

## ВІБРАЦІЙНІ УСТАНОВКИ ІЗ СКЛАДНО–ПРОСТОРОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА

Вінницький національний технічний університет

*В статті обґрунтовано використання складно-просторової схеми вібраційного навантаження для обробки великогабаритних виробів, на прикладі труб великого діаметру та наведені приклади обладнання на якому можна реалізувати вибрану схему.*

### ВСТУП

Віброабразивна обробка є досить перспективним і продуктивним методом фінішної обробки деталей. Аналіз існуючих різновидів процесу вібраційної обробки показує, що саме наявність тих чи інших видів руху робочого середовища або оброблюваних деталей, спеціально здійснюваних механізмами верстата додаткового впливу, визначають характерні особливості процесу.

Одним із шляхів підвищення продуктивності цього виду обробки деталей є накладання просторового вібронанвантаження, адже аналіз існуючих різновидів процесу вібраційної обробки показує, що саме наявність складнопросторового руху абразивних частинок робочого середовища визначає характерні риси процесу [1].

Найбільш поширеною схемою навантаження у верстатах для віброабразивної обробки є двокомпонентна вібрація з площинною траєкторією руху частинок робочого середовища. Більш ефективною при віброабразивній обробці деталей є трикоординатна (просторова) схема навантаження. За цією схемою робочому середовищу та оброблюваним деталям надається циркуляційний та відцентровий рух, а робочій камері, – рух по круговій траєкторії.

Однак ці схеми навантаження можливо реалізувати для обробки дрібних деталей. Для обробки великогабаритних заготовок реалізація цих схем ускладнена через відсутність достатньо потужного обладнання.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

При розробці схем навантаження для великогабаритних виробів необхідний індивідуальний підхід, в залежності від типу заготовки. При певному поєднанні спрямованих вібраційних впливів можна домогтися циркуляції частинок абразивного матеріалу по контуру оброблюваної поверхні, що значно підвищує ефективність процесу обробки.

На рисунку 1 представлені можливі схеми навантаження при віброабразивній обробці внутрішніх поверхонь довгомірних труб великого діаметра [3].

За схемою (див. рис. 1а) заготовці надається лінійний зворотно-поступальний рух  $S_L$ . За схемою (див. рис. 1б) заготовка здійснює також зворотно-поступальні переміщення  $S_L$ , однак для більш рівномірної обробки заготовці надається круговий рух  $S_K$ , при цьому абразивна маса отримує відцентровий рух. Цікавою є схема показана на рис. 1 в. Робочими рухами по цій схемі є одночасні коливальні зворотно-поступальні рухи  $S_L$  труби і зворотно-кругові (зворотно-гвинтові) рухи  $S_{BK}$ . Перспективною є схема (див. рис. 1г), де до основних рухів за схемою (див. рис. 1в) трубі надається додаткове постійне обертання (круговий рух)  $S_K$ .

Для реалізації цих схем навантаження (див. рис. 1) найбільш ефективним може бути гідроімпульсний привод, який дозволяє передавати великі потужності, широко регулювати параметри роботи по амплітуді і частоті.

В результаті аналізу технологічних схем навантаження оброблюваної заготовки і даних проведених експериментів виявлено, що більш ефективною є схема навантаження (див. рис. 1в), коли заготовці надається два технологічних рухи зворотно-поступальний  $S_L$  і зворотно-круговий (зворотно-гвинтовий)  $S_{BK}$ .

Нами був запропонований гідроімпульсний привод, який дозволяє реалізувати цю схему навантаження.

Складний рух виконавчої ланки утворюється в результаті складання горизонтальних зворотно-поступального і зворотно-кругового рухів, що створюються одночасними рухами плунжерів виконавчих гідроциліндрів.

