

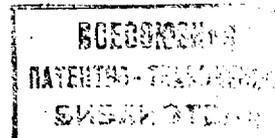


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1583229 A1**

(51)5 В 23 F 5/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4346240/31-08
(22) 18.12.87
(46) 07.08.90. Бюл. № 29
(71) Новополоцкий политехнический институт им. Ленинского комсомола Белоруссии
(72) А.И. Голембиевский
(53) 621.8-209.3 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1324778, кл. В 23 Q 15/12, 1987.

(54) РОТОРНЫЙ ЗУБОДОЛБЕЖНЫЙ СТАНОК

(57) Изобретение относится к станкостроению и может быть использовано при проектировании роторных зубодолбежных станков, оснащенных устройством ЧПУ. Цель изобретения - повышение точности за счет учета погрешности позиционирования приводов. В станке образованы каналы синхронизации ротор - круговые столы, образованные импульсным измерительным преобразователем, счетчиком с блоком передаточных отношений, блоком элементов И, блоком фазовых дискриминаторов, количество которых равно количеству столов, блоком счетчиков, соединенными с импульсными измерительными преобразователями, установ-

2
ленными на круговых столах. Вход блока счетчиков соединен с блоками передаточных отношений через элементы И. Выходы блока фазовых дискриминаторов через блок суммирующих усилителей и через блок коммутаторов соединены с электродвигателем привода стола. Каналы синхронизации шпинделей - круговые столы состоят из импульсно-измерительных преобразователей, соединенных с блоком счетчиков через блок элементов И, подключены к входам блока фазовых дискриминаторов каналов синхронизации ротор - круговые столы, таким образом осуществляя взаимную корректировку позиционирования. Каналы коррекции приводов шпинделей состоят из генератора эталонных импульсов счетчика и блока передаточных отношений. Выход счетчика соединен с вторыми входами блока фазовых дискриминаторов, блока счетчиков, блока импульсно-аналоговых преобразователей и блока суммирующих усилителей, соединенных с устройством ЧПУ. Выходы блока суммирующих усилителей через блок путевого управления соединен с электродвигателем соответствующих шпинделей. 4 ил.

Изобретение относится к станкостроению и может быть использовано при проектировании роторных зубодолбежных станков, оснащенных устройством ЧПУ.

Цель изобретения - повышение точности за счет учета погрешности позиционирования приводов.

На фиг.1 приведена схема приводов роторного зубодолбежного станка; на фиг.2 - вид А на фиг.1; на фиг.3 - блок-схема задающих координат устройства для синхронизации приводов; на фиг.4 - блок-схема ведомых координат.

(19) **SU** (11) **1583229 A1**

Станок содержит электродвигатель 1, управляемый от устройства ЧПУ 2 через блок 3 управления, кинематически связанный посредством червячной передачи 4 с ротором 5, смонтированным на колонне 6 и базирующемся на станине 7.

На роторе 5 равномерно по окружности с возможностью движения по круговым направляющим размещены круговые столы 8. Привод каждого кругового стола осуществляется от отдельного электродвигателя 9 через зубчатую передачу 10.

На каждом круговом столе 8 смонтирован делительный стол 11, получающий круговую подачу от кинематически связанного с ним электродвигателя 12.

На роторе 5 установлены инструментальные суппорты 13 в количестве, равном количеству делительных столов. В каждом суппорте 13 смонтирован шпиндель 14, несущий стандартный долбяк.

Привод поступательно-возвратного движения шпинделя осуществляется от электродвигателя 15, кинематически связанного с кулисным механизмом 16 шпинделя. Привод вращательного движения шпинделя 14 осуществляется от электродвигателя 17.

Ротор 5 и шпиндели 14 являются задающими координатами устройства для синхронизации круговых и делительных столов с ротором и шпинделями. Это устройство выполнено по схеме задающая - ведомая координата в виде каналов синхронизации.

Количество каналов синхронизации ротор-круговые столы равно количеству круговых столов (на фиг.3 и 4 показано три канала). Эти каналы содержат общий импульсный измерительный преобразователь 18, кинематически связанный посредством зубчатой передачи 19 с ротором 5 и соединенный со счетчиком 20, оснащенным блоком 21 передаточных отношений. Выход счетчика 20 через блок элементов И 22 соединен с первыми входами блока фазовых дискриминаторов 23, количество которых равно количеству круговых столов 8. Вторые входы блока фазовых дискриминаторов 23 соединены с выходами блока 24 счетчика, соединенных своими входами с импульсными измерительными преобразователя-

ми 25, установленными на круговых столах 8.

