

Искович-Лотоцкий Р.Д., д.т.н., профессор
Манжилевський О.Д., ассистент
Винницкий национальный технический университет, Украина

Современное оборудование для виброабразивной обработки на основе гидроимпульсного привода

Оборудование для виброабразивной обработки (ВАО) используется в машиностроении для выполнения, например, очистки литых, кованных, штампованных и термообработанных заготовок, деталей и полуфабрикатов изделий различного назначения и широкой номенклатуры [1, 2]. Очистка заготовок во многих случаях предшествует выполнению последующих технологических операций и играет важную роль в общем процессе изготовления деталей.

Среди известных видов ВАО, следует выделить:

- электрохимическую обработку (рис. 1, а). Суть ее заключается в следующем: деталь подключена к положительному полюсу источника тока и погружена в вибрирующую абразивную среду, увлажненную электролитом необходимого состава, а бункер подключен к отрицательному полюсу источника тока. При включении источника тока происходит электрохимическое (анодное) растворение поверхностного слоя обрабатываемой детали и непрерывное механическое удаление зернами абразива продуктов анодного растворения.

- термомеханическую обработку (рис. 1, б). Суть этого вида ВАО заключается в нагреве обрабатываемых деталей, что обеспечивается конструкцией рабочей камеры (для создания высокой температуры, в основном, используются электрические нагреватели). Термомеханическая обработка может использоваться не только как упрочняющая операция, но и как стабилизирующая обработка, а также для нанесения некоторых видов пленок.

- магнитную обработку (рис. 1, в). Ее особенностью является то, что в рабочей зоне вибрационной установки создается постоянное или переменное силовое магнитное поле, направленное вдоль оси циркуляционного движения рабочей среды, которое перемещается в камере под действием ее колебаний. Обрабатываемые ферромагнитные детали устанавливаются вдоль магнитных силовых линий, подвешиваются и тормозятся в движущейся среде магнитным полем. Рабочая камера выполняется с диамагнитного материала. Предохранение обрабатываемых деталей от взаимных столкновений в процессе обработки происходит в результате их взаимного отталкивания при одноименном намагниченных их концов;

- пространственную механическую обработку (рис. 1, г). Суть этого вида обработки заключается в том, что к рабочей камере (бункеру) прикладывается трехкоординатная (пространственная) вибрационная нагрузка, что позволяет воспроизводить траектории движения рабочей среды произвольной формы. Применение данного типа ВАО обеспечивает повышенную точности воспроизведения заданных параметров процесса обработки, что существенно расширяет сферу его использования.

Для обеспечения работы оборудования ВАО используются различные типы приводов: механический, гидравлический, пневматический, электрический, комбинированный и т. д. Для пространственной ВАО широко используется гидравлический привод, особенно гидроимпульсный (ГИП). Это объясняется тем, что вибрационный гидравлический привод имеет наименьшие размеры среди других типов приводов при той же величине мощности, а также способен создавать вибрации широкого диапазона [3 - 5].

