

(19) **KG** (11) **908** (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) 20050014.1

(22) 24.02.2005

(46) 30.11.2006, Бюл. №11

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

(72) Даровских В.Д. (KG)

(56) А.с. SU №1495072, кл. B23Q 41/02, 1989

(54) Способ позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы

(57) Изобретение относится к автоматизации технологических процессов и производств в машиностроении, преимущественно для гибких производственных систем обработки, сборки, нанесения покрытий, упаковки и хранения. Задачей изобретения является повышение надежности гибкой производственной системы при упрощении ее реализации. Поставленная задача решается тем, что в способе позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы, заключающемся в размещении рабочих позиций системы по ходу ведения технологического процесса, каждая рабочая позиция смонтирована радиально относительно центра системы под углами 60° к соседним рабочим позициям, размещенным в единой плоскости, и выполнена мобильной, для чего ее перемещают линейно вдоль оси центра системы, перпендикулярной плоскости расположения радиально установленных рабочих позиций на величину, кратную технологически регламентированному дискретному шагу, и врачают одновременно с линейным перемещением относительно оси центра системы на шаговый угол, кратный 60° , при этом каждую рабочую позицию организуют из шести единиц основного технологического оборудования и робота, которые кинематически взаимосвязаны друг с другом, причем каждая единица оборудования размещена радиально относительно центра рабочей позиции в вершинах шестиугольника, а робот движут радиально от центра рабочей позиции до оборудования и вдоль оси центра рабочей позиции коллинеарной оси центра системы и врачают относительно осей центра рабочей позиции и непосредственно системы от оборудования к оборудованию. Количество основных технологических оборудований на каждом дискретном уровне и в каждой плоскости расположения рабочих позиций изменяют от шести, двенадцати, восемнадцати, двадцати четырех соответственно. 1 н. и 1 з. п. ф.-лы. 9 ил.

Изобретение относится к автоматизации технологических процессов и производств в машиностроении, преимущественно для гибких производственных систем обработки, сборки, нанесения покрытий, упаковки и хранения.

Известен способ управления гибкой производственной системой путем приоритетного обслуживания технологического оборудования объектами транспортирования, при котором в первую очередь обслуживают оборудование с наименьшим оставшимся временем работы и после-

(19) **KG** (11) **908** (13) **C1** (46) **30.11.2006**

довательно производят обслуживание технологического оборудования, начиная с той единицы, у которой время оставшейся работы равно суммарному времени обслуживания всего оборудования, при этом к каждой единице технологического оборудования подается такое количество объектов, которое определяется из условия, что минимальное время использования указанных объектов равно сумме времени обслуживания всего технологического оборудования и устранения аварийных ситуаций (А.с. SU №1553336, А1, кл. В23Q 41/02, 1990).

Недостаток данного способа заключается в том, что регламентом для управления выбраны трудоемкости технологии и устранения неисправностей, первые из которых нормированы, но случайны, а вторые случайны и не известны заранее. Поэтому возникают эффекты запаздывания поступления информации в систему управления и, соответственно, задержки выдачи сигналов управления. Это снижает цикловую производительность процесса и эффективность способа, а при значительном превышении трудоемкостью устранения неисправностей длительности рабочего цикла технологии способ и вовсе неприменим.

Известен способ сборки изделий на автоматической сборочной линии спутникового типа, при котором изделия собирают на спутниках, перемещающихся по сборочным конвейерам линии, вдоль которых расположены рабочие сборочные места, по определяемым технологией сборки и структурой рабочих мест маршрутам, а узлы изделия собирают на этой же линии на нескольких, по меньшей мере, двух спутниках, которые затем, после сборки узлов, одновременно подают на одно из рабочих мест для сборки изделия путем монтажа узлов на одном из спутников, на котором установлен, например, базовый узел изделия, причем, по меньшей мере, через одно рабочее место проходят несколько параллельно расположенных друг к другу сборочных конвейеров, по которым на это рабочее место подают спутники с собранными узлами и на котором осуществляют сборку изделия (А.с. SU №1495072, кл. В23Q 41/02, 1989).

