

## **Використання елементів паралельної кінематики в установках для віброобразивної обробки виробів складної конфігурації**

*В даній роботі розглянута конструкція верстата для віброобразивної обробки деталей великих за розмірами 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 на протязі 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].

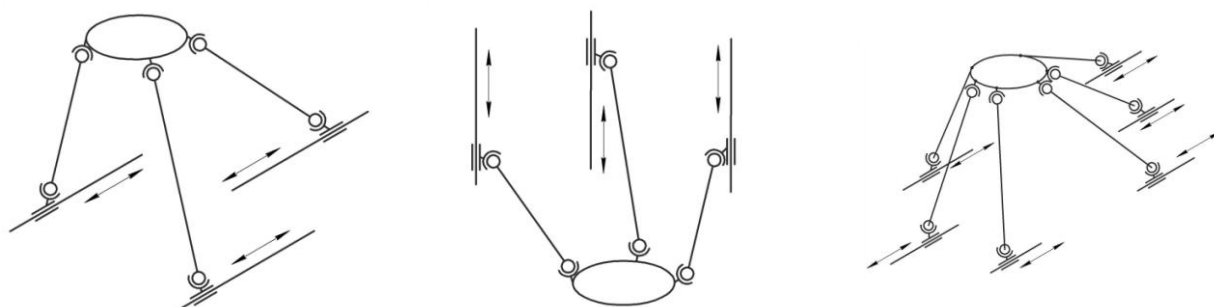


Рис.1 Класифікація механізмів з паралельною кінематикою

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, перспективи розвитку.

Створення на основі цих механізмів нових верстатів механічної обробки, зокрема віброобразивної, 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 ряді робіт [4, 5] підкреслюється особливе значення в процесі обробки сил і напрямків ударів частинок абразивного робочого середовища, з оброблюваною поверхнею.

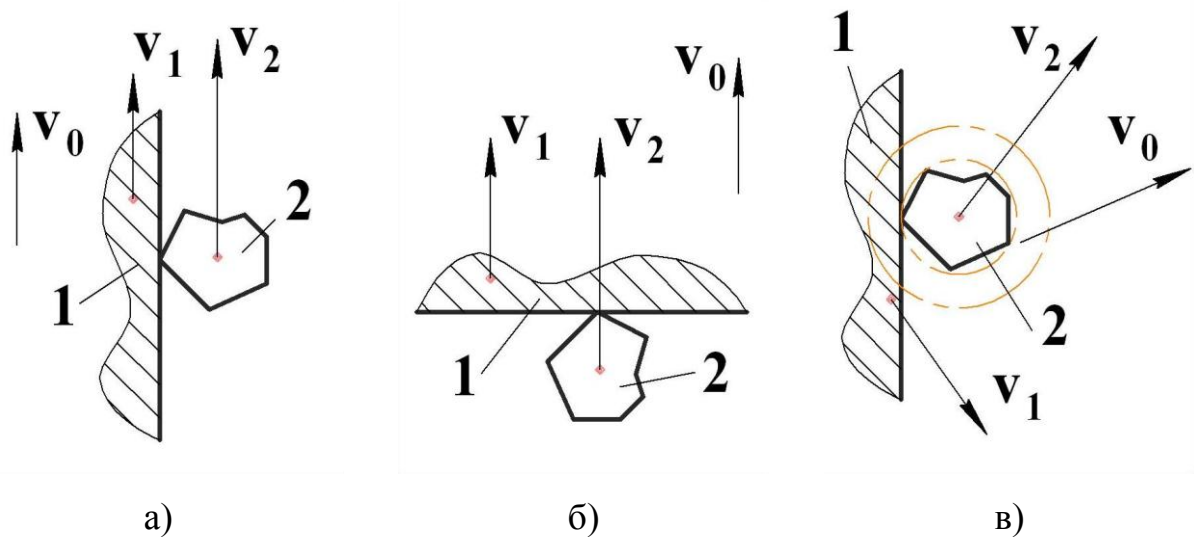


Рис. 2. Характерні випадки взаємодії деталі і абразивної частинки:  $v_1$  – швидкість руху деталі;  $v_2$  – швидкість руху абразивної частинки;  $v_0$  – швидкість результуючого руху

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

- абразивні частинки й деталі переміщуються в одному напрямку з коливальним рухом резервуара паралельно оброблюваній поверхні (див. рис.2 а);

- абразивні частинки й деталі переміщуються, як і в першому випадку, але відносний рух їх перпендикулярно оброблюваній поверхні (див. рис. 2 б);

- частинка абразиву й деталь переміщуються по криволінійній траєкторії (див. рис. 2 в). При цьому частинка абразиву зустрічається з оброблюваною поверхнею під кутом або по дотичній.

