



(19) KG (11) 983 (13) C1 (46) 29.09.2007

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПАТЕНТНАЯ СЛУЖБА  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ(51) B23Q 41/00 (2006.01)  
B23Q 39/00 (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(19) KG (11) 983 (13) C1 (46) 29.09.2007

(21) 20060052.1

(22) 08.06.2006

(46) 29.09.2007

(71)(73) Кыргызский государственный технический университет им. И. Рazzакова (KG)

(72) Даровских В.Д. (KG)

(56) А.с. SU №1712127, кл. B23Q 41/00, 39/00, 1992

### (54) Гибкий производственный модуль

(57) Изобретение относится к машино- и станкостроению и предназначено для многооперационной обработки деталей в гибкой производственной системе с многосвязной структурой. Задачей изобретения является повышение мобильности производственного модуля в пространстве при расширении его системных функциональных возможностей и цикловой производительности. Поставленная задача решается тем, что гибкий производственный модуль, содержащий стационарное основание и станину, выполненную из нижней и верхней параллельных горизонтальных плит, связанных распорными стенками по ее углам, внутри которой соосно и поперечно продольной оси смонтирована шпиндельная бабка с горизонтальным шпинделем, снабжен возвратно-поворотным позиционером с приводом и базирующим устройством, кинематически установленными на профильных стойках, закрепленных на основании и через направляющие свободных концов соосных штанг, проходящих через геометрический центр станины со стороны распорных стенок, жестко связанных со станиной, причем направляющая позиционера связана с ведомым звеном привода с возможностью качания в диапазоне  $\pm 60^\circ$ , а в плитах станины выполнены сквозные соосные пазы, размеры которых превышают размеры заготовки. 4 ил.

Изобретение относится к машино- и станкостроению и предназначено для многооперационной обработки деталей в гибкой производственной системе с многосвязной структурой.

Известен гибкий производственный модуль, содержащий многоцелевой станок с рабочим столом и устройство многокоординатных перемещений со шпинделем, расположенным над рабочим столом, станочные приспособления, транспортные контейнеры, устройства манипулирования со схватами, ячейки хранения приспособлений и контейнеров с заготовками, которые расположены, по крайней мере, с двух сторон стола станка, а устройства манипулирования выполнены сменными с возможностью их установки в шпинделе и захвата из ячеек хранения заготовок, контейнеров и(или) приспособлений, при этом ячейки хранения расположены, по меньшей мере, в двух уровнях, а схват снабжен элементами базирования и фиксации заготовок, контейнеров и(или) приспособлений (А.с. SU №1798122, кл. B23Q 41/02, 1993).

Недостаток конструкции гибкого производственного модуля заключается в том, что устройство для манипулирования находится в геометрическом центре модуля и своими габаритами перекрывает сквозные продольное и поперечное перемещения заготовке и детали при их

обращениях в циклах технологической обработки. Доступ в рабочую зону по вертикали невозможен из-за устройства программно-управляемого многокоординатного перемещения пиноли со шпинделем. Дальнейшие ограничения на свободу доступа в рабочую зону модуля создают стеллажи с приспособлениями, ячейки и контейнеры с заготовками. Это исключает удовлетворение прогрессивной необходимости достижения непрерывности обработки из-за невозможности совмещения циклов измерения детали, ее съема (установки) на приспособление, холостых перемещений. Для продолжения цикла обработки на другом модуле системы необходимо устройство промежуточного хранения заготовок и деталей, а загрузка заготовки в модуль и выгрузка детали выполняется лишь с одной стороны и с единой позиции, что приводит к образованию очереди на входе в модуль. Эти конструктивные особенности ограничивают функциональные возможности модуля, приводят к очевидным трудностям автоматизации при коренном снижении цикловой производительности, а также сдерживают рост эффективности эксплуатации.

За прототип выбран многоцелевой станок с ЧПУ, содержащий станину, включающую плиту-основание, на которой размещены продольно-подвижная и поворотная стойки, причем на продольно-подвижной стойке расположена с возможностью вертикального перемещения шпиндельная бабка с горизонтальным шпинделем, а на поворотной стойке установлен поворотный относительно горизонтальной оси рабочий стол, при этом шпиндель и рабочий стол расположены с возможностью горизонтального поперечного перемещения относительно друг друга (А.с. SU №1712127, кл. B23Q 41/00, 39/00, 1992). Станина станка снабжена дополнительной плитой, размещенной над стойками на распорных стенках параллельно основной плате-основанию, а продольно-подвижная и поворотная стойки расположены с возможностью взаимодействия как с дополнительной плитой, так и с основной, причем шпиндельная бабка выполнена поворотной относительно горизонтальной оси, параллельной и не совпадающей с осью шпинделя, с возможностью обеспечения горизонтального поперечного перемещения шпинделя с сочетанием вертикального перемещения шпиндельной бабки и ее поворота, а станок снабжен, по крайней мере, несколькими дополнительными продольно-подвижными стойками со шпиндельными бабками и соответствующим количеством рабочих столов, размещенных на поворотной стойке, причем продольно-подвижные стойки расположены вокруг поворотной стойки.