Недостаток способа заключается в сложности автоматизированной сборочной линии и управления ею, а также в низкой надежности способа. Каждое рабочее место оснащено четырьмя конвейерами, а рабочие места в совокупности обслуживаются еще двумя поперечными конвейерами, причем каждый конвейер имеет соответствующую систему адресования. Создана система с избыточными элементами. Все рабочие места посредством конвейеров организованы в линейную структуру, имеющую наименьшую вероятность безотказной работы, которая характеризует надежность линии, среди иных структурных решений, из-за чего при возникновении аварийной ситуации на любом рабочем месте возникают либо существенные внецикловые потери от перевода через действующие рабочие места паразитных спутников, либо блокировки работоспособных рабочих мест.

Задачей изобретения является повышение надежности гибкой производственной системы при упрощении ее реализации.

Поставленная задача решается тем, что в способе позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы, заключающемся в размещении рабочих позиций системы по ходу ведения технологического процесса, каждая рабочая позиция смонтирована радиально относительно центра системы под углами 60° к соседним рабочим позициям, размещенным в единой плоскости, и выполнена мобильной, для чего ее перемещают линейно вдоль оси центра системы, перпендикулярной плоскости расположения радиально установленных рабочих позиций на величину, кратную технологически регламентированному дискретному шагу, и врачают одновременно с линейным перемещением относительно оси центра системы на шаговый угол, кратный 60° , при этом каждую рабочую позицию организуют из шести единиц основного технологического оборудования и робота, которые кинематически взаимосвязаны друг с другом, причем каждая единица оборудования размещена радиально относительно центра рабочей позиции в вершинах шестиугольника, а робот движут радиально от центра рабочей позиции до оборудования и вдоль оси центра рабочей позиции коллинеарной оси центра системы и врачают относительно осей центра рабочей позиции и непосредственно системы от оборудования к оборудованию. Количество основных технологических оборудований на каждом дискретном уровне и в каждой плоскости расположения рабочих позиций изменяют от шести, двенадцати, восемнадцати, двадцати четырех соответственно.

В гибкой производственной системе исключены многочисленные продольные и поперечные конвейеры и, соответственно, операции передачи деталей и сборочных единиц между ними. Сокращение числа элементов в системе гарантирует повышение вероятности безотказной работы и не только цикловой, но и фактической производительности.

Гибкая производственная система показана на фиг. 1; на фиг. 2-5 представлены варианты кинематических положений рабочих позиций гибкой производственной системы после соответствующих управлений ими; на фиг. 6, 7, 8 и 9 изображены виды по стрелкам А, Б, В, Г на фиг. 2, 3, 4, 5 соответственно.

Гибкая производственная система выполнена из шести рабочих позиций 1, 2, 3, 4, 5, 6, смонтированных в единой плоскости и радиально на свободных концах траверс 7, 8, 9, 10, 11, 12 относительно центра 13 системы. Траверсы 7, 8, 9, 10, 11, 12 равной длины установлены под углами в 60° друг к другу. Каждая траверса 7, 8, 9, 10, 11, 12 с соответствующими рабочими позициями 1, 2, 3, 4, 5, 6 выполнена с возможностью линейного и углового перемещений относительно оси 13-14 системы, начинающейся в ее центре 13 и ориентированной перпендикулярно плоскости расположения рабочих позиций 1, 2, 3, 4, 5, 6. Кинематическая связь траверс 7, 8, 9, 10, 11, 12 с осью 13-14 системы на фигурах не показана. Общая длина оси 13-14 системы зависит от величины дискретного шага ℓ линейного перемещения рабочей позиции и количества этих дискретных перемещений. При этом величина шага ℓ превышает габариты конкретной рабочей позиции в направлении этой оси, причем итоговая кинематическая длина последней составляет 5ℓ . Позиции, задаваемые каждым дискретным шагом ℓ на оси 13-14 системы, определяют уровень перпендикулярной этой оси плоскости расположения соответствующей рабочей позиции при условии их позиционирования. Установлен и минимальный шаговый угол γ поворота рабочих позиций 1, 2, 3, 4, 5, 6 вокруг оси 13-14, который равен углу между траверсами 7, 8, 9, 10, 11, 12 рабочих позиций и составляет 60° .

