

(19) **KG** (11) **909** (13) **C1** (46) **30.11.2006**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ПРИ
ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(51) **B23Q 41/02** (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20050029.1

(22) 06.04.2005

(46) 30.11.2006, Бюл. №11

(71)(73) Кыргызский национальный технический университет им. И. Раззакова (KG)

(72) Шаршеналиев Ж.Ш., Даровских В.Д. (KG)

(56) А.с. SU №1731593, А1, кл. B23 Q 41/02, 1992

(54) **Гибкая производственная система**

(57) Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при создании интегрированных систем автоматизированного производства изделий широкой номенклатуры и типоразмеров. Задачей изобретения является расширение кинематических и функциональных возможностей системы при упрощении конструкции, а также повышение производительности. Поставленная задача решается за счет того, что в гибкой производственной системе, состоящей из унифицированных модулей, расположенных на различных уровнях с возможностью взаимодействия друг с другом, уровни размещения модулей выполнены в виде стационарных концентрических окружностей, которые смонтированы, по крайней мере, в двух параллельных плоскостях, а модули плоскостей при этом расположены на коллинеарных осях и функционально взаимосвязаны посредством мобильных роботов модулей, центры опор которых закреплены соосно в центре гибкой производственной системы и на каждой концентрической окружности, при этом радиальные оси стационарных концентрических окружностей расположения центров мобильных роботов смещены друг относительно друга на 60° , а центры роботов выполнены с возможностью вращения и поступательного перемещения вдоль коллинеарных осей на величину, превышающую расстояние между соседними плоскостями расположения концентрических окружностей, причем руки роботов выполнены с возможностью контактирования с рабочими позициями как внутренних, соседних, так и периферийно расположенных модулей, а рабочие позиции системы разнесены относительно коллинеарных осей модулей на величину радиуса вращения рук мобильных роботов в координаты сопряжения модулей разных типоразмеров друг с другом. Гибкая производственная система имеет расширенные кинематические и функциональные возможности, типовые циклы, синхронизацию и технологическую совместимость, при упрощении приводов роботов и программирования, а также низкие внецикловые потери и простои, что повышает технологическую производительность. 1 ил.

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при создании интегрированных систем автоматизированного производства изделий широкой номенклатуры и типоразмеров.

(19) **KG** (11) **909** (13) **C1** (46) **30.11.2006**

Известна гибкая производственная система, содержащая элементарные ячейки, включающие технологическое, транспортное и складское оборудование, систему управления, при этом часть элементарных ячеек выполнена с возможностью осуществления технологических функций, а часть – с возможностью осуществления складских функций, при этом технологические ячейки размещены вокруг каждой складской ячейки с возможностью взаимодействия с последней и одна с другой по соприкасающимся граням, причем технологическое оборудование выполнено в виде универсального модуля с возможностью совмещения технологических и транспортных функций (А.с. SU №1650389, А1, кл. В23Q 41/02, 1991).

К недостаткам гибкой производственной системы следует отнести двукратное завышение габаритов ее производственной площади из-за не рациональной организации складских ячеек, выполненных тождественно технологическим ячейкам, а также невозможность организации типовых функциональных циклов, стабилизирующих длительность рабочих процессов и синхронизирующих взаимодействие ячеек друг с другом. Необходимость выполнения не равновесных функциональных циклов и в зонах соседних технологических ячеек приводит к внецикловым потерям времени и, соответственно, к потере цикловой производительности системы. Кроме того, система реализована на плоскости и не имеет перспектив к развитию в пространство, а пространственная мобильность технологического модуля ухудшает его динамические процессы, что требует их замедления и создает дополнительные издержки на программирование работы.

Также известна гибкая производственная система, содержащая элементарные ячейки, включающие накопители инструмента, приспособлений и заготовок, унифицированные модули, выполненные с возможностью совмещения технологических и транспортных функций и установленные с возможностью взаимодействия друг с другом по соприкасающимся граням, при этом элементарные ячейки размещены, по меньшей мере, в двух уровнях, а каждый из унифицированных моделей установлен с возможностью взаимодействия, взаимной настройки и совместного выполнения технологических и транспортных операций с окружающими его унифицированными модулями, а также размещения в его рабочей зоне накопителей инструмента, приспособлений и заготовок (А.с. SU №1731593, А1, кл. В23Q 41/02, 1992).