Недостаток станка заключается в отсутствии мобильности его рабочей зоны из-за того, что последняя расположена на стационарной станине. Кроме того, компоновка рабочей зоны станка предполагает как установку заготовки в приспособление, так и съем готовой детали с того же приспособления лишь с одного геометрического направления. Это ограничивает функциональные свойства и станка и производственной системы, в которой он находится, а также исключает совмещение в цикле холостых перемещений и действий по установке заготовки и съему детали. Перенос детали на другой станок или на склад готовой продукции при этом не может быть выполнен без применения устройства промежуточного хранения и последующих, связанных с этим процессом, цикловых действий целевых механизмов, что усложняет конструкцию и программирование работы устройства.

Задачей изобретения является повышение мобильности производственного модуля в пространстве при расширении его системных функциональных возможностей и цикловой производительности.

Поставленная задача решается тем, что гибкий производственный модуль, содержащий стационарное основание и станину, выполненную из нижней и верхней параллельных горизонтальных плит, связанных распорными стенками по ее углам, внутри которой соосно и поперечно продольной оси смонтирована шпиндельная бабка с горизонтальным шпинделем, снабжен возвратно-поворотным позиционером с приводом и базирующим устройством, кинематически установленными на профильных стойках, закрепленных на основании и через направляющие свободных концов соосных штанг, проходящих через геометрический центр станины со стороны распорных стенок, жестко связанных со станиной, причем направляющая позиционера связана с ведомым звеном привода с возможностью качания в диапазоне  $\pm 60^\circ$ , а в плитах станины выполнены сквозные соосные пазы, размеры которых превышают размеры заготовки.

Крепление модуля на направляющих и профильных стойках создает возможность возвратно-поворотного перемещения от привода основания по стойкам через направляющие относительно центра его рабочей зоны, которая при этом ориентируется относительно той оси, с которой соосна рука робота гибкой производственной системы модуля, подготовленная к загрузке заготовки в модуль для обработки. Связь рабочей зоны модуля с пространственно движущимися работами системы по оси, перпендикулярной плоскости продольного сечения модуля для его

большей мобильности, обеспечивается выполнением сквозных и соосно расположенных пазов для загрузки через них заготовок дополнительно с двух встречных направлений по единой оси.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг. 1 изображен вид в плане; на фиг. 2 – вид по стрелке А на фиг. 1; на фиг. 3 – компоновочная схема гибкой производственной системы с данным гибким производственным модулем; на фиг. 4 – пространственная компоновка модуля и его связь с приводом возвратно-поворотного перемещения.

Гибкий производственный модуль состоит из станины, включающей в себя нижнюю 1 и верхнюю 2 параллельные горизонтальные плиты, жестко соединенные между собой распорными стенками 3 и 4 по их углам, образующими рабочую зону. На распорных стенках 3 и 4 соосно плитам 1 и 2 в продольном направлении, проходящем через геометрический центр модуля перпендикулярно вертикальной оси z, смонтированы шпиндельный центр 5 и сверлильная головка 6 с осевым 7 и радиально смещенным 8 инструментами. Шпиндельный центр 5 как привод главного движения модуля выполнен с возможностью удержания и вращения заготовки 9, которая базирована при этом соосно плитам 1 и 2 в продольном направлении. На распорных стенках 3 и 4 также установлены с возможностями взаимодействовать с заготовкой 9 при возвратно-поступательных перемещениях и вращениях револьверная 10 и фрезерная 11 инструментальные головки, двухкоординатное измерительное устройство 12 контроля размеров обработки, а также дополнительная двухкоординатная силовая головка 13 с приводом 14. В плитах 1 и 2 выполнены соосные в направлении вертикальной оси z и друг другу сквозные пазы 15 и 16, продольные и поперечные размеры которых превышают соответствующие максимальные типоразмерные размеры заготовки 9 при ее размещении в технологическом оборудовании (на фигурах не показано). На распорных стенках 3 и 4 соосно конструкции модуля закреплены штанги 17 и 18, свободные концы которых кинематически связаны с профильными стойками 19 и 20, смонтированными на стационарном основании 21, образуя возвратно-поворотный позиционер с приводом и базирующее устройство. Одна из штанг, например 18 в возвратно-поворотном позиционере связана с ведомым звеном 22 привода 23, опертым на основание 21, а вертикальная ось z модуля в крайнем при возможных угловых его перемещениях в диапазоне  $\pm 60^\circ$  совпадает с векторами подачи заготовки 9, заданными соответствующими осями рук 24 и 25 роботов 26 и 27 гибкой производственной системы, в которой установлен модуль. Центральное, относительно введенного углового диапазона  $\pm 60^\circ$  поворота модуля вокруг оси O, положение совпадает с осью руки 28 робота 29 и задает вектор рабочей зоны. Векторы рабочей зоны модуля и вспомогательные зоны обслуживания заготовок перед модулем идентичны для каждой руки 24, 25, 28 роботов 26, 27, 29. Геометрические центры всех роботов 26, 27, 29 расположены на едином расстоянии R от геометрического центра модуля, а его поперечная ось расположена под углом  $\alpha$  к базовой системе координат модуля из-за естественного размера  $g$  робота 26, 27 или 29, образующего тот же угол  $\alpha$  между рукой 24, 25 или 28 робота и осью базовой системы координат, связывающей центр модуля и этого же робота.