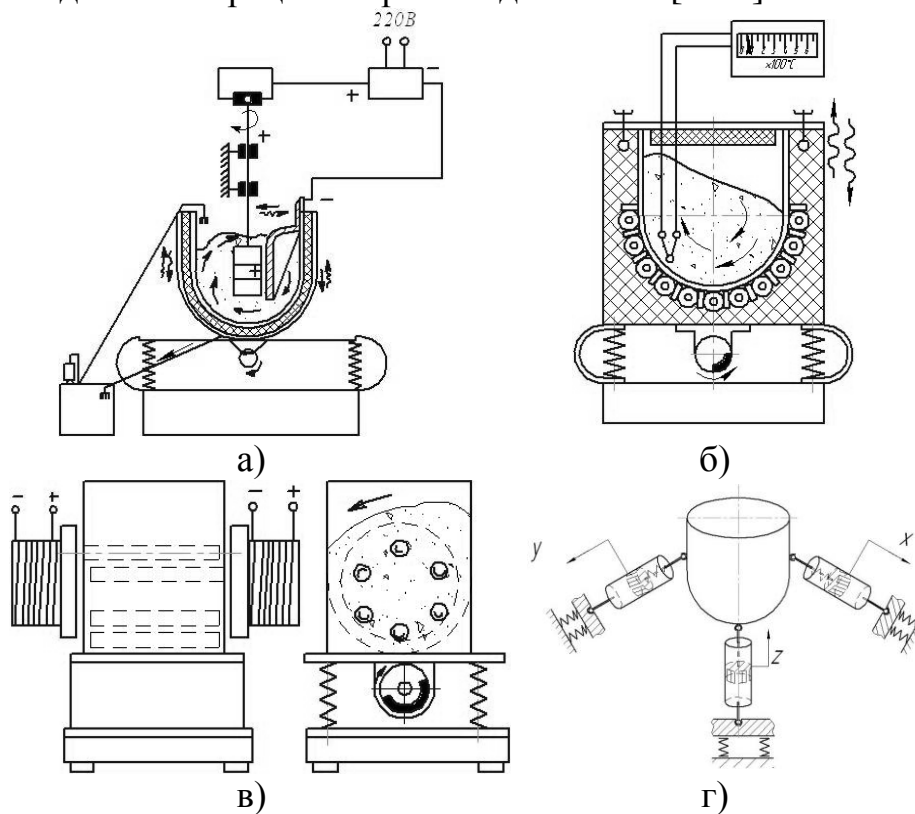


Рисунок 1 – Виды виброабразивной обработки

Установлено, что для повышения удельной мощности, надежности, расширения функциональных возможностей привода, обеспечения оптимальных условий процесса ВАО, повышения экономичности и снижения себестоимости в конструкции установки должна быть предусмотрена возможность изменения параметров колебания вибрирующего органа в рабочем режиме [1, 3, 4], долж-

на обеспечиваться одинаковая эффективность виброобработки по всему объему среды, должна обеспечиваться возможность как наиболее сложного движения рабочего органа (в 3-х координатах).

В соответствии с этими принципами разработана новая конструкция установки для ВАО деталей сложной конфигурации (патент Украины на полезную модель № 61057) и плунжерные вибрационные гидроцилиндры, используемых в ГИП (патенты Украины на полезную модель № 68778, № 69742).

Принципиальная схема установки построенной на основе плунжерных вибрационных гидроцилиндров показана рисунке 2. Данная установка состоит из виброизолированной станины 1, на которой установлен вибробункер U-образной формы 3 на демпфирующих элементах 2. Гидроцилиндры монтируются на сферических шарнирах. Вибрационная нагрузка создается вибровозбудителями 14.

Также виброустановка содержит исполнительный орган принудительного перемещения детали в виде механизма параллельной кинематики типа «трипод», который состоит из приводных звеньев (гидроцилиндров) 7, 8 и 9, которые закреплены с помощью шарниров 10 на перекладине 11, штоки которых удерживают мотор-шпиндель 12 с устройством для закрепления детали 13.

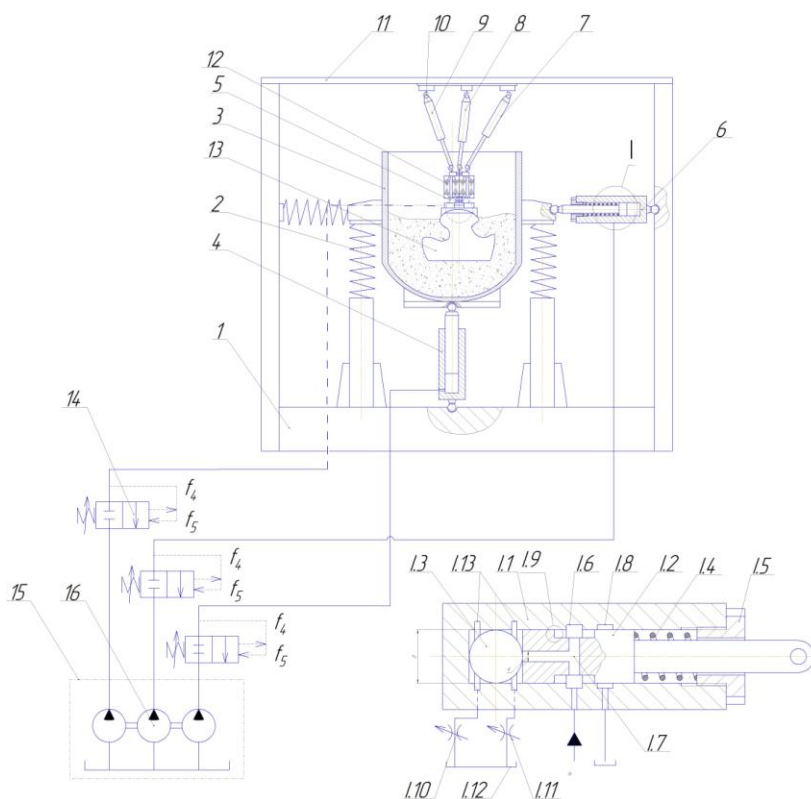


Рисунок 2 – Принципиальная схема виброустановки и конструктивная схема вибрационного гидроцилиндра.

дельным узлом, или встроенным в гидроцилиндр.

В приводе установки для ВАО деталей сложной конфигурации предложено использовать плунжерный вибрационный гидроцилиндр, который представлен на рисунке 2 (вид I), на основе которого получен более компактный привод.