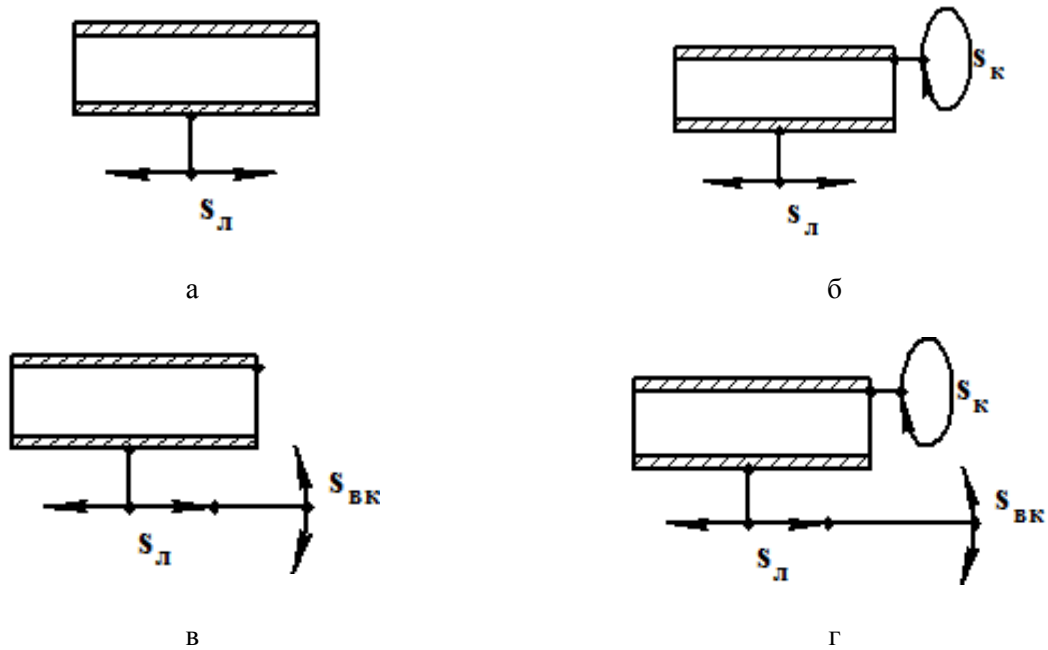


Рисунок 1 – Складнопросторова віброобразивна обробка труб великого діаметра та можливі схеми їх навантаження

Для управління рухами плунжерів гідроциліндрів застосовується вібробуджувач (генератор імпульсів тиску) підключений за схемою «на виході» [2].

Принципова схема гідроімпульсного приводу зображена на рисунку 2.

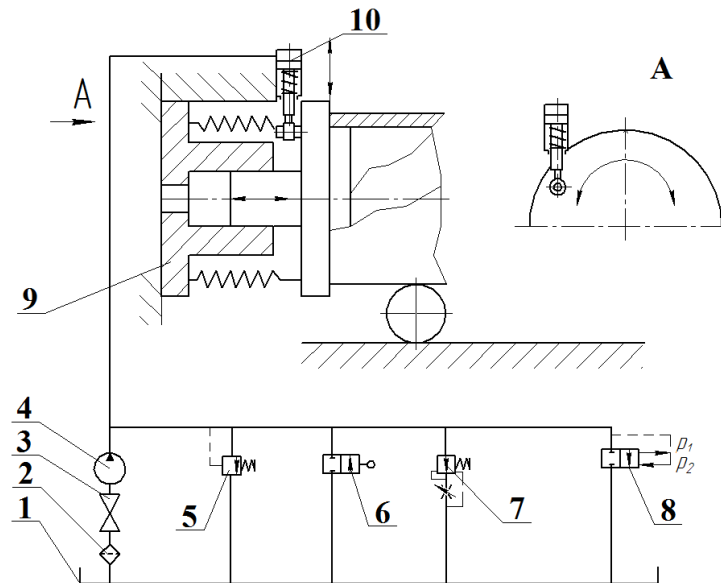


Рисунок 2 – Принципова схема гідроімпульсного приводу, який забезпечує зворотно-круговий (зворотно-гвинтовий) рух

Вона включає в себе гідробак 1, в якому вбудований фільтр 2. Фільтр 2 встановлюється на напірній гідролінії і зв'язується через кран 3 з шестеренним гідронасосом 4. У напірній гідролінії включені паралельно:

- запобіжний клапан 5;
- золотниковий розподільник 6;
- регулятор потоку 7;
- вібробуджувач (генератор імпульсів тиску) 8;
- лінійний гідроциліндр 9;

- кутовий гідроциліндр 10.