Блок счетчиков 24 соединен с двумя общими блоками 26 и 27 передаточных отношений соединенными со счетчиками параллельно через два элемента И 28 и 29. Выходы блока 23 фазовых дискриминаторов через блок 30 импульсно-аналоговых преобразователей соединены с вторыми входами блока 31 суммирующих усилителей.

Первые входы блока 31 суммирующих усилителей соединены через блок 32 ключей с блоком 33 подачи врезания и через блок 34 ключей с блоком 35 позиционирования.

Выходы блока 31 суммирующих усилителей через блок 36 ключей и блок 37 усилителей мощности соединен с электродвигателями 9 привода соответствующего кругового стола 8.

Каналы синхронизации шпиндели - круговые столы содержат импульсные измерительные преобразователи 38, установленные по одному на каждом шпинделе 14 и соединенные с блоком 39 счетчиков, соединенным с блоком 40 передаточных отношений. Выходы блока 39 счетчиков через блок элементов И 41 соединены с первыми входами блока 23 фазовых дискриминаторов каналов синхронизации ротор-круговые столы.

Каналы синхронизации шпиндели-делительные столы содержат импульсные измерительные преобразователи 42, установленные на делительных столах 11 и соединенные с блоком 43 счетчиков, соединенным с общим блоком 44 передаточных отношений.

Выходы блока 43 счетчиков соединены с первыми входами блока 45 фазовых дискриминаторов. Вторые входы блока 45 фазовых дискриминаторов соединены с выходами блока 39 счетчиков, а выходы блока фазовых дискриминаторов через блок 46 импульсно-аналоговых преобразователей с вторыми входами блока 47 суммирующих усилителей. Первые входы блока 47 суммирующих усилителей соединены с блоком 48 круговых подач, а выходы через блок 49 ключей и блок 50 усилителей мощности с электродвигателями 12 соответствующих делительных столов 11.

Каналы коррекции приводов шпинделей 14 содержат генератор 51 эталонных

импульсов, соединенный со счетчиком 52, соединенным с блоком 53 передаточных отношений.

Выход счетчика 52 соединен с входами блока 54 фазовых дискриминаторов, количество которых равно количеству шпинделей. Входы блока 54 фазовых дискриминаторов соединены с блоком 39 счетчиков, а выходы через блок 55 импульсно-аналоговых преобразователей с первыми входами блока 56 суммирующих усилителей, соединенных своими вторыми входами с устройством ЧПУ 2.

Выходы блока 56 суммирующих усилителей соединены с блоком 57 путевого управления электродвигателей 17 соответствующих шпинделей 14.

Входы блоков круговых подач 48, подач врезания 33 и позиционирования 35 соединены с генератором 51 эталонных импульсов.

В качестве электродвигателей 9, 12, 17 используются высокомоментные машины постоянного тока, позволяющие бесступенчато регулировать круговую частоту при настройке на режим работы станка.

По циклу работы станка ротор 5 вращается непрерывно. Управление круговой частотой электродвигателя 1 привода ротора осуществляется от устройства ЧПУ 2.

Электродвигатели 17 приводов шпинделей 14, являющихся задающими координатами, управляются от устройств ЧПУ 2. Однако для обеспечения симметрии работы функционально связанных пар шпиндель-круговой стол и шпиндель-делительный стол круговые подачи шпинделей синхронизируются между собой посредством коррекции сигналов путевого управления электродвигателей 17.

Круговая частота вращения электродвигателей 9 и 12 ведомых координат соответственно круговых столов 8 и делительных столов 11 устанавливается соответственно блоком 33 подач врезания и блоком 35 позиционирования для круговых столов и блоком 48 круговых подач для делительных столов.

Передаточные отношения функциональных связей ротор-круговые столы (этап позиционирования) устанавливаются посредством блоков 21 и 26 передаточных отношений в виде коэффициентов, определяющих равенство

круговых частот ротора и круговых столов. Аналогично блоками 27, 26 и 40, 44 передаточных отношений (этапы врезания и профилирования) устанавливается соотношение круговых частот в виде коэффициентов соответственно функционально связанных пар шпиндель-круговой стол и шпиндель-делительный стол.