Все рабочие позиции 1, 2, 3, 4, 5, 6 снабжены шестью единицами основных технологических средств 15, 16, 17, 18, 19, 20, расположенных в единой плоскости. Плоскости расположения рабочих позиций и оборудования совпадают. Каждое оборудование установлено радиально относительно рабочей позиции на траверсах 21, 22, 23, 24, 25, 26 равной длины. Траверсы ориентированы под углами 60° друг к другу. Образованные таким образом условные равносторонние шестиугольники, в вершинах которых размещено основное технологическое оборудование системы, выполнены с возможностью контактирования друг с другом двумя вершинами (оборудованием) с каждым соседним шестиугольником. Общее количество оборудования системы, расположенных в одной исходной плоскости, таким образом, составляет 24.

Рабочие позиции 1, 2, 3, 4, 5, 6 и общий исходный центр 13 системы снабжены модульными роботами 27, 28, выполненными с возможностью линейного и углового перемещений относительно осей 13-14 системы и 1-29 рабочих позиций, которые коллинеарны. Величины рабочих линейных и угловых перемещений роботов 27 и 28 определяются введенными дискретным шагом ℓ по оси 13-14 системы и шаговым углом γ вокруг этой же оси. Это обеспечивает возможность рабочим позициям 1, 2, 3, 4, 5, 6 последовательно базироваться в плоскостях 31, 32, 33, 34, 35, 36 при переменной угловой ориентации данных рабочих позиций. Каждый модульный робот оснащен шестью руками 30, установленными с возможностью взаимодействия с каждым основным технологическим оборудованием системы, которые имеют радиальную относительно осей 13-14 и 1-29 кинематическую подвижность.

Способ позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы реализуется следующим образом. В исходном положении рабочие позиции 1, 2, 3, 4, 5, 6 и соответствующие каждой из них основные технологические оборудование 15, 16, 17, 18, 19, 20 с траверсами 7, 8, 9, 10, 11, 12 и 21, 22, 23, 24, 25, 26 ориентированы в единой плоскости 31 (фиг. 2, 6). При этом количество оборудования системы равно двадцати четырем. Кинематические возможности системы не реализуются: $\ell = 0$ и $\gamma = 0$.

На первом этапе в результате соответствующего управления каждая $(i+1)$ -я рабочая позиция, где i – четный (нечетный) порядковый номер позиции, смещается линейно на шаг ℓ вдоль оси 13-14 и поворачивается в любом направлении (по или против часовой стрелки) на шаговый угол γ вокруг этой же оси. При этом рабочие позиции, например, 1, 3, 5 остаются в исходной плоскости 31 (фиг. 3, 7), а рабочие позиции 2, 4, 6 устанавливаются в плоскости 32, причем оборудование рабочих позиций каждой плоскости также соосны. Общее число оборудований системы возрастает до тридцати шести, а в каждой из двух плоскостей 31 и 32 готовы к эксплуатации по восемнадцать основных технологических средств.

На следующем этапе позиционированию подвергаются диаметрально расположенные рабочие позиции 1 и 4, 3 и 6, причем первая пара рабочих позиций смещается в плоскость 33 из плоскости 31 (фиг. 4, 8), т.е. на шаг 2ℓ , и поворачивается на шаговый угол γ в направлении по ча-

совой стрелке относительно оси 13-14 системы. Вторая пара рабочих позиций при этом смещается линейно в плоскость 32 из плоскости 31, т. е. на величину ℓ и поворачивается на шаговый угол γ относительно той же оси, но в направлении, противоположном вращению первой пары рабочей позиции. В результате операции позиционирования общее количество основных технологических оборудований в системе не изменяется и составляет тридцать шесть, а их количество в каждой плоскости 31, 32 и 33 равно двенадцати.

В окончательном варианте позиционирования (фиг.5, 9) каждая рабочая позиция, за исключением исходной, следующая за предыдущей, перемещается линейно вдоль оси 13-14 на дискретный шаг ℓ , а их вращение вокруг той же оси организовано на шаговые углы $\gamma, 2\gamma, 3\gamma, 4\gamma, 5\gamma$ соответственно. При этом каждая рабочая позиция размещается в индивидуальной плоскости 31, 32, 33, 34, 35, 36 на единой оси, а их оборудования также соосны. Это позволяет достичь тридцати шести единиц основных технологических оборудований в системе при наличии шести оборудования в каждой плоскости.