З аналізу розглянутих схем взаємодії частинок з оброблюваною поверхнею можна зробити наступні 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 найбільш продуктивним 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 вирішальну роль сил і напрямків ударів у процесі віброобробки дозволяє визначити 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 існуючих 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 двохкомпонентна вібрація із площинною (циркуляційною) траєкторією руху частинок  $s_{\Pi}$  робочого середовища (рис. 3 а), в результаті вібраційного руху робочої камери. Більш ефективною при віброабразивній обробці деталей є трьохкоординатна (просторова) схема навантаження (рис. 3, б). За даною схемою робочому середовищу й оброблюваним деталям надається циркуляційний рух  $s_{\Pi}$  і відцентровий рух  $s_{ВЦ}$ , а робочій камері надається вібраційне переміщення  $s_{В}$  та рух по круговій траєкторії  $s_{КР}$ .

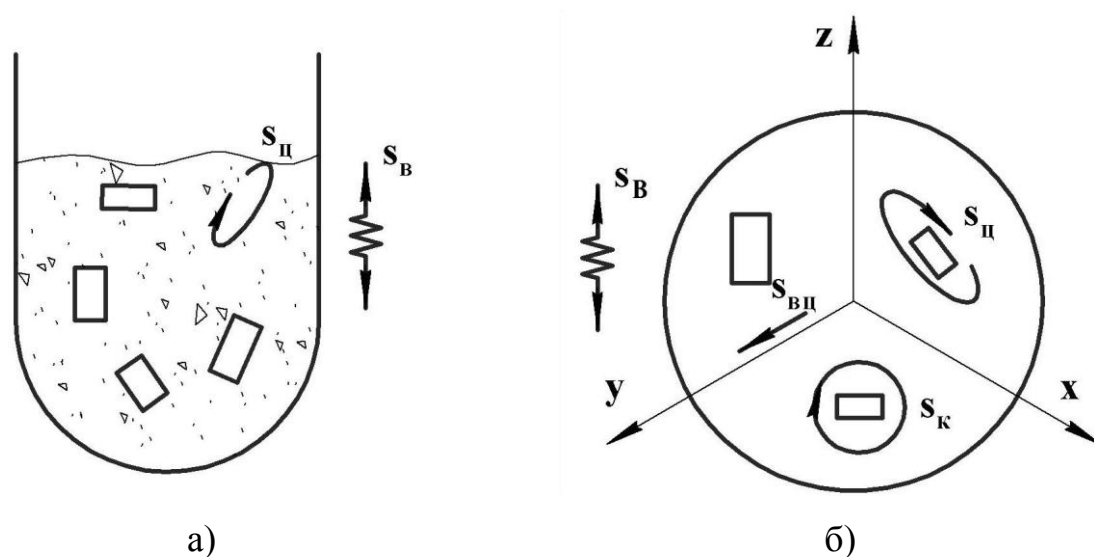


Рис. 3. Розповсюдженні схеми навантаження в верстатах для вібраційної обробки

Однак ці схеми навантаження можливо реалізувати лише при обробці деталей невеликих за розмірами. Для обробки деталей великих розмірів та складної конфігурації реалізація даних схем ускладнена через відсутність відповідного технологічного устаткування.

При віброабразивній складно просторовій обробці великогабаритних виробів складної конфігурації (рис. 4) абразивні частинки обробляють

зовнішні поверхні деталі. При певному сполученні спрямованих вібраційних впливів можна домогтися циркуляції часток абразивного матеріалу по контуру оброблюваної поверхні, що значно підвищує ефективність процесу обробки. На рис. 4 а, б, в, г представлені можливі схеми примусового руху деталей складної конфігурації при віброабразивній обробці.