Циклы обработки зубчатых колес на каждом из делительных столов одинаковы, но смещены по времени на величину, равную времени поворота ротора 5 в движении V_1 на угол $2\pi/K$, где K - число делительных столов, равное в примере трем.

На фиг. 2 приведено положение, когда продольный стол 8, несущий делительный стол 11 находятся в исходном положении относительно инструментального суппорта 13 на позиции загрузки-выгрузки, которая может осуществляться, например, промышленным роботом.

В следующем по направлению вращения ротора положении исполнительных органов 8, 11, 13 в этот момент происходит профилирование зубчатого колеса. А в положении третьих исполнительных органов 8, 11, 13 профилирование закончено и осуществляется вывод долбяка из зоны зацепления, при этом начинается этап позиционирования столов 8, 11 в зону загрузки-выгрузки.

Однотипные каналы синхронизации исполнительных органов также работают одинаково, но со смещением по времени в соответствии с программой работы станка. Поэтому рассмотрим цикл взаимодействия исполнительных органов в одном положении.

Станок работает следующим образом.

При включении электродвигателя 1 получает вращательное движение V_1 ротор 5 с постоянной круговой частотой, причем цикл обработки колеса осуществляется за один оборот ротора.

Одновременно с сообщением движения ротору 5 по программе включается электродвигатель 15 привода поступательно-возвратного движения Π_2 шпинделя 14, расположенного в инструментальном суппорте 13. Затем включается генератор 51 эталонных импульсов. Этот генератор запускает блок 48 круговых подач, блок 33

подач врезания и блок 35 позиционирования.

По программе от устройства ЧПУ 2 через блок 56 суммирующих усилителей и блок 57 путевого управления включается электродвигатель 17, сообщающий круговую подачу V_3 шпинделю 14. Одновременно на управляющий вход блока 36 ключей подается управляющий сигнал K_c , включающий соответствующий канал синхронизации шпиндель-продольный стол, а на управляющий вход блока элементов И 28, И 41 и блока 32 ключей управляющий сигнал V_p . В результате от блока 33 подач врезания через открытый по управлению входу блок 32 ключей на первый вход блока 31 суммирующих усилителей поступает аналоговый сигнал, соответствующий подаче врезания Π_4 кругового стола 8.

Таким образом, согласованными движениями V_3 шпинделя 14 и Π_4 продольного стола 8 осуществляется касательное врезание долбяка на высоту зуба обработанного колеса. Одновременно осуществляется коррекция движения Π_4 кругового стола 8. С началом движения V_3 и Π_4 импульсные измерительные преобразователи 25 и 38, установленные на продольном столе и шпинделе вырабатывают высокочастотные сигналы, соответствующие их действительной скорости. Эти сигналы поступают соответственно в блоки счетчиков 24 и 39. С выходов блоков счетчиков снимаются сигналы, соответствующие заданному посредством блоков передаточных отношений 26 и 40 передаточному отношению согласованных движений V_3 и Π_4 . Сигнал с блока 24 счетчиков поступает на второй вход блока 23 фазовых дискриминаторов, а сигнал с блока 39 счетчиков через открытый по управлению входу блока элементов И 41 на первый вход этого же блока дискриминаторов.

В блоке 23 фазовых дискриминаторов происходит сравнение сигнала задающей координаты с сигналом ведомой координаты. В итоге на выходе блока фазовых дискриминаторов образуется корректирующий сигнал, который после преобразования в аналоговую форму в блоке 30 импульсно-аналоговых преобразователей поступает на вторые входы блока 31 суммирующих усилителей, где про-

исходит коррекция путевого сигнала управления электродвигателем 9 ведомой координаты (кругового стола 8).

Этап врезания прекращается при совпадении оси 58 делительного стола 11 с плоскостью, проходящей через оси 59 и 60 соответственно инструментального суппорта 13 и ротора 5.

По программе с управляющего входа блока 36 ключей снимается управляющий сигнал K_c , а с управляющих входов элементов И 28, блока элементов И 41 и блока 32 ключей управляющий сигнал V_p . Продольный стол 8 останавливается и фиксируется. Одновременно на управляющий вход блока ключей 49 подается управляющий сигнал Π_p , по которому начинается этап профилирования зубчатого колеса.

На этапе профилирования аналоговый сигнал с блока 48 круговых подач поступает через первый вход блока 47 суммирующих усилителей, открытых по управлению входу ключей 49 и блок 50 усилителей мощности на электродвигатель 12 делительного стола 11. В итоге делительному столу 11 сообщается движение V_5 с круговой подачей, заданной на блоке 48.

