розмірів та складної конфігурації реалізація даних схем ускладнена з відсутністю відповідного технологічного устаткування.

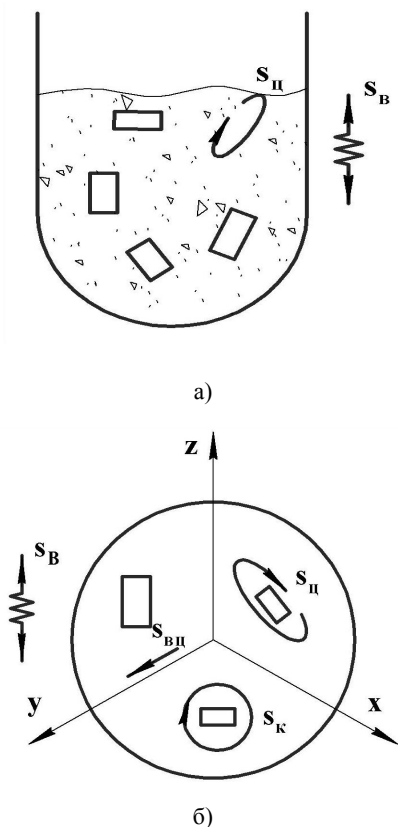


Рис. 3. Розповсюдженні схеми навантаження в верстатах для вібраційної обробки

При віброабразивній складнопросторовій обробці великогабаритних виробів складної конфігурації (рис. 4) абразивні частинки обробляють зовнішні поверхні деталей. При певному сполученні спрямованих вібраційних впливів можна домогтися циркуляції часток абразивного матеріалу по контуру оброблюваної поверхні, що значно підвищує ефективність процесу обробки. На рис. 4а, б, в, г зображені можливі схеми примусового руху деталей складної конфігурації при віброабразивній обробці.

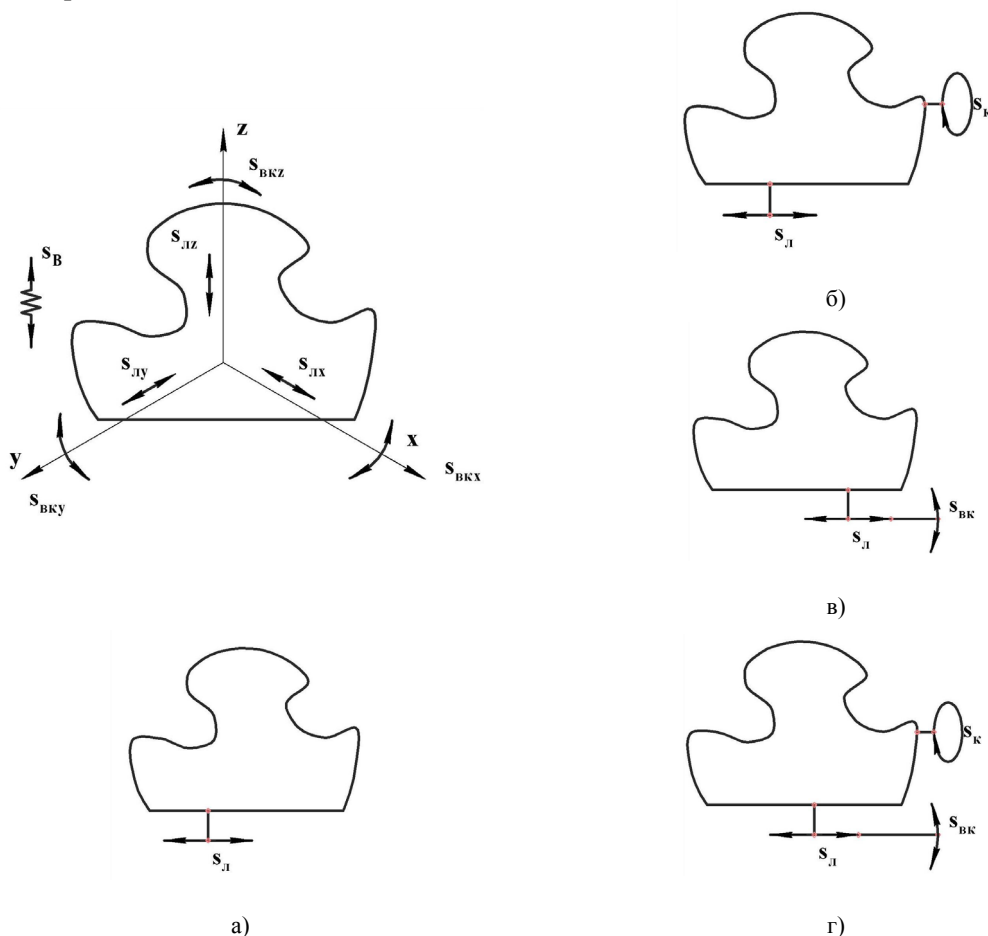


Рис. 4 Складнопросторова віброабразивна обробка великогабаритних деталей складної конфігурації та можливі схеми їх примусового руху: а — зворотно-поступального (однокоординатна); б — зворотно-поступального і обертального (двокоординатна); в) зворотно-поступального і зворотно-обертального (двокоординатна); г) додатково до схеми на рис. 4в забезпечується обертальний рух навколо однієї з осей

Для реалізації схеми віброабразивної обробки за схемою, що показана на рис. 4г, доцільно використати незалежний привод оброблюваної деталі з паралельною кінематикою та вібраційний привод робочої камери з абразивним середовищем (рис. 5).