Недостаток известной системы заключается в ограниченных кинематических возможностях системы, конструктивной сложности приводов унифицированных модулей и высокой трудоемкости программирования технологических и транспортных операций. Нарастивание уровней расположения унифицированных модулей исключает возможность непрерывного развития технологии из-за нарушения принципа агрегатно-модульного построения системы, а перевод объекта производственного процесса с модуля на модуль требует участия от двух до трех унифицированных модулей одновременно, что ограничивает интенсивность потоков объектов в системе и приводит к возникновению простоев предыдущих, согласно технологии, и последующих модулей.

Задачей изобретения является расширение кинематических и функциональных возможностей системы при упрощении конструкции, а также повышение производительности.

Поставленная задача решается за счет того, что в гибкой производственной системе, состоящей из унифицированных модулей, расположенных на различных уровнях с возможностью взаимодействия друг с другом, уровни размещения модулей выполнены в виде стационарных концентрических окружностей, которые смонтированы, по крайней мере, в двух параллельных плоскостях, а модули плоскостей при этом расположены на коллинеарных осях и функционально взаимосвязаны посредством мобильных роботов модулей, центры опор которых закреплены соосно в центре гибкой производственной системы и на каждой концентрической окружности, при этом радиальные оси стационарных концентрических окружностей расположения центров мобильных роботов смещены друг относительно друга на 60° , а центры роботов выполнены с возможностью вращения и поступательного перемещения вдоль коллинеарных осей на величину, превышающую расстояние между соседними плоскостями расположения концентрических окружностей, причем руки роботов выполнены с возможностью контактирования с рабочими позициями как внутренних, соседних, так и периферийно расположенных модулей, а рабочие позиции системы разнесены относительно коллинеарных осей модулей на величину радиуса вращения рук мобильных роботов в координаты сопряжения модулей разных типоразмеров друг с другом.

Гибкая производственная система представлена на фигуре.

Гибкая производственная система состоит из унифицированных модулей на стационарных уровнях 1, 2, 3, ..., n, концентричных относительно начала плоской системы координат $X_0O_0Y_0$. На стационарных уровнях смонтированы опоры (4, 5, 6, 7, 8, 9)ⁱ модулей, где $i=1, 2, 3, \dots, n$ есть порядковый номер концентрично расположенного стационарного уровня. На опорах установлены

мобильные транспортные средства (10, 11, 12, 13, 14, 15)ⁱ, выполненные в виде роботов модулей, причем радиальные оси концентрических окружностей расположения центров роботов смещены друг относительно друга на 60°. Мобильные роботы выполнены многорукими и каждая рука 16, 17, 18 или 19 каждого робота при этом выполнена с возможностью взаимодействовать с рабочими позициями 20, 21, 22, 23, являющимися основными технологическими средствами. Рабочие позиции 20, 21, 22 и 23 установлены на расстоянии радиуса R_i от центра опоры 4, 5, 6, 7, 8, 9 любого робота в координатах сопряжения окружностей друг с другом. В результате этого рабочие позиции оказываются в зоне достижения не только соответствующего им робота, но и того робота, типоразмер которого меньше или больше исходного. Независимо от количества стационарных уровней 1, 2, 3,...n рабочие позиции, диаметрально смещенные к центру O_0 системы координат $X_0O_0Y_0$ и обслуживаемые роботами уровня 1, выполнены с возможностью взаимодействия с руками 24, 25, 26, 27, 28, 29 робота, опора 30 которого смонтирована в центре O_0 .

Все опоры роботов, ориентированных в плоскости 31 с координатами $X_0O_0Y_0$, выполнены мобильными относительно осей O_0O_1 , (4-4¹, 5-5¹, 6-6¹, 7-7¹, 8-8¹, 9-9¹)ⁱ. Названные оси коллинеарные и совпадают с направлением единой оси Z пространственной системы координат X_0Y_0Z гибкой производственной системы.