Согласованные движения V_3 шпинделя 14 и V_5 делительного стола 11, остающихся неподвижными относительно ротора 5, в течение полного оборота делительного стола обеспечивают профилирование зубчатого колеса.

Одновременно с профилированием осуществляется коррекция движения V_5 делительного стола. С импульсных измерительных преобразователей 38 и 42, вырабатывающих высокочастотные сигналы, пропорциональные круговой частоте действительных значений V_3 и V_5 , поступают через блок 39 и 43 счетчиков, где происходит их деление за счет установки передаточного отношения на блоках 40 и 44 передаточных отношений, на входы блока 45 фазовых дискриминаторов. С выходов блока фазовых дискриминаторов снимается сигнал рассогласования круговых частот движений V_3 и V_5 и после преобразования в аналоговую форму в блоке 46 импульсно-аналоговых преобразователей поступает на вторые входы суммирующих усилителей 47 для коррекции сигнала управления электродвигателями 12 делительного стола 11.

Этап профилирования прекращается после переноса ротором 5 исполнительных органов в положение, указанное на фиг.2. В этом положении с блока 49 ключей снимается управляющий сигнал Π_p , электродвигатель 12 привода делительного стола отключается, делительный стол 11 останавливается и фиксируется. Электродвигатель 15 привода поступательно-возвратного движения шпинделя 14 отключается, и последний выводится в крайнее верхнее положение.

Затем по программе на блок 36 ключей подается управляющий сигнал K_c , а на блок ключей 32 - управляющий сигнал V_p . В результате электродвигатель 9 вновь включается и продольный стол 8 со скоростью подачи врезания уходит из зоны профилирования по направляющим ротора 5 по ходу его вращения.

В итоге переносного и относительного движений делительный стол, опережая ротор, приходит в исходное положение загрузки-выгрузки. В этом положении по программе электродвигатель 9 привода продольного стола 8 реверсируется, с блока ключей 32 снимается управляющий сигнал V_p , а на блок элементов Π_2 , Π_29 и блок 34 ключей подается управляющий сигнал Π_3 .

От блока 35 подачи позиционирования через открытый по управляющему входу блок 34 ключей на первые входы блока 31 суммирующих усилителей поступают аналоговые сигналы, соответствующие подаче позиционирования Π_6 , равной но противоположно направленной скорости движения ротора 5. Поэтому при продолжающемся переносном движении, осуществляемом ротором, продольный стол 8 остается неподвижным относительно зоны загрузки-выгрузки в течение времени, определяемом циклом обработки, его перемещения по направляющим ротора в исходное относительно него положение для повторения цикла обработки.

В течение всего периода позиционирования осуществляется стабилизация положения продольного стола 8 относительно зоны загрузки-выгрузки. Это обеспечивается сравнением высокочастотных сигналов, поступающих от счетчика 20 и блока 24 счетчиков на входы блока 23 фазовых дискримина-

ров, являющихся аналогами действительных скоростей ротора и продольного стола. Один сигнал формируется импульсным измерительным преобразователем 18 и блоком 21 передаточных отношений, а другой - импульсным измерительным преобразователем 25 и блоком 27 передаточных отношений. С выхода блока 23 фазовых дискриминаторов сигнал рассогласования через блок 30 импульсно-аналоговых преобразователей поступает на второй вход блока 31 суммирующих усилителей, где происходит коррекция сигнала управления электродвигателем 9 продольного стола 8.

На этапе позиционирования происходит замена обработанного колеса новой заготовкой. После чего цикл повторяется.

При работе станка обработка осуществляется одновременно на всех делительных столах. Коррекция циклов между собой осуществляется за счет синхронизации круговых подач шпинделей относительно эталонного высокочастотного сигнала, вырабатываемого генератором 51 эталонного сигнала.

Сигнал с этого генератора непрерывно поступает на счетчик 52, с выхода этого счетчика сигнал, соответствующий заданному значению круговой подачи шпинделей 14, устанавливаемому блоком 53 передаточных отношений, поступает на вторые входы блока 54 фазовых дискриминаторов на первые входы которых с блока 39 счетчиков поступают аналогичные сигналы, соответствующие действительным значениям круговых подач шпинделей. На выходах фазовых дискриминаторов образуются сигналы ошибок, которые после преобразования в блоке 55 импульсно-аналоговых преобразователей сообщаются на вторые входы блока 56 суммирующих усилителей для коррекции путевых сигналов управления электродвигателями шпинделей.

