

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано для отделочно-упрочняющей обработки деталей, имеющих форму тел вращения.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности является станок для многошпиндельной виброобработки деталей [1] в абразивной среде, содержащий упруго установленную камеру кольцевого типа, получающую колебания от вибропривода и соосную с приводным валом контейнера, независимую от него вращающуюся поворотную колонку, несущую шпиндельные устройства с деталями, получающими вращение вокруг своих осей и снабженную приспособлениями, обеспечивающими возвратно-поступательное перемещение шпинделей.

Выбранный прототип имеет низкую производительность, а кроме того энергоемкий процесс виброобработки, а также сложное и дорогое вспомогательное оборудование.

В основу изобретения поставлена задача в устройстве для вибрационной шпиндельно-планетарной обработки деталей в абразивной среде путем установки шпиндельных устройств с обрабатываемыми деталями на водиле, имеющем вертикальную ось вращения, соосную с вертикальной осью тороидального контейнера, и использования ременной передачи между приводными шкивами шпиндельных устройств и центральным неподвижным многоручьевым шкивом, обеспечить преобразование движения обрабатываемых деталей под воздействием напора циркуляционного движения обрабатывающей среды в их принудительное планетарное движение, что уменьшает энергоемкость процесса обработки и упрощает вспомогательное оборудование, а при использовании карусельного манипулятора с многолучевой траверсой, на концах которой при помощи вертикальных шарниров установлены водила, механизмуется загрузка и выгрузка деталей из контейнера, а их замена производится параллельно основной операции обработки, что повышает производительность процесса обработки.

Поставленная задача достигается тем, что в устройстве для шпиндельной вибрационной обработки деталей, содержащем упруго установленный на основании тороидальный контейнер, получающий колебания от вибропривода и соосную с приводным валом контейнера, независимую от него, вращающуюся подвеску несущую шпиндельные устройства с деталями, получающие вращение вокруг своих осей и снабженную приспособлениями, обеспечивающими возвратно-поступательное перемещение шпинделей, в котором подвеска при помощи вертикальных шарниров прикреплена к концу многолучевой траверсы с соосным с подвеской жестко установленным центральным многоручьевым шкивом. Подвеска состоит из вертикального вала с водилом, на котором установлены шпиндельные устройства, состоящие из шарниров с вертикальными осями, к верхним концам которых прикреплены, связанные с центральным неподвижным шкивом, посредством ремней, приводные шкивы, а к нижним концам - зажимы для обрабатываемых деталей. Причем, устройство содержит два или более упруго установленных на основаниях тороидальных контейнера с виброприводами, равномерно расположенных по окружности, в центре которой размещен карусельный манипулятор с многолучевой траверсой.

Под воздействием напора циркуляционного движения обрабатывающей среды, обрабатываемые детали, вместе со шпиндельными устройствами, перемещаются вдоль кольцевой оси тороидального контейнера и вокруг неподвижного центрального многоручьевого шкива, а так как шпиндельные устройства посредством приводных шкивов и ремней связаны с центральным многоручьевым шкивом, то это вызывает вращение шпиндельных устройств с обрабатываемыми деталями вокруг собственных осей, т.е. обрабатываемые детали совершают принудительное планетарное движение. Использование для привода вспомогательного движения обрабатываемых деталей утилизированной энергии циркуляционного движения обрабатывающей среды, позволяет отказаться от приводных электродвигателей шпиндельных устройств и уменьшить энергоемкость процесса обработки. Использование карусельного манипулятора с многолучевой траверсой, на концах которой при помощи вертикальных шарниров установлены водила, позволяет механизировать загрузку и выгрузку деталей из контейнера и производить их замену на водилах, не находящихся над контейнером, параллельно основной операции обработки, что повышает производительность процесса обработки.

На чертеже изображена принципиальная схема предлагаемого устройства.

Устройство состоит из двух (или более) тороидальных вибрационных машин и карусельного манипулятора, на котором устанавливается четыре (или более) подвески для обрабатываемых деталей с устройствами для сообщения последним принудительного планетарного движения. Вибрационные машины содержат: основания 1, на которых при помощи упругих элементов 2 устанавливаются тороидальные контейнеры 3 с инерционными виброприводами 4, заполняемые обрабатывающей средой 5. Карусельный манипулятор, устанавливаемый посередине между вибрационными машинами, состоит из вертикальной стойки 6 с прикрепленными к ней пневмоцилиндром 7, направляющими 8, коронкой 9 и шарнирной 10 втулками. На штоке пневмоцилиндра 7 при помощи упорного подшипника установлена пальцевая крестовина 11, которая в свою очередь жестко крепится к штанге 12, на верхнем конце последней жестко установлена многолучевая траверса 13, на каждом конце которой находятся подвески для обрабатываемых деталей со шпиндельными устройствами. Подвески устанавливаются на траверсе 13 соосно с вертикальной осью тороидального контейнера 3 при помощи центрального шарнира 14 с вертикальной осью 15. Кроме того, к каждому концу траверсы 13 при помощи кронштейна крепится центральный неподвижный многоручьевой шкив 17 и шумоизолирующий колпак 18, устанавливаемые с зазором соосно с центральным шарниром 14 и вертикальной осью 15. К нижнему концу последней жестко крепится подвеска, состоящая из водила 19, с установленными на нем шпиндельными устройствами для крепления обрабатываемых деталей. Шпиндельные устройства в свою очередь, состоят из шарниров 20 с вертикальными осями 21, к верхним концам которых крепятся приводные шкивы 22, связанные с центральным шкивом 17 при помощи ремней 23, а к нижним - зажимы для крепления обрабатываемых деталей 24.