Работа гибкого производственного модуля протекает следующим образом. По команде системы управления (на фигурах не показана) о готовности подачи заготовки 9 любым 26, 27 или 29 роботом на обработку в модуль, находящийся в исходном положении, срабатывает привод 23 возвратно-поворотного позионера, ведомое звено которого в первом случае (для робота 26) не срабатывает, во втором случае (для робота 27) переводит вертикальную ось z модуля в направлении  $+60^\circ$  или в третьем случае (для робота 29) переводит ту же ось z в направлении  $-60^\circ$ . Этим соблюдается идентификация осей руки 24, 25 или 28 робота 26, 27 или 29 соответственно и вектора рабочей зоны модуля. После достижения соосности конкретной руки, например 24, с вертикальной осью z модуля робот 26 выполняет цикл действий по установке заготовки 9 в шпиндельный центр 5. После выхода руки робота из рабочей зоны модуля происходит заданный технологический цикл обработки заготовки 9 инструментами 7 и 8 сверлильной 6, инструментами револьверной 10, фрезерной 11, двухкоординатной 13 силовых головок, смонтированных на распорных стенах 3 и 4 верхней 2 и нижней 1 горизонтальных плит. Каждая из них имеет программно управляемые, например приводы 14. По окончании цикла обработки и контроля полученной из заготовки 9 детали двухкоординатным измерительным устройством 12 рука робота возвращается в рабочую зону модуля, снимает теперь уже деталь 9 со шпиндельного центра 5 и выносит ее за пределы модуля.

Далее выполняется операция идентификации готовности роботов 26, 27, 29 к последующему циклу и привод 23 через ведомое звено 22 передает вращение на штангу 18, которая из-за кинематической связи с профильной стойкой 20 стационарного основания 21 и распорной стенкой 4 модуля приводит во вращение модуль относительно его геометрического центра. Стабили-

зация геометрического центра модуля при вращении достигнута в базирующем устройстве введением штанги 17, закрепленной на распорной стенке 3 и кинематически зацепленной с профильной стойкой 19 того же основания 21. При этом штанги 17 и 18 соосны. Вращение модуля в зависимости от готовности соответствующего робота к загрузке в модуль очередной заготовки 9 выполняется на углы  $+60^\circ$  или  $-60^\circ$ , а в третьем случае выполнять вращение не требуется.

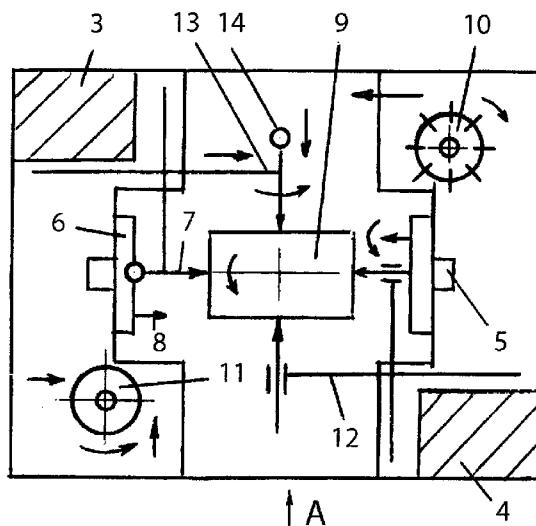
Из-за наличия в плитах 1 и 2 сквозных пазов 15 и 16, размеры которых позволяют выполнять загрузку заготовки 9 в модуль по вертикальной оси z с двух встречных и соосных направлений достигается возможность развития гибкой производственной системы с гибким производственным модулем в ее составе в пространстве.

Использование гибкого производственного модуля предлагаемой конструкции позволит повысить кинематическую мобильность и цикловую производительность производственных систем с многосвязанной структурой и участвовать в производствах с целевой специализацией мелкосерийного и единичного типов.