50 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

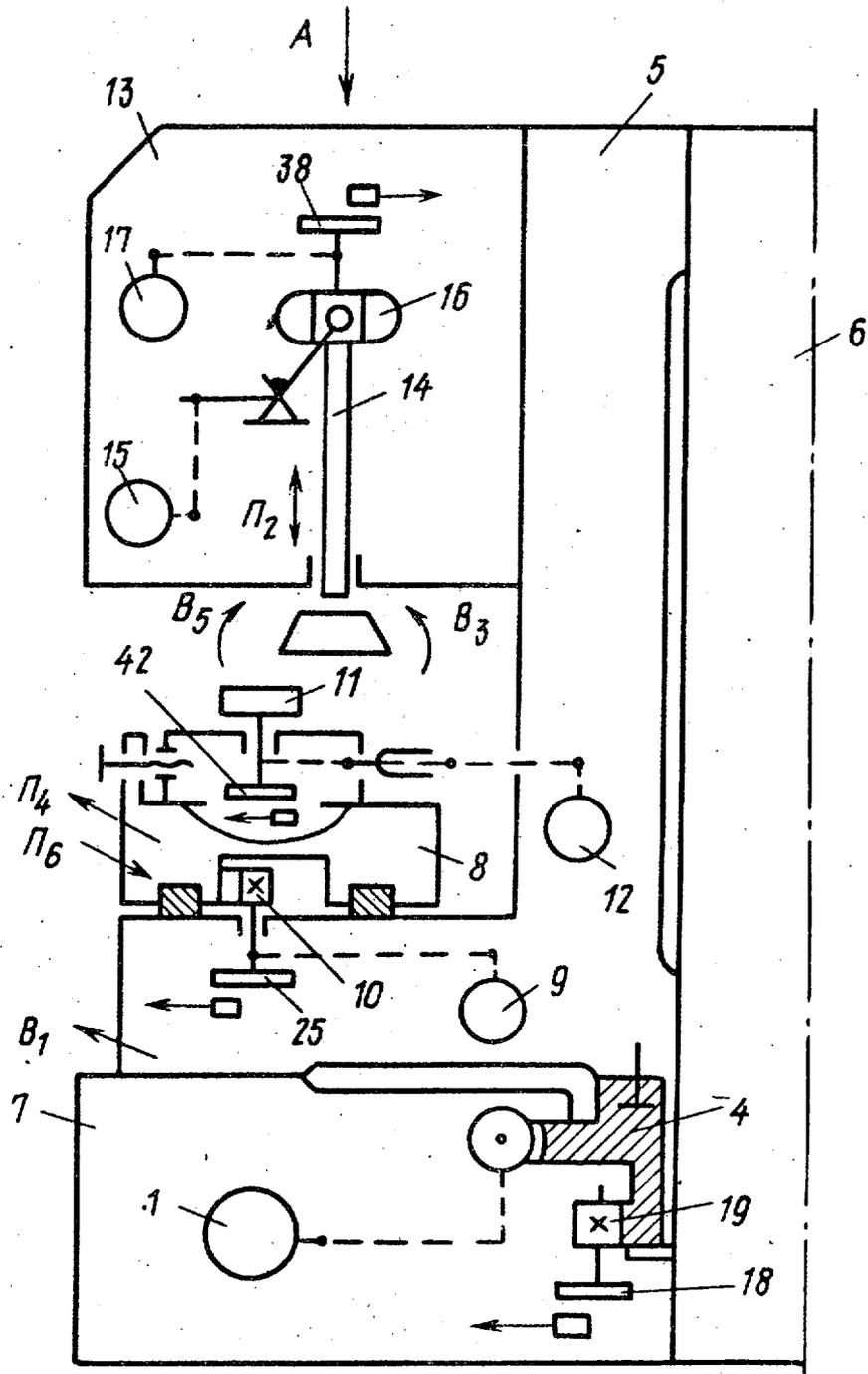
Роторный зубодолбежный станок, содержащий привод ротора, несущего равномерно расположенные по окружности круговые столы, на которых установлены с возможностью вращения делительные столы, приводы шпинделей, смонтированных в инструментальных