Виходи перерахованої гідроапаратури з'єднані із загальною зливною гідролінією, яка через кран 11 зв'язується з баком 1.

Привод працює таким чином: при включеному золотниковому розподільнику 6 енергоносії від насоса 4 через фільтр 2 і кран 3 по гідролініях надходить у робочу порожнину лінійного 9 і кутового 10 виконавчих гідроциліндрів і викликає в останній збільшення тиску до величини, необхідної для подолання сил стаціонарного опору руху плунжерів. З моменту початку руху плунжерів сили опору зростають у міру деформації пружин елементів повернення і, відповідно, зростає тиск у робочій порожнині виконавчих гідроциліндрів до тиску  $p_1$ , при якому спрацьовує генератор імпульсів тиску 8 і відкриває доступ енергоносію з порожнини гідроциліндрів 9 і 10 та від насоса 4 на злив. Під дією пружних сил елементів повернення, плунжери лінійного і кутового руху повертаються в початкове положення і подача енергоносія з робочої порожнини гідроциліндрів на злив через генератор імпульсів тиску припиняється. Тиск у середовищі при цьому падає і стає меншим тиску  $p_2$  закриття генератора імпульсів тиску. Останній закривається і починається новий робочий цикл.

Для забезпечення максимальної жорсткості і надійності гідросистеми приводу установки всі елементи гідросистеми і генератор імпульсів тиску з'єднуються між собою притульним способом.

Запропонована конструктивна схема гідроімпульсного приводу, показана на рисунку 3, включає в себе два виконавчих гідроциліндри – лінійний 1 і кутовий 2. Лінійний гідроциліндр 1 безпосередньо пов'язаний з виконавчою ланкою 3 установки через радіально-упорний підшипник 4, а кутовий – кривошипно-повзунним механізмом 5, що включає в себе: ведучу ланку – плунжер гідроциліндра; шатун; вісь обертання кривошипа, яка зміщена відносно лінії переміщення плунжера.

Повернення виконавчої ланки у вихідне положення здійснюється елементами пружного повернення 6, 7, у яких попередній натяг можна регулювати незалежно.

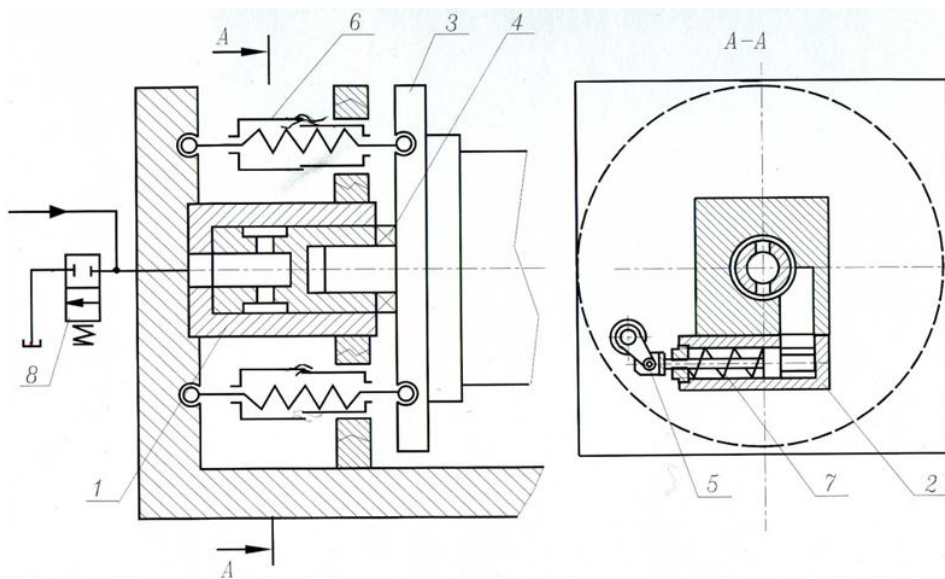


Рисунок 3 – Конструктивна схема гідроімпульсного приводу, що забезпечує зворотно-круговий (зворотно-гвинтовий) рух

Для реалізації цієї схеми навантаження (див. рис. 1в) також буде ефективною віброустановка (рис. 4) з приводом, в якому використовується телескопічний гідроциліндр, що складається з лінійного і гвинтового гідроциліндрів.