Устройство работает следующим образом.

При включении виброприводов 4 контейнеров 3, последние начинают колебаться по сложной пространственной траектории, в результате чего отдельные частицы обрабатывающей среды 5 начинают

совершать микроперемещения, носящие стохастический характер, в то же время, вся среда в целом совершает суммарное циркуляционное движение по спиралевидной траектории вдоль кольцевой оси тороидального контейнера 3 и вокруг нее. Поток обрабатывающей среды 5, совершающий циркуляционное движение, создает динамический напор, который действует на размещенные в среде детали 24. В результате чего, со стороны среды 5 на обрабатываемую деталь 24 воздействует сила F_d , вызванная лобовым сопротивлением последней, равная:

$$F_d = \Psi_d \cdot \rho \cdot S_d \cdot (v_c - v_d)^2.$$

где Ψ_d - коэффициент формы обрабатываемой детали (лобового сопротивления);

ρ - плотность среды;

S_d - площадь наибольшего поперечного сечения обрабатываемой детали, перпендикулярная к потоку (Миделево сечение);

v_c - скорость циркуляционного движения обрабатывающей среды;

v_d - скорость движения обрабатываемой детали.

Аналогичная сила F_k действует на детали крепления обрабатываемой детали к шпindelным устройствам, находящиеся в потоке циркуляционного движения обрабатывающей среды 5 во время виброобработки.

Под воздействием этих сил обрабатываемые детали 24 вместе со шпindelными устройствами начинают совершать движение вдоль кольцевой оси тороидального контейнера, что вызывает вращение водила 19 вокруг его вертикальной оси 15 под действием вращающего момента M_b равного:

$$M_b \approx n \cdot (F_d + F_k) \cdot d_b / 2,$$

где n - количество шпindelных устройств с обрабатываемыми деталями;

d_b - диаметр водила.

Так как шпindelные устройства связаны посредством приводных шкивов 22 и ремней 23 с центральным неподвижным многоручьевым шкивом 17 и движутся под напором циркуляционного движения среды, вокруг него, то это приводит к вращению шпindelных устройств вокруг своих вертикальных осей 21, с угловой скоростью $\omega_{ш}$ равной:

$$\omega_{ш} = \omega_b / i,$$

где ω_b - угловая скорость вращения водила;

i - передаточное число ременной передачи, равное: $i = d_{ц} / d_n$, где $d_{ц}$ - диаметр центрального шкива; d_n - диаметр приводного шкива.

Вращение шпindelных устройств возможно при соблюдении неравенства:

$$M_b \geq n \cdot M_{ш} \cdot i / \eta,$$

где $M_{ш}$ - момент сопротивления вращению шпindelного устройства;

η - коэффициент полезного действия ременной передачи.

В случае не выполнения вышеуказанного неравенства, в устройстве предусмотрена возможность установки вертикальных парусных пластин (на рис. не показаны), крепящихся к водилу 19 и погружаемых в обрабатывающую среду 5, с целью увеличения вращающего момента на водиле 19 на величину момента от силы лобового сопротивления вышеуказанных пластин. В процессе виброобработки шпindelные устройства вращаются вокруг собственных вертикальных осей 21 и одновременно с водилом 19 вокруг центральной оси 15 - т.е. совершают планетарное движение. Одновременно такое же движение совершают и прикрепленные к ним обрабатываемые детали 24. В процессе виброобработки, детали 24 постоянно проворачиваются и устанавливаются под разными углами к направлению циркуляционного движения обрабатывающей среды 5, чем обеспечивается высокая производительность и равномерность обработки всех участков наружных поверхностей детали без перезакрепления.

После окончания цикла обработки включается пневмоцилиндр 7 и его шток начинает поднимать пальцевую крестовину 11, штангу 12, и многолучевую траверсу 13, при этом подвески вместе с обработанными деталями 24 извлекаются из контейнеров 3. По достижении определенной высоты подъема пальцевая крестовина 11 набегают на коронную втулку 9 и заставляет штангу 12 вместе с многолучевой траверсой проворачиваться на угол, близкий к 75° . При этом подвески с обработанными деталями 24 перемещаются на позицию загрузки-выгрузки, а подвески с новой партией устанавливаются над контейнерами 3. После этого пневмоцилиндр 7 выключается и многолучевая траверса 13 вместе со штоком и подвесками с деталями начинает опускаться над действием собственного веса. В процессе опускания пальцевая крестовина 11 набегают на скошенный участок направляющих 8 и заставляет штангу 12 вместе с многолучевой траверсой 13 доворачиваться до угла 90° . При дальнейшем опускании пальцы крестовины 11 находятся между направляющими 8, что обеспечивает опускание водил 12 подвески вместе с деталями 24 строго вдоль вертикальных осей контейнеров 3. При этом детали погружаются в обрабатывающую среду 5 и начинается процесс их виброобработки, в то же время, на двух подвесках, находящихся на позиции загрузки-выгрузки, производят замену обработанных деталей на необработанные. Затем, при необходимости, цикл обработки повторяется.