Кроме того, все опоры выполнены с возможностью вращения вокруг их центров и введенных коллинеарных осей (4-4¹, 5-5¹, 6-6¹, 7-7¹, 8-8¹, 9-9¹)ⁱ и единой оси O_0O_1 (Z) системы координат X_1ZY_1 . Из-за этого каждая рабочая позиция (20, 21, 22, 23)ⁱ каждого стационарного уровня i контактирует с рукой (16, 17, 18, 19)ⁱ соответствующего робота. При этом кинематическая подвижность каждой опоры роботов превышает расстояние между замыкающими плоскостями 31 ($X_0O_0Y_0$) и 32 ($X_1O_1Y_1$) расположения стационарных уровней в направлении Z . Общее количество плоскостей расположения стационарных уровней задано технологической необходимостью.

Процесс функционирования гибкой производственной системы протекает следующим образом. Загрузка системы заготовками выполняется роботом, смонтированным на опоре 30. Заготовки подводятся к рукам 24, 25, 26, 27, 28, 29 этого робота питателями, которые на фигуре не показаны. Первоначально загружаются шесть рабочих позиций 23¹. Обработанные детали (на фигуре не показаны) руками (16, 17, 18, 19)¹ роботов на уровне расположения их опор (4, 5, 6, 7, 8, 9)¹ переносятся в рабочие позиции (20 или 21, или 22, или 23)². При этом, позиция 21¹ первого уровня совпадает с позицией 23² второго уровня и т. д. Детали, изготовленные в рабочих позициях (20, 21, 22 или 23)² перемещаются в любые рабочие позиции данного уровня, а выход на более высокий технологический уровень обеспечен через позицию 21² (23³) любого модуля. Последние обслуживаются уже руками (16, 17, 18, 19)² роботов на опорах (4, 5, 6, 7, 8, 9)². В рабочих позициях (20, 21, 22, 23)ⁱ любого уровня выполняются не только обрабатывающие (формообразующие), но и термообрабатывающие, сборочные, окрасочные, маркировочные и иные операции. Перемещения сборочных единиц и далее изделий происходит до рабочих позиций 21ⁱ конечного уровня n . Названные позиции освобождаются устройствами внешней среды (на фигуре не показаны).