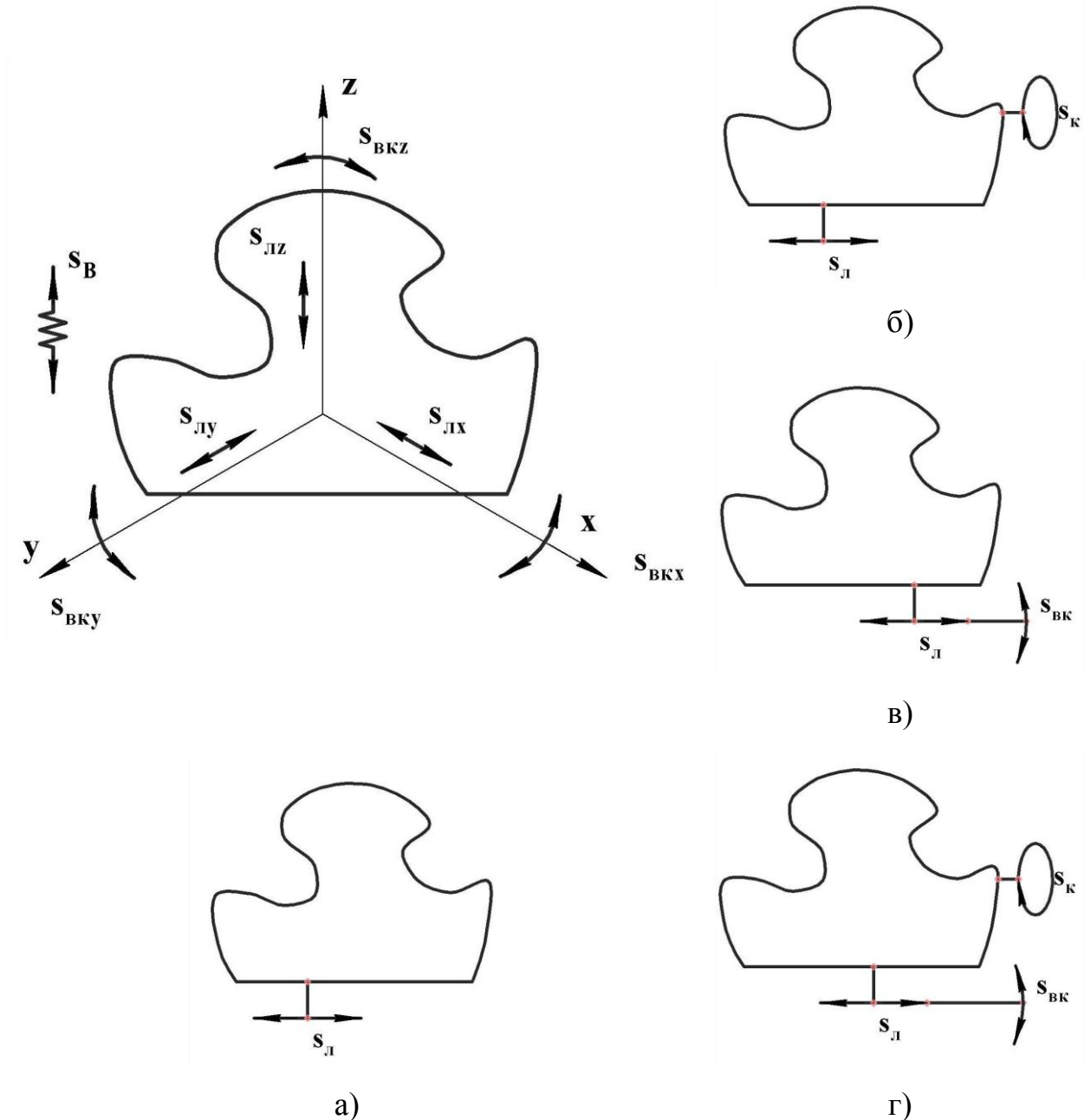


Рис. 4 Складно-просторова віброабразивна обробка великогабаритних деталей складної конфігурації та можливі схеми їх примусового руху: а) зворотно-поступального (однокоординатна); б) зворотно-поступального з обертального (двокоординатна); в) зворотно-поступального і зворотно-

обертального (двокоординатна); г) додатково до схеми на рис. 4 в надається обертальний рух навколо однієї з осей