Удовлетворение условия соосности рабочих позиций и основных технологических оборудований независимо от их нахождения в заданной позиции вдоль осей 13-14 и 1-29 гарантирует беспрепятственное линейное перемещение роботов 27 и 28 между плоскостями 31, 32, 33, 34, 35, 36 и обслуживание всех основных оборудования. Для этого руки 30 робота 27 или 28 радиально перемещаются в рабочую зону (на фигурах не показана) оборудования и в обратном направлении, а далее вращаются относительно осей 13-14 и 1-29 на шаговый угол γ , который равен 60° , от одного оборудования к другому.

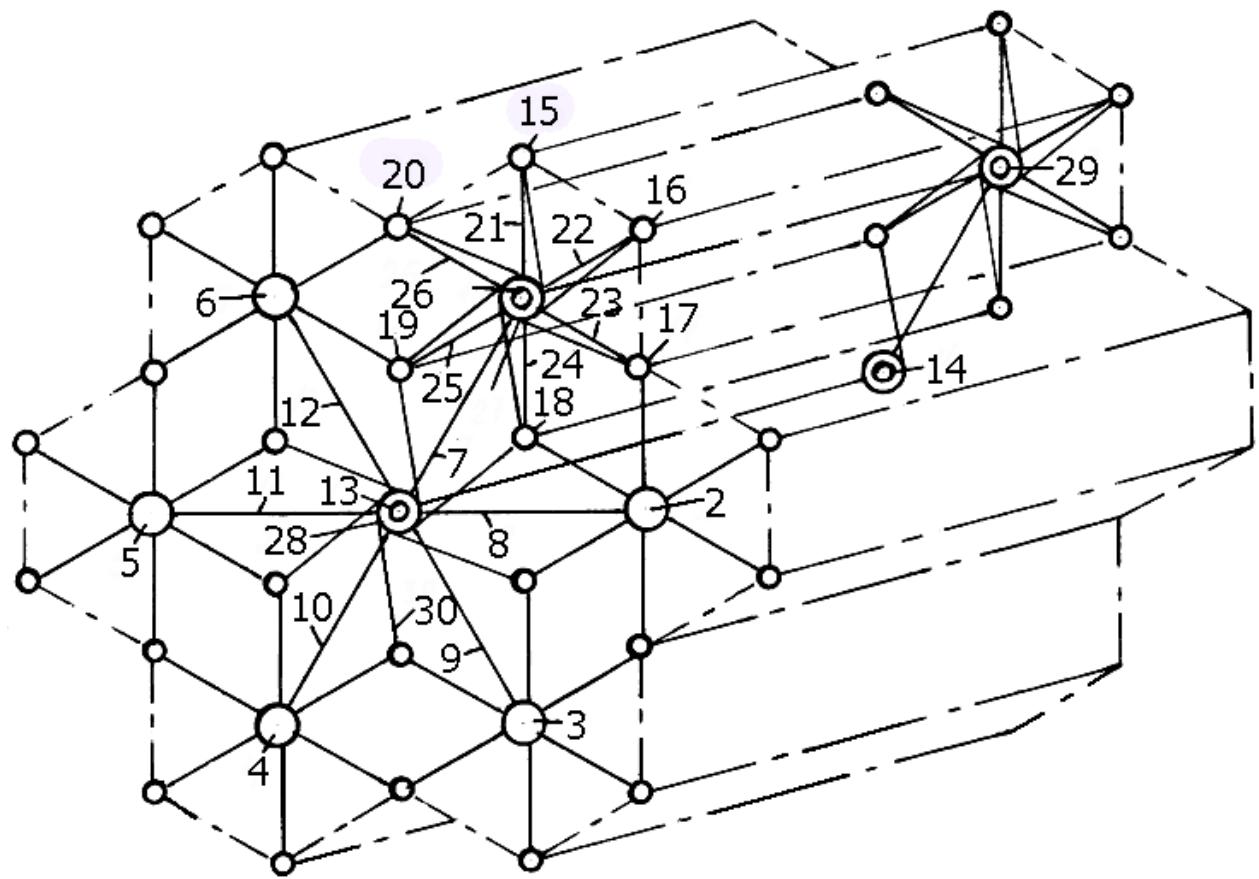
Применение способа позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы создает условия для организации в системе модульных рабочих позиций и автономных участков из них, у которых 6, 12, 18, 24 или 36 единиц основных технологических средств, связанных роботами. При этом количество участков составляет или 1, или 2, или 3, или 6. В зависимости от введенного типа производства в работу вступает специальный, специализированный, целевой или универсальный вариант гибкой производственной системы, что исключает системную избыточность, повышает как надежность, так и фактическую производительность гибкой производственной системы. В системе исключены внецикловые потери, поскольку, во-первых, ее переналадка допустима в основном технологическом режиме; во-вторых, система организована на многосвязной структуре, где обеспечены взаимосвязи каждого основного технологического оборудования со всеми другими, включенными в систему. Это и определяет конструктивную простоту гибкой производственной системы.