суппортах, количество которых равно количеству делительных столов, и устройство для синхронизации круговых и делительных столов с ротором и шпинделями, отличающийся тем, что, с целью повышения точности позиционирования, станок снабжен устройством ЧПУ, двумя блоками усилителей мощности, двумя блоками путевого управления, шестью блоками передаточных отношений, тремя блоками фазовых дискриминаторов, тремя блоками импульсно-аналоговых преобразователей, тремя блоками суммирующих усилителей, тремя блоками счетчиков, двумя счетчиками, двумя блоками элементов И, четырьмя блоками ключей, двумя элементами И, генератором эталонных импульсов, блоком круговых подач, блоком подачи врезания, блоком позиционирования, десятью импульсными измерительными преобразователями, причем первый измерительный преобразователь связан посредством зубчатой передачи с ротором, второй, третий и четвертый измерительные импульсы преобразователя установлены на круговых столах, пятый, шестой и седьмой измерительные импульсные преобразователи установлены на соответствующих шпинделях кругового стола, восьмой, девятый и десятый измерительные импульсные преобразователи установлены на шпинделях делительных столов, первый выход устройства ЧПУ через блок управления подключен к электродвигателю привода ротора, второй, третий и четвертый выходы устройства ЧПУ подключены к первым входам первого блока суммирующих усилителей, вторые входы которых через первый блок импульсно-аналоговых преобразователей подключены к выходам первого блока фазовых дискриминаторов, первые входы которого соединены с выходами первого блока счетчиков, первыми входами блока элементов И и первыми входами второго блока фазовых дискриминаторов, выходы которого через второй блок импульсно-аналоговых преобразователей соединены с первыми входами второго блока суммирующих усилителей, причем его вторые входы объединены и подключены к выходу блока круговой подачи, выходы второго блока суммирующих усилителей через первый блок ключей под-

ключены к первому блоку усилителей мощности, выходы которого соединены с электродвигателями делительных столов, вторые входы первого блока ключей являются управляющими, первый импульсный измерительный преобразователь подключен через последовательно соединенные первый счетчик и второй блок элементов И и первым входом третьего блока фазовых дискриминаторов и выходам первого блока элементов И, второй вход первого счетчика соединен с первым блоком передаточных отношений, второй блок передаточных отношений подключен к первым входам первого блока счетчиков, вторые входы которого соединены с выходами пятого, шестого и седьмого импульсных измерительных преобразователей, генератор эталонных импульсов соединен входами блока круговой подачи, блоком подачи врезания, блоком позиционирования и вторым счетчиком, второй вход которого соединен с третьим блоком передаточного отношения, выход второго счетчика подключен к вторым входам первого блока фазовых дискриминаторов, вторые входы блока элементов И являются управляющими входами, вторые входы второго блока элементов И являются управляющими входами, четвертый блок передаточных отношений подключен к первым входам второго блока счетчиков, вторые входы которого подключены к восьмому, девятому и десятому импульсным измерительным преобразователям, выходы второго блока счетчиков подключены к вторым входам второго блока фазовых дискриминаторов, пятый блок передаточных отношений через первый элемент И подключен к выходу второго элемента И и первым входам третьего блока счетчиков, вторые входы которого подключены соответственно к второму, третьему и четвертому импульсным измерительным преобразователям, шестой блок передаточных отношений соединен с первым входом второго элемента И, второй вход которого является управляющим, второй вход первого элемента И является управляющим, выходы третьего блока счетчиков подключены к вторым входам третьего блока фазовых дискриминаторов, выходы которого через третий блок импульсно-аналоговых преобразователей подключены к первым входам третьего блока суммирования, выходы