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

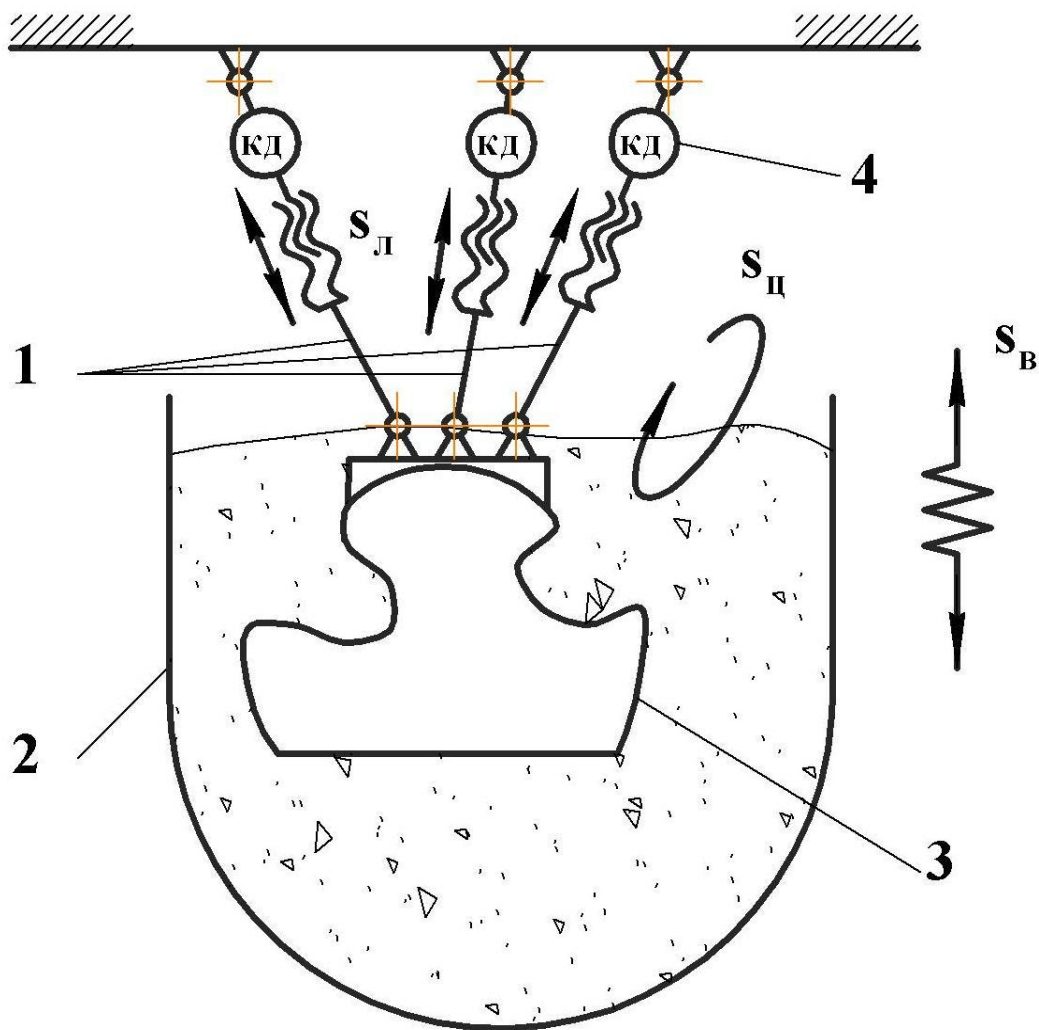


Рис. 5 Схема вібронавантаження з використанням елементів паралельної кінематики

Вібраційний рух  $s_B$  робочої камери 2, призводить 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 будь-який складно просторовий рух деталі, як результуючий рух  $s_{Д}$  кожного з приводів.

При одночасній запрограмованій роботі всіх крокових двигунів 4 деталі надається складна траєкторія руху, яка є результуючою лінійного  $s_{Д}$  руху кожної приводної ланки 1.

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

Використовуючи цю схему вібронавантаження нами була запропонована принципова схема пристрою для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації та великих за розмірами.