Віброустановка з гідроімпульсним приводом (див. рис. 4), в якій використовується телескопічний виконавчий гідроциліндр, містить станину 1, на якій розташовується виконавчий гідроциліндр, в якому розташовується циліндр лінійного переміщення 2, корпус якого через багатозахідну несамогальмівну різь зв'язаний з плунжером 3, жорстко з'єднаний з робочим столом 4. Повернення стола у вихідне положення в лінійному напрямку здійснюється пружними елементами 5, в круговому напрямку – пружними елементами 6, що шарнірно встановлюються на задній поверхні робочого столу 4 і передній поверхні лінійного гідроциліндра 2. Оброблювана труба 7, заповнена абразивом встановлюється на кулькові опори 8 і закривається кришкою 9, яка піднімається

підпружиненим гідроциліндром 10. Імпульси тиску рідини подаються в порожнини 11 і 12. Черговість спрацьовування гідроциліндрів регулюється пружними елементами 5 і 6.

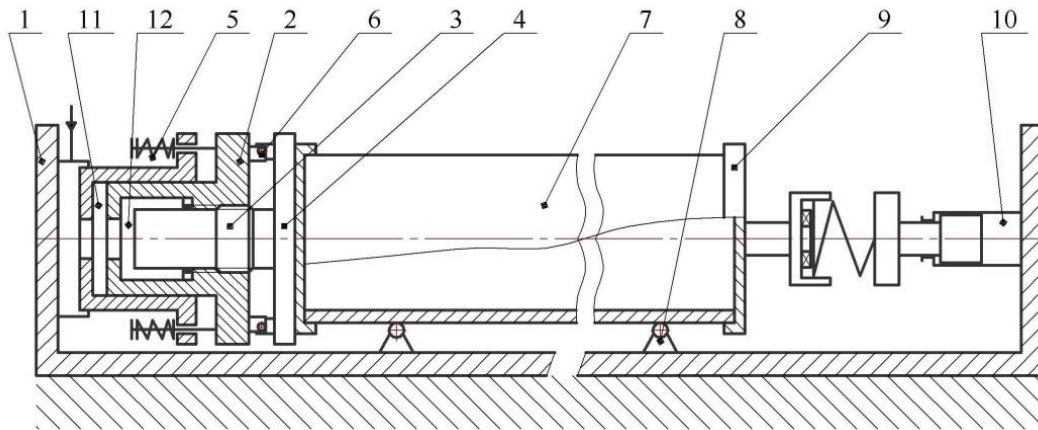


Рисунок 4 – Установа з телескопічним гідроциліндром

Для реалізації схеми навантаження, зображеної на рис. 1г, перспективною, на наш погляд, є конструкція віброустановки (рис. 5) з безперервною подачею абразивного матеріалу в зону обробки. На опорну раму 1, розташовану під кутом  $\alpha$  до горизонту на амортизаторах 2 встановлюється рухлива платформа 3, що підпружинена з двох сторін пружними елементами 4. На рухомій платформі кріпиться оброблювана труба 5 і електродвигун 6, який надає трубі обертального руху. Знизу до рухомої платформи під кутом 8 шарнірно кріпиться хитний виконавчий гідроциліндр 7, який надає рухомій платформі і оброблюваній трубі поступального руху. З нижньої лівої сторони труба гнучким зв'язком з'єднується з завантажувальним бункером 8. З правої верхньої сторони труба також з'єднана гнучким зв'язком для відведення абразивної маси із зони обробки назад в завантажувальний бункер. Для полегшення подачі абразиву до входу в трубу на бункері кріпиться дебалансний вібратор 9.