Вібраційний рух s_B робочої камери 2, приводить до циркуляційного руху абразивного середовища, а переміщення деталі 3 за допомогою приводних ланок 1 механізму з паралельною кінематикою від незалежних програмованих приводів 4 дає можливість забезпечити любий складнопросторовий рух деталі, як результуючий рух s_L кожного з приводів.

При одночасній запрограмованій роботі всіх крокових двигунів 4 деталі надається складна траєкторія руху, яка є результуючою лінійного s_L руху кожної приводної ланки 1.

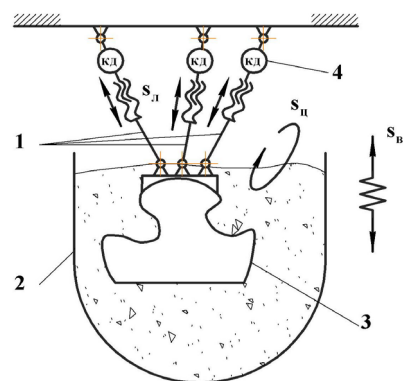


Рис. 5. Схема вібронавантаження з використанням елементів паралельної кінематики

Під час взаємодії деталі з рухомою абразивною масою відбувається найефективніший процес віброабразивної обробки.

Використовуючи цю схему вібронанавантаження, авторами запропонована принципова схема верстата для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації значних розмірів.

Верстат складається з віброустановки класичного типу (I), яка складається з станини 13, на якій на віброгасниках 14, встановлено приймальний бункер 9 U-подібної форми, дебалансний вібратор 12, нерухомої стійки 3 та рухомо закріпленої на ній перекладки 4, яка обертається навколо шарніра 1 та приводиться в рух гідроциліндром 2. Перекладка 4 в робочому положенні фіксується стійкою 11 та закріплюється пристроєм для затискання 8. Також віброустановка містить виконавчий орган (II) у вигляді трипода, який складається з приводних ланок 5, що закріплені за допомогою шарнірів 7 на перекладці 4, штоки яких утримують рамку 6 для закріплення оброблюваної деталі.

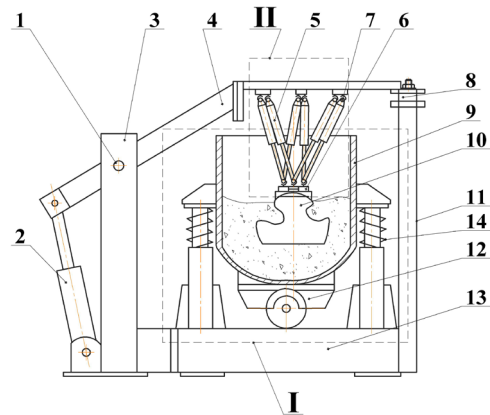


Рис. 6. Принципова схема віброверстата

Верстат для вібраційного очищення великогабаритних деталей та деталей складної конфігурації працює таким чином. В положенні завантаження оброблювана деталь 10 закріплюється на рамці 6, гідроциліндр 2 переміщує рамку 4, яка рухомо закріплена на стійці 3, в робоче положення та закріплюється зажимом 8 на опорі 11. Абразивна маса подається в приймальний бункер 9, вмикається дебалансний вібратор 12. До бункера вводиться деталь 10 за допомогою приводних ланок 5, які під час процесу обробки змінюють положення деталі згідно робочої програми. Після закінчення процесу обробки деталь виводиться із робочої зони.

Висновки

Розроблено конструкцію спеціального верстата для віброабразивної обробки деталей, які мають значні розміри та складну конфігурацію, з використанням паралельної кінематики. Обґрунтовано вибір схеми навантаження, а також розроблено геометричні моделі просторових механізмів паралельної кінематики типу трипода і гексапода із прецизійними сферичними опорами штанг.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пространственные механизмы параллельной структуры / В. А. Глазунов, А. Ш. Колискор, А. Ф. Крайнев. — М. : Наука, 1991. — 95 с. — ISBN 5-02-006759-8.
2. Обработка нового поколения. Концепция проектирования / В. Л. Афонин, А. Ф. Крайнев, В. Н. Ковалев [и др.] ; под ред. В. Л. Афонина. — М. : Машиностроение, 2001. — 256 с. — ISBN 5-217-03093-3.
3. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою : навч. посіб. для студ. ВНЗ / [В. А. Крижанівський, Ю. М. Кузнецов, І. А. Валявський, Р. А. Склярів]. — Кіровоград, 2004. — 438 с. — ISBN 966-7822-76-1.
4. Бабичев Анатолий Прокофьевич Основы вибрационной технологии / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев. — Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 1998. — 624 с. — ISBN 5-7890-0043-6.
5. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах / И. Н. Карташов, М. Е. Шаинский, В. А. Власов, Б. П. Румянцев [и др.]. — К. : Вища школа, 1975. — 188 с.

Рекомендована кафедрою металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва

Надійшла до редакції 9.06.09
Рекомендована до друку 1.09.09

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович — завідувач кафедри, **Булига Юрій Володимирович** — доцент.

Кафедра металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва;

Манжілевський Олександр Дмитрович — студент Інституту магістратури, аспірантури та докторантури.

Вінницький національний технічний університет