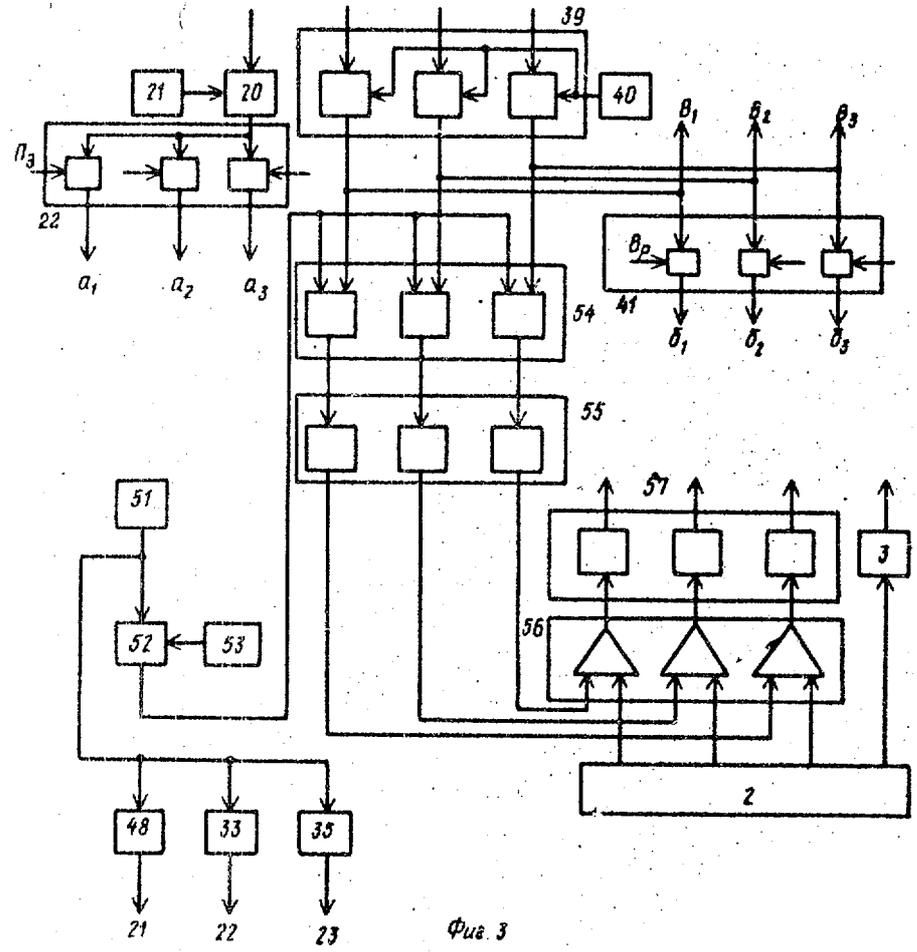
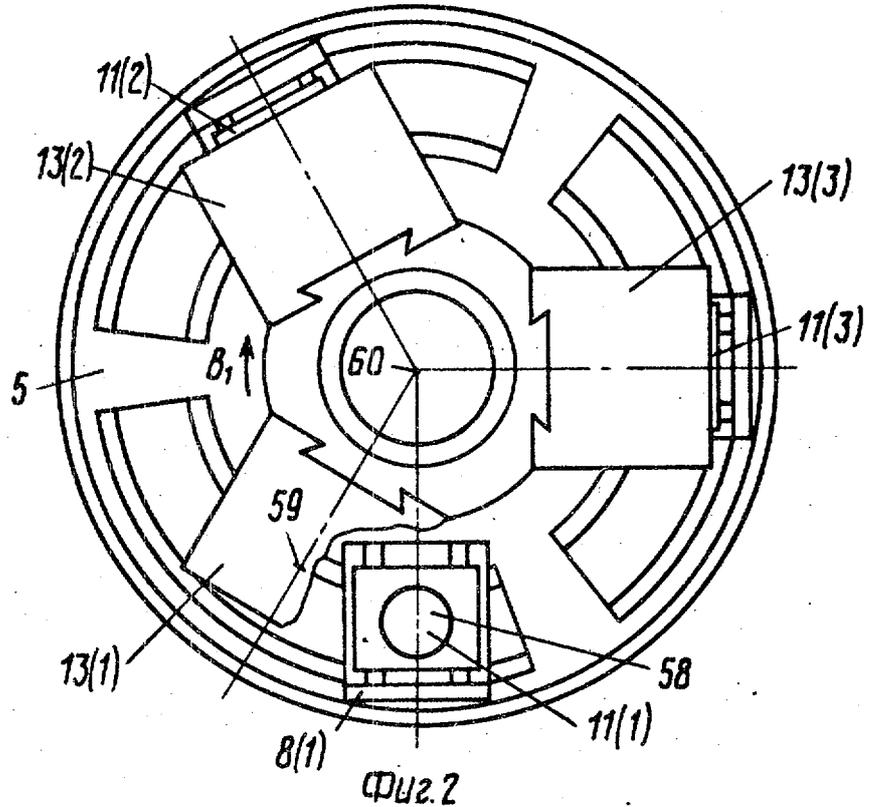
которого через последовательно соединенные второй блок ключей и второй блок усилителей мощности подключены к электродвигателям привода столов, вторые входы второго блока ключей являются управляющими, выход блока подачи врезания соединен через