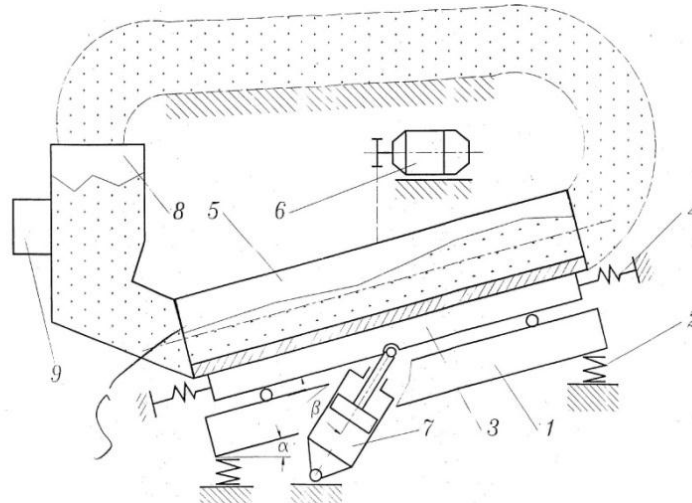


Рисунок 5 – Схема установки з безперервною подачею абразиву

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабичев А. П. Основы вибрационной технологии / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев. – Ростов-н/Д : ДГТУ, 1999. – 620 с.
2. Іскович-Лотоцький Р. Д. До питання синтезу схем гідроімпульсних вібромашин з декількома робочими ланками / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – №1(2). – С. 82–88.
3. Бульга Ю. В. Разработка и исследование гидроимпульсного привода установки для виброабразивной очистки крупногабаритных деталей : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.03 / Бульга Юрий Владимирович. – Винница, 1996. – 210 с.

## REFERENCES

1. Babichev A. P. Osnovy vibratichuonoy tehnologiy / A. P. Babiev, I. A. Babiev. – Rostov-n/D : DGTU, 1999. – 620 c. (Rus)
2. Iskovich-Lototckiy R. D. Do putan sintezu shem gidroimpulsnuh vibromashun z dekilkom robochumu lankamu / R. D. Iskovich-Lototckiy R. R. Obertyuh // Visnuk Vinnutckogo politehnicnogo institutu. – 1994. – №1(2). – С. 82–88. (Ukr)
3. Buliga Yu. V. Razrabotka i isledovanie gidroimpulsnogo privoda ustanovki dlya vibroabrazivnoi ochistki krupnogabaritnuh detaley : dis. ... kand. teh. nauk : 05.02.03 Buliga Yuriy Vladimirovich. – Vinnitsia, 1996. – 210 c. (Rus)

**Р. Д. Іскович-Лотоцький, Ю. В. Булига**

### **ВІБРАЦІЙНІ УСТАНОВКИ ІЗ СКЛАДНО–ПРОСТОРОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ**

Вінницький національний технічний університет

В статті обґрунтовано використання складно-просторової схеми вібраційного навантаження для обробки великогабаритних виробів, на прикладі труб великого діаметру та наведені приклади обладнання на якому можна реалізувати вибрану схему.

Об'єкт дослідження – труба з абразивною масою, під дією вібраційного навантаження.

Мета роботи – обґрунтувати вибір схеми вібраційного навантаження об'єкта обробки, та обладнання для реалізації цієї схеми.

Для обробки великогабаритних заготовок реалізація даних схем ускладнена через відсутність достатньо потужного обладнання.

При розробці схем навантаження для великогабаритних виробів необхідний індивідуальний підхід, в залежності від типу заготовки. При певному поєднанні спрямованих вібраційних впливів можна домогтися циркуляції частинок абразивного матеріалу по контуру оброблюваної поверхні, що значно підвищує ефективність процесу обробки.

В результаті аналізу технологічних схем навантаження оброблюваної заготовки і даних проведених експериментів виявлено, що більш ефективними є схеми навантаження, коли заготовці надається два технологічних рухи зворотно-поступальний і зворотно-круговий (зворотно-гвинтовий).

Запропоновані схеми вібраційних установок з гідроімпульсним приводом, який дозволяє реалізувати цю схему навантаження.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВІБРОАБРАЗИВНА ОБРОБКА, СКЛАДНО-ПРОСТОРОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИВОД.