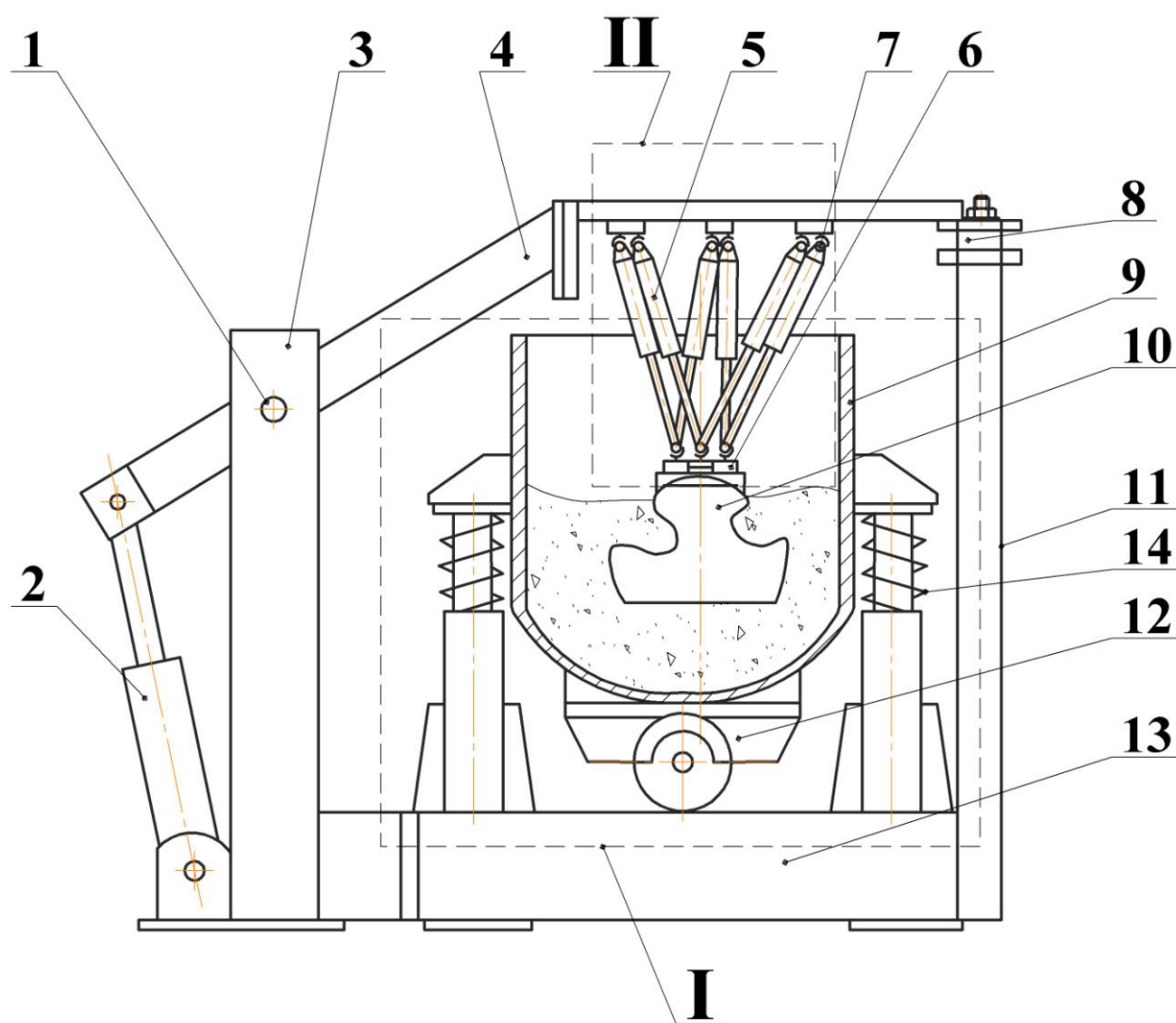


Рис. 6 Принципова схема віброустановки

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 перекладині 4, яка обертається навколо шарніра 1 та приводиться в рух гідроциліндром 2. Перекладина 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 які закріплені за допомогою шарнірів 7 на перекладині 4, штоки яких утримують рамку 6 для закріплення оброблюваної деталі.

Пристрій для вібраційного очищення великогабаритних деталей та деталей складної конфігурації працює наступним 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.

#### Висновок

Результатом виконання роботи є: розробка конструкції верстата для віброабразивної обробки деталей великих за розмірами та складної конфігурації з використанням паралельної кінематики, обґрунтування вибору схеми навантаження, а також розробка геометричної моделі просторових механізмів паралельної кінематики типу трипода і гексапода із прецизійними сферичними опорами штанг.

#### Список використаних джерел

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 оборудования 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. Кузнєцов, 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. – 624с. 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, 188с.