Формула изобретения

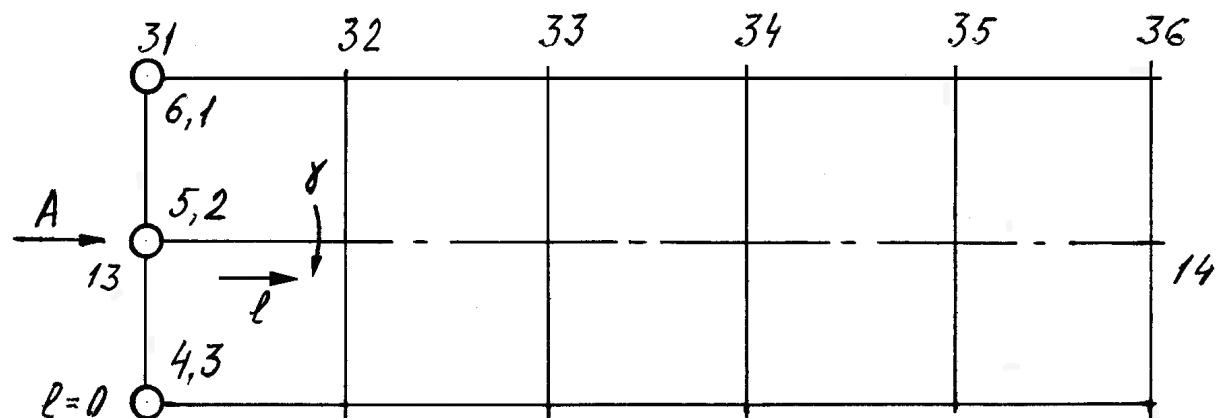
1. Способ позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы, заключающийся в размещении рабочих позиций системы по ходу ведения технологического процесса, отличающийся тем, что каждая рабочая позиция смонтирована радиально относительно центра системы под углами 60° к соседним рабочим позициям, размещенным в единой плоскости, и выполнена мобильной, для чего ее перемещают линейно вдоль оси центра системы, перпендикулярной плоскости расположения радиально установленных рабочих позиций на величину, кратную технологически регламентированному дискретному шагу, и вращают одновременно с линейным перемещением относительно оси центра системы на шаговый угол, кратный 60° , при этом каждую рабочую позицию организуют из шести единиц основного технологического оборудования и робота, которые кинематически взаимосвязаны друг с другом, причем каждая единица оборудования размещена радиально относительно центра рабочей позиции в вершинах шестиугольника, а робот движут радиально от центра рабочей позиции до оборудования и вдоль оси центра рабочей позиции коллинеарной оси центра системы и вращают относительно осей центра рабочей позиции и непосредственно системы от оборудования к оборудованию.

2. Способ позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы по п. 1, отличающийся тем, что количество основных технологических оборудования на каждом дискретном уровне и в каждой плоскости расположения рабочих позиций изменяют от шести, двенадцати, восемнадцати, двадцати четырех соответственно.