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: islord@vntu.edu.ua, тел. +380432598523, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1212.

Булига Юрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: ybulyha@gmail.com, тел. +380432598153, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1200.

**R. D. Iskovich–Lototskyi, Yu.V. Bulyha**

### **VIBRATIONAL INSTALLATION ON COMPLEX SPATIAL LOAD FOR CLEANING INSIDE SURFACES OF PIPES WITH BIG DIAMETR**

Vinnytsia National Technical University

In the article the use of difficult-dimensional vibration load circuit to process large products, the example of large diameter pipes and equipment are examples on which to implement the selected scheme.

Research object - a pipe with an abrasive mass under the action of vibration loads.

Purpose - to justify the selection scheme vibration loading facility processing equipment for the implementation of the scheme.

To handle bulky workpieces implementation of these schemes difficult because of the lack of sufficiently powerful equipment.

In developing schemes for loading large products requires an individual approach, depending on the type of workpiece. When a certain combination of directed vibration effects can be achieved circulation of the abrasive particles on the contour of the workpiece, which significantly increases the effectiveness of the treatment.

The analysis of technological schemes workpiece loading and data of the experiments revealed that there are more effective load circuit when the blank is provided with two process moves back and forth and back and circular (reciprocating screw).

The schemes vibration installations Hydro drive that allows for this circuit load.

**KEY WORDS: VIBRATION ABRASIVE MACHINING, COMPLEX SPATIAL LOAD, HYDRO DRIVE.**

Iskovych-Lototskyi Rostyslav D., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment VNTU, e-mail: islord@vntu.edu.ua, tel. +380432598523, Ukraine, 21021, Vinnytsa, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1212.

Bulyha Yuriy V., Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, Associate Professor of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment VNTU, e-mail: ybulyha@gmail.com, tel. +380432598153, Ukraine, 21021, Vinnytsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1200.

**Р. Д. Искович-Лотоцкий, Ю. В. Булыга**

## **ВИБРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ СО СЛОЖНО–ПРОСТРАНСТВЕННЫМ НАГРУЖЕНИЕМ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА**

Винницкий национальный технический университет

В статье обосновано использование сложно-пространственной схемы вибрационной нагрузки для обработки крупногабаритных изделий, на примере труб большого диаметра и приведены примеры оборудования на котором можно реализовать выбранную схему.

Объект исследования - труба с абразивной массой, под действием вибраций.

Цель работы - обосновать выбор схемы вибраций объекта обработки и оборудования для реализации этой схемы.

Для обработки крупногабаритных заготовок реализация данных схем затруднена из-за отсутствия достаточно мощного оборудования.

При разработке схем погрузки для крупногабаритных изделий необходим индивидуальный подход, в зависимости от типа заготовки. При определенном сочетании направленных вибрационных воздействий можно добиться циркуляции частиц абразивного материала по контуру обрабатываемой поверхности, что значительно повышает эффективность процесса обработки.

В результате анализа технологических схем погрузки обрабатываемой заготовки и данных проведенных экспериментов установлено, что более эффективны схемы нагрузки, когда заготовке предоставляется два технологических движения возвратно-поступательное и возвратно-круговое (возвратно-винтовое).

Предложенные схемы вибрационных установок с гидроимпульсным приводом, который позволяет реализовать эту схему нагрузки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВИБРОАБРАЗИВНАЯ ОБРОБКА, СЛОЖНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НАГРУЗКА, ГИДРОИМПУЛЬСНЫЙ ПРИВОД.**

Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, Винницкий национальный технический университет, заведующий кафедрой металлорежущих станков и оборудования автоматизированных производств ВНТУ, e-mail: islord@vntu.edu.ua, тел. +380432598523, Украина, 21021, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, комн. 1212.

Булыга Юрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Винницкий национальный технический университет, доцент кафедры металлорежущих станков и оборудования автоматизированных производств ВНТУ, e-mail: ybulyha@gmail.com, тел. +380432598153, Украина, 210201, г. Винница, ул. Хмельницкое шоссе, 95, комн. 1200.