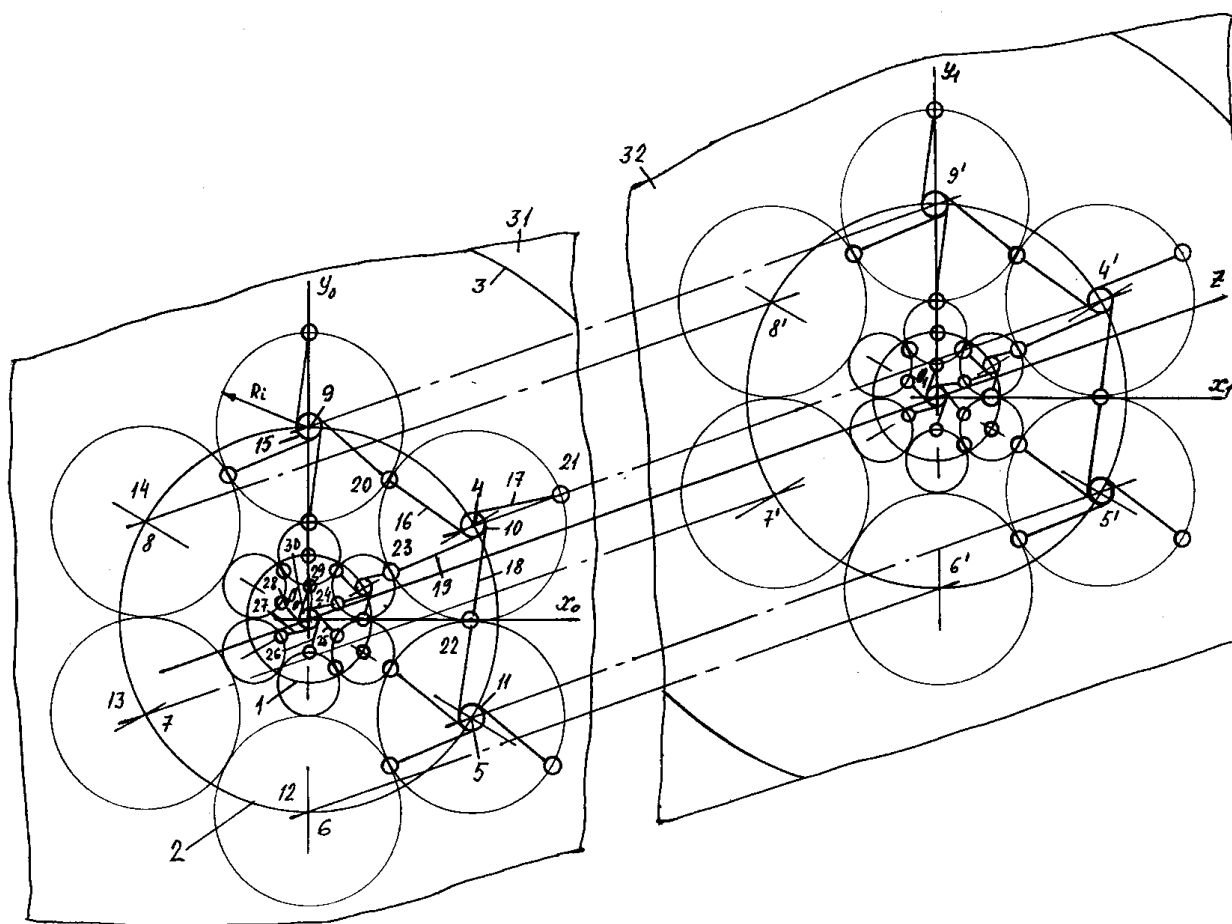
Опоры 30 (4, 5, 6, 7, 8, 9)ⁱ роботов в необходимых ситуациях перемещаются вдоль осей O_0O_1 , (44¹, 55¹, 66¹, 77¹, 88¹, 99¹)ⁱ, обеспечивая перенос заготовок, деталей, сборочных единиц, изделий или их комплектующих между плоскостями 31,...,32 базирования систем координат $X_0O_0Y_0...X_1O_1Y_1$ в направлении Z . При этом опоры роботов, принадлежащие непосредственной плоскости 31,...,32, перемещаются в том же направлении на шаг и освобождают позиции. Запас хода в направлении $\pm Z$ вдоль каждой оси за пределы замыкающих систему плоскостей 31 и 32 обеспечивает необходимое смещение опорам каждого робота в названных плоскостях на шаг за пределы системы. Освобожденные позиции используются иными роботами для материально-информационного обмена.

Преимущества гибкой производственной системы заключаются в расширенных кинематических и функциональных возможностях, экономии производственной площади из-за возможности неограниченного пространственного развития системы, обеспечении типовых циклов функционирования, гарантирующих условия их синхронизации и технологической совместимости, упрощении приводов роботов и их программирования, достижении автономности действия каждого модуля, а также в снижении внецикловых потерь и простоев, что повышает технологическую производительность.

Формула изобретения

Гибкая производственная система, состоящая из унифицированных модулей, расположенных на различных уровнях с возможностью взаимодействия друг с другом, отличающаяся

тем, что уровни размещения модулей выполнены в виде стационарных концентрических окружностей, которые смонтированы, по крайней мере, в двух параллельных плоскостях, а модули плоскостей при этом расположены на коллинеарных осях и функционально взаимосвязаны посредством мобильных роботов модулей, центры опор которых закреплены соосно в центре гибкой производственной системы и на каждой концентрической окружности, при этом радиальные оси стационарных концентрических окружностей расположения центров мобильных роботов смещены друг относительно друга на 60° , а центры роботов выполнены с возможностью вращения и поступательного перемещения вдоль коллинеарных осей на величину, превышающую расстояние между соседними плоскостями расположения концентрических окружностей, причем руки роботов выполнены с возможностью контактирования с рабочими позициями как внутренних, соседних, так и периферийно расположенных модулей, а рабочие позиции системы разнесены относительно коллинеарных осей модулей на величину радиуса вращения рук мобильных роботов в координаты сопряжения модулей разных типоразмеров друг с другом.



Фиг.

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Казакбаева А.М.
Арипов С.К.