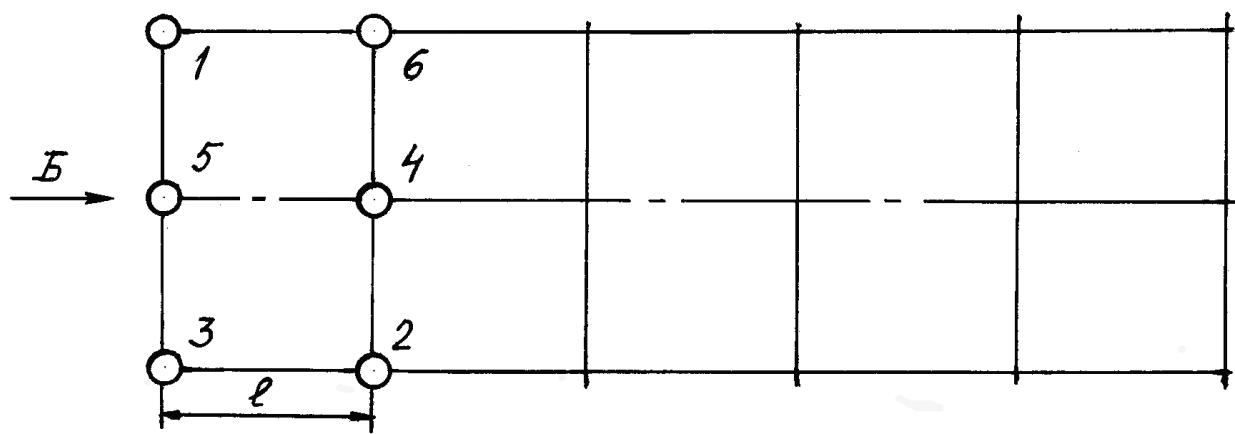
Способ позиционирования рабочих позиций гибкой производственной системы