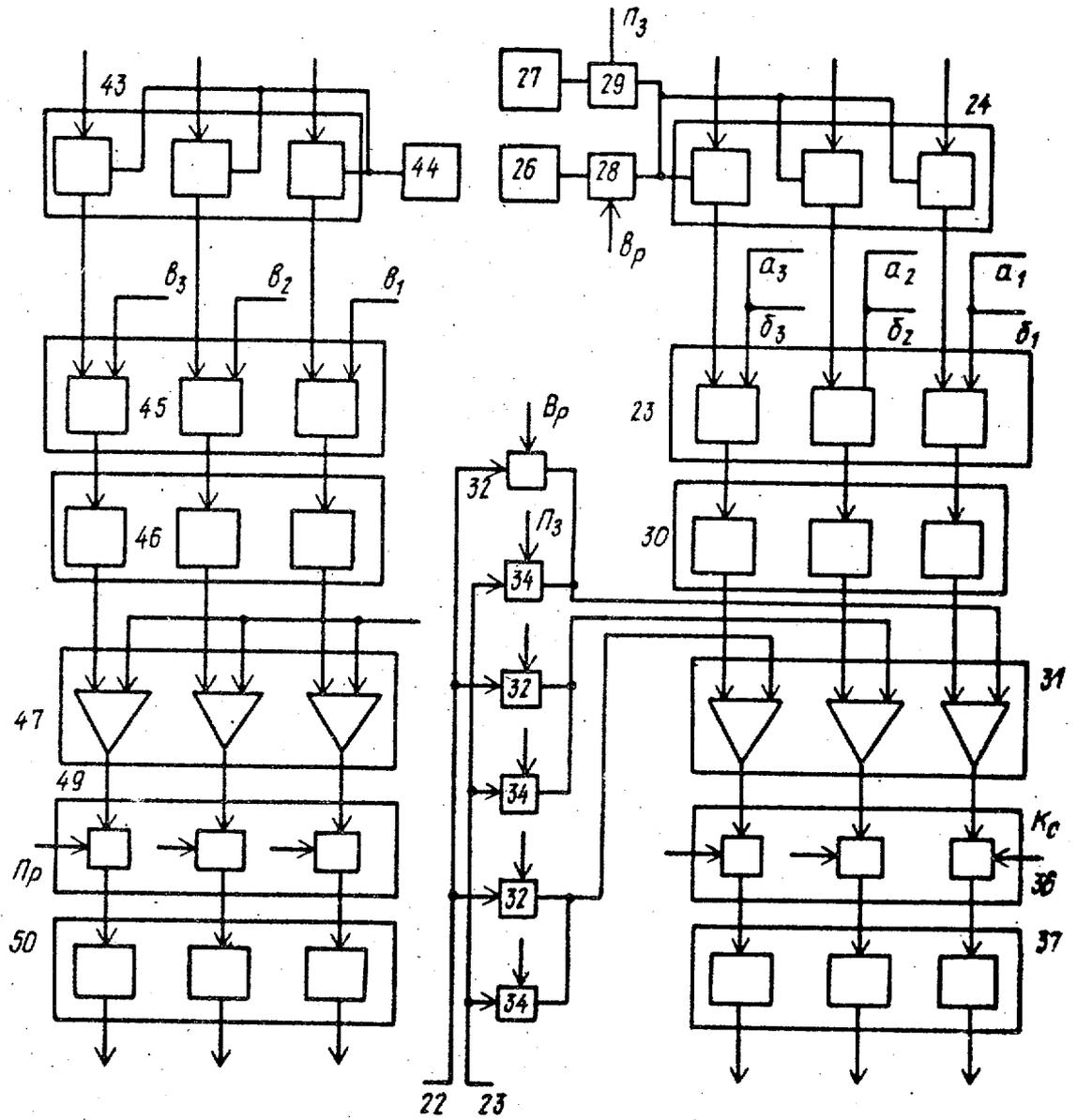
третий блок ключей с вторыми входами третьего блока суммирования и выходами четвертого блока ключей, блок позиционирования подключен к входу четвертого блока ключей, вторые входы третьего и четвертого блока ключей являются управляемыми.



Фиг. 1

1583229
Вид А





Фиг. 4

Составитель А. Гришин

Редактор С. Патрушева

Техред М. Ходанич

Корректор Н. Пагай

Заказ 2220

Тираж 521

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101