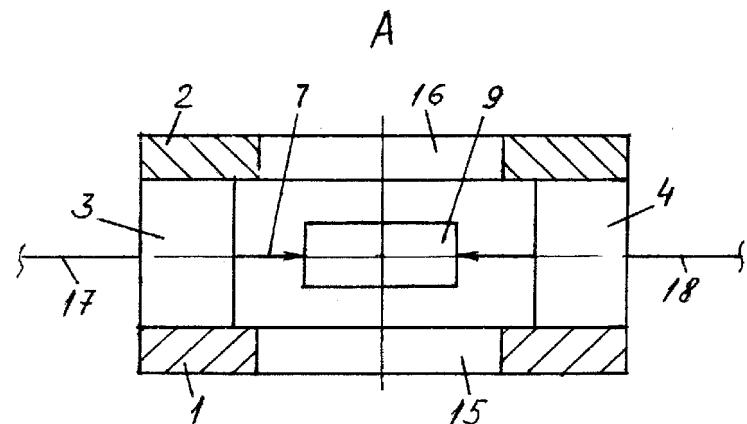
#### Формула изобретения

Гибкий производственный модуль, содержащий стационарное основание и станину, выполненную из плоскопараллельных плит, связанных призматическими перемычками по ее углам, внутри которой соосно и поперечно продольной оси смонтировано основное технологическое оборудование, отличающийся тем, что снабжен возвратно-поворотным позиционером с приводом и базирующим устройством, кинематически установленными на профильных стойках, закрепленных на основании, и через направляющие свободных концов соосных штанг, проходящих через геометрический центр станины со стороны распорных стенок, жестко связанных со станиной, причем направляющая позиционера связана с ведомым звеном привода с возможностью качания в диапазоне  $\pm 60^\circ$ , а в плитах станины выполнены сквозные соосные пазы, размеры которых превышают размеры заготовки.

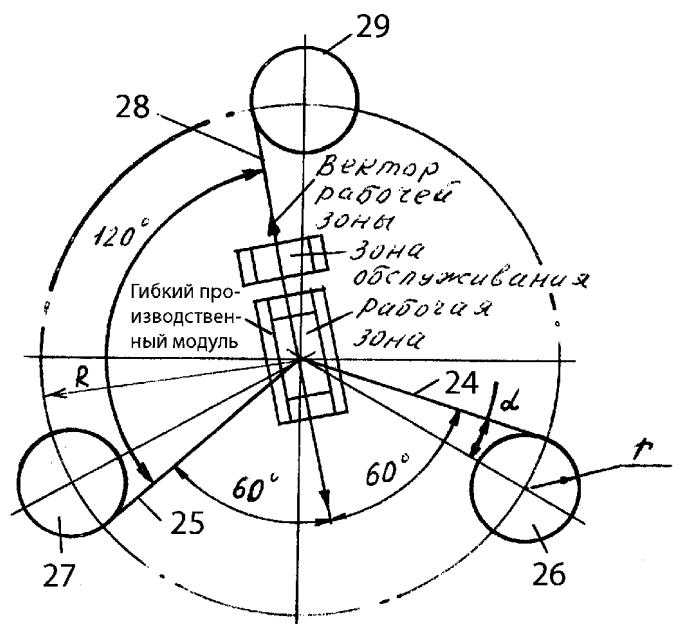
#### Гибкий производственный модуль



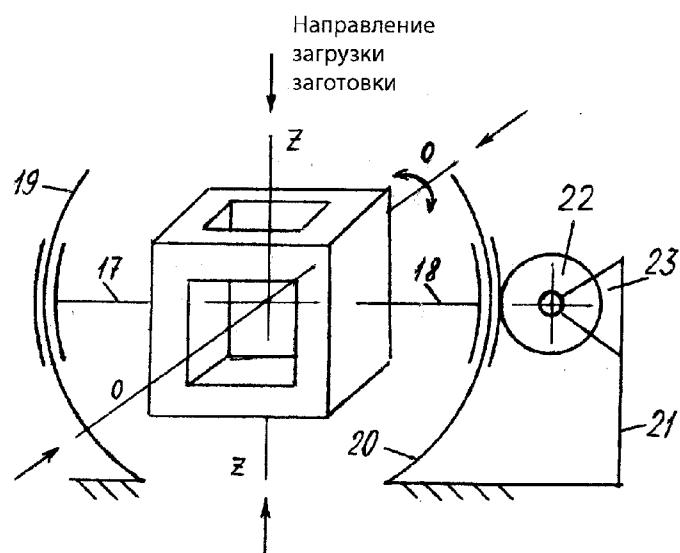
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель описания  
Ответственный за выпуск

Куттубаева А.А.  
Арипов С.К.

Государственная патентная служба КР, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03