В отверстии корпуса I.1 расположен запорный элемент I.3, который выполнен в виде шарика, плунжер I.2, пружину I.4 и гайку I.5. В плунжере I.2 выполнено отверстие 7 Т-образной формы для подвода рабочей жидкости к шарикку I.3. В отверстии корпуса I.1 выполнены кольцевые проточки I.6 и I.8, которые соединены соответственно с напорным и сливным каналом гидросистемы и обеспечивают движение рабочей жидкости к плунжеру I.2 через кольцевую проточку I.9, которая выполнена на его внешней поверхности. Кольцевые проточки I.13, выполненные в полости в которой находится шарик I.3, дренажно соединены с баком I.12 через дроссели I.10 и I.11.

Плунжерный вибрационный гидроцилиндр работает следующим образом. В исходном положении плунжер I.2, имеющий возможность перемещаться в корпусе I.1, прижимается пружиной I.4 до запорного элемента I.3, выполненного в виде шарика, который перекрывает отверстие Т-образной формы I.7 плунжера I.2. При увеличении давления в полости, образованной кольцевой проточкой I.6 корпуса I.1 и отверстием Т-образной формы I.7, происходит мгновенное увеличение усилия на его неподвижном запорном элементе I.3.

Указанное увеличение происходит за счет ступенчатого изменения площади подъема от $S_{п1} = \pi d^2 / 4$ до $S_{п2} = \pi D^2 / 4$ ($S_{п2} > S_{п1}$) в момент нарушения герметизации посадки плунжера I.2 на запорный элемент I.3. В результате усилия

Насосная станции 15 построена на основе насоса 16 схемы «тридем» болгарской фирмы "Caproni" - 221С.

Установка работает следующим образом. В положении загрузки обрабатываемая деталь 13 закрепляется в мотор-шпинделе 12. Абразивная масса подается в приемный бункер 3.

Каждый из трех напорных каналов гидравлического насоса подключен к вибровозбудителю 14 золотникового типа, который создает импульсы давления в исполнительных плунжерных гидроцилиндрах 4, 5 и 6. Вибровозбудитель может быть выполнен от-

подъема возрастает от величины $p_1 S_{п1}$ до величины $p_1 S_{п2}$, которое значительно превышает усилие настройки пружины I.4, прижимающей плунжер I.2 к запорному элементу I.3 в исходном положении. Под действием указанного усилия, плунжер перемещается вправо и соединяет кольцевую проточку I.9 с кольцевой проточкой I.6, к которой подключен напорный канал. Кольцевая проточка I.8 соединяется со сливным каналом, что приводит к мгновенному падению давления в гидросистеме до исходной величины. При этом усилие на плунжере I.2 уменьшается до первоначального значения и пружина I.4 сможет вернуть плунжер I.2 в исходное положение, прижав его к запорному элементу I.3. Далее цикл повторяется. Усилие настройки пружины I.4 регулируется гайкой I.5, что позволяет изменять частоту срабатывания вибрационного гидроцилиндра.

Гидроцилиндры 4, 5 и 6 своей согласованной работой создают пространственную вибрационную нагрузку, под действием которой перемещается абразивная масса. При помощи приводных звеньев 7, 8 и 9, в процессе обработки изменяют положение детали 13 согласно рабочей программе. После окончания процесса обработки деталь выводится из рабочей зоны.

За счет создания сложнопостепенного режима вибрационной нагрузки и использования привода принудительного перемещения с мотор-шпинделем, в котором закрепляется обрабатываемая заготовка, можно существенно интенсифицировать процесс обработки.

Предложенное оборудование позволяет обеспечить достаточно широкий диапазон регулирования создаваемой вибрационной нагрузки. Плунжерный вибрационный гидроцилиндр может быть использован как элемент вибрационного привода для различного оборудования (оборудование для ВАО, вибрационные конвейеры, вибрационные устройства загрузки-разгрузки и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабичев А. П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. Ростов-на-Дону. Издательский центр ДГТУ, 1998. – 624с. ISBN 5-7890-0043-6
2. Берник П. С. Вибрационные технологические машины с пространственными колебаниями рабочих органов / П. С. Берник, Л. В. Ярошенко; под ред. Берника П. С. – Винница : Издательский центр ВГСХИ, 1998. – 116 с.
3. Искович-Лотоцкий Р. Д. Гидровибрационные машины обработки давлением (состояние и перспективы развития) / Искович-Лотоцкий Р. Д., Обертюх Р. Р., Гуменчук А. А. // Вестн. Машиностроения. – 1993. – №12. – С. 8–12.
4. Искович-Лотоцкий Р. Д. До питання синтезу схем гідроімпульсних вібр машин з декількома робочими ланками / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –1994. – №1(2). – С. 82 – 88.
5. Искович-Лотоцкий Р. Д. Гидравлические вибровозбудители на базе стандартной контрольно-распределительной аппаратуры / Р. Д. Искович-Лотоцкий, Р. Р. Обертюх, Б. Н. Пентюк // Вестник машиностроения. –1984. –№8. – С. 17–20.