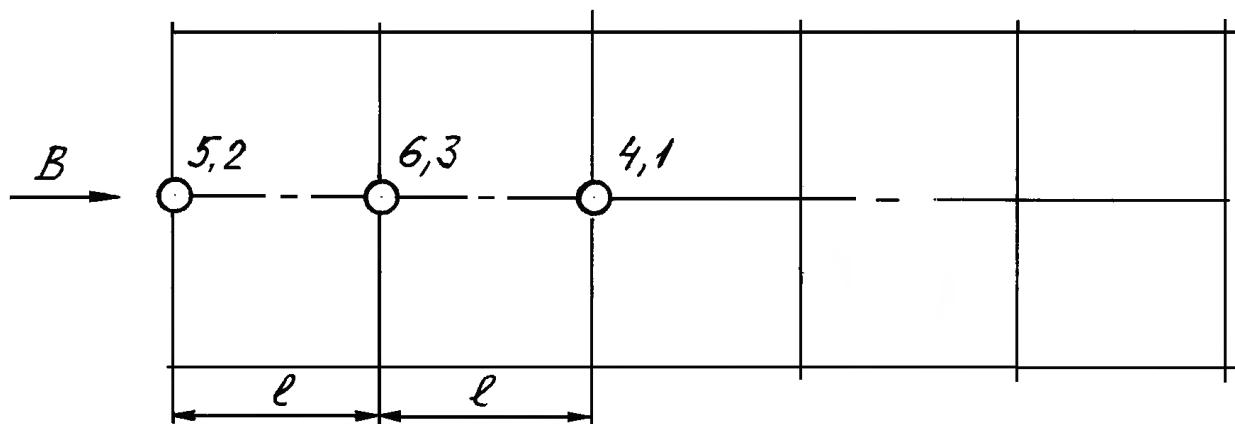
Фиг. 1



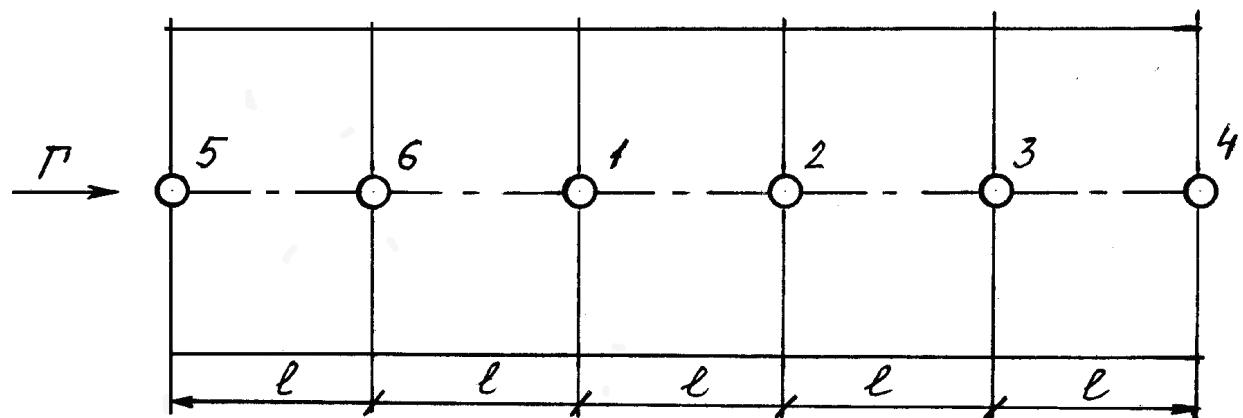
Фиг. 2



Фиг. 3



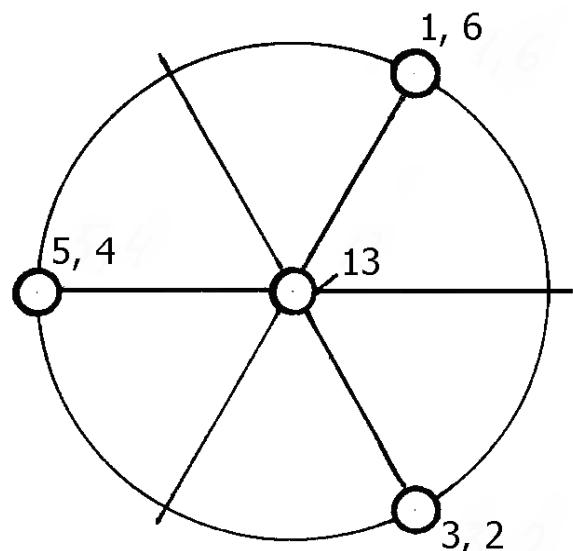
Фиг. 4



Фиг. 5

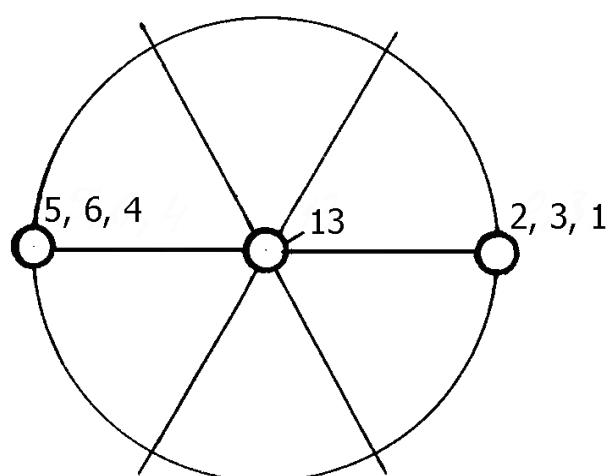
Фиг. 6

Б



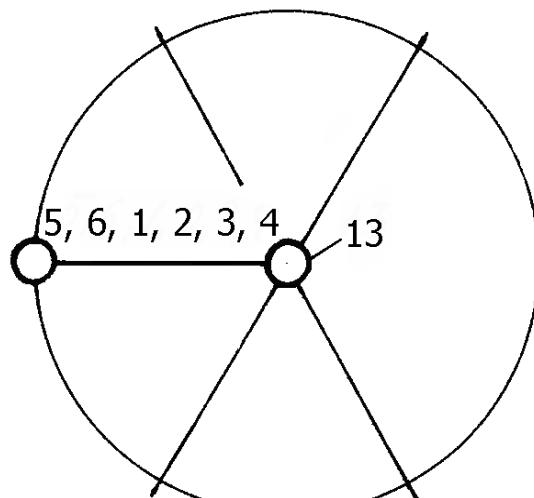
Фиг. 7

В



Фиг. 8

Г



Фиг. 9

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Казакбаева А.М.
Арипов С.К.

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