

УДК 621.913.3-133:621.833.052

Зубодолбежный станок с электронной системой синхронизации координат

А. И. Голембиевский

Кинематико-компоновочная схема такого станка (а. с. 1583229) состоит из станины 1 (рис. 1, а), на которой смонтирован с возможностью вращения относительно колонны 2 ротор 3. Привод вращения ротора осуществляется от электродвигателя 4 через делительную передачу 5. На основании ротора равномерно по окружности с возможностью движения по направляющим размещены круговые столы 7 (на рис. 1, б показаны три стола). Привод каждого кругового стола осуществляется от отдельного регулируемого электродвигателя 8 через зубчато-реечную передачу 9. На каждом круговом столе смонтирован делительный стол 10, получающий круговую подачу от кинематически связанного с ним управляемого электродвигателя 11. В верхней части ротора установлены инструментальные суппорты 12 в количестве, равном количеству делительных столов. В каждом суппорте смонтирован шпindel 13, несущий стандартный долбяк. Привод возвратно-поступательного движения шпинделя осуществляется кулисным механизмом 14, кинематически связанным с электродвигателем 15, а привод круговой подачи шпинделя — с регулируемым электродвигателем 16 через делительную передачу (на рисунке не показана):

На делительных передачах ротора, круговых и делительных столах и шпинделях установлены импульсные измерительные преобразователи (ИИП) 17, 18, 19, 20, предназначенные для преобразования круговых частот вращения исполнительных органов в электрические сигналы, сообщаемые в электронную систему синхронизации (ЭСС) приводов.

ЭСС выполнена по схеме задающая — ведомая координаты с автоматической коррекцией погрешностей приводов обеих координат. При этом ротор 3 является задающей координатой для круговых столов 7, а шпиндели 13 — задающими координатами для соответствующих круговых столов 7 и делительных столов 10. Функционально связанные пары шпindel — делительный стол объединены общим рабочим циклом станка. Синхронизация этих пар между собой осуществляется посредством автоматической подстройки круговых подач шпинделей с сигналом эталонного генератора.

В функционально связанных приводах необходимо использовать электродвигатели (например, высокомоментные постоянного тока), позволяющие осуществлять бесступенчатое регулирование круговой частоты при настройке станка на режим обработки и при отслеживании девиации приводов по задающим координатам. При настройке станка круговые подачи задающих координат устанавливаются на блоках круговых подач ротора (БКР) и шпинделей (БКШ). Передаточные отношения функциональных связей ротор — круговые столы, шпиндели — круговые столы и шпиндели — делительные столы задаются блоками задания передаточного отношения (ПО). Например, если круговая частота (подача) шпинделя равна n (мин^{-1}), то круговая подача s (мин^{-1}) делительного стола определяется из соотношения

$$s = Bn/A,$$

где A и B — коэффициенты деления импульсов, установленные на блоках ПО.

Циклы обработки зубчатых колес на каждом из делительных столов одинаковы, но смещены во времени на величину, равную времени поворота ротора в движении V_1 на угол $2\pi/K$, где K — число делительных столов. На рис. 1, б приведено положение, когда продольный стол 7, несущий делительный стол 10, находится в исходном положении относительно инструментального суппорта 12 на позиции загрузки-выгрузки. В следующем по направлению вращения ротора положении исполнительных органов 7, 10, 12 в это время происходит профилирование зубчатого колеса.

В третьем положении исполнительных органов 7, 10, 12 профилирование закончено и осуществляется вывод долбяка из зоны зацепления, при этом начинается позиционирование столов 7, 10 в зоне загрузки-выгрузки.

Однотипные функционально связанные координаты работают одинаково, но со смещением во времени.

Рассмотрим цикл взаимодействия исполнительных органов при обработке зубчатого колеса на одном из делительных столов.

По команде с блока управления (БУ) (рис. 2, а) включается электродвигатель 4 и ротор 3 получает вращательное движение V_1 . Одновременно включаются привод поступательно-возвратного движения V_2 шпинделя 13 и эталонный генератор (ЭГ), запускающий блок круговых подач (БК), блок подач врезания (БВ) и блок подач позиционирования (БП). Указанные блоки преобразуют импульсный сигнал в напряжение, используемое для управления приводами круговых и делительных столов.

По программе с БКШ через суммирующий усилитель (СУ) и усилитель мощности (УМ) включается электродвигатель 16, сообщающий круговую подачу V_3 шпинделю 13. Одновременно на управляющий вход блока ключей (КЛ) подается управляющий потенциал K_c , включающий соответствующий канал синхронизации шпindel — круговой стол, а на управляющие входы блоков элементов И поступает управляющий потенциал V_p . В итоге от БВ через открытый по управляющему входу КЛ на первый вход СУ поступает аналоговый сигнал, соответствующий подаче врезания V_4 кругового стола. Этот сигнал, пройдя открытый по управляющему входу КЛ и УМ, включает электродвигатель 8 привода кругового стола 7. Согласованными движениями V_3 шпинделя и V_4 кругового стола осуществляется касательное врезание долбяка на высоту зуба обрабатываемого колеса. Одновременно коррекция движения V_4 осуществляется следующим образом. ИИП, установленные на продольном столе и шпинделе, вырабатывают сигналы, соответствующие их действительным круговым подачам. Эти сигналы (рис. 2, б) поступают в счетчики (СК), где происходит их деление в соответствии с заданным передаточ-

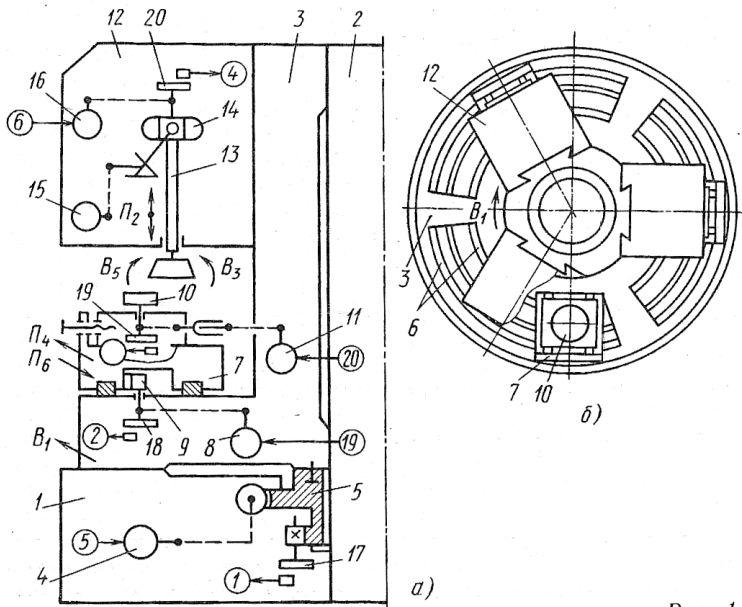


Рис. 1

ным отношением. Итоговые сигналы с выходов СК поступают на входы фазового дискриминатора (ФД), где сигнал задающей координаты сравнивается с сигналом ведомой координаты. На выходе ФД образуется сигнал погрешности ведомой координаты, который после преобразования в импульсно-аналоговом преобразователе (ИАП) в аналоговую форму поступает на второй вход СУ для коррекции сигнала управления ведомой координаты (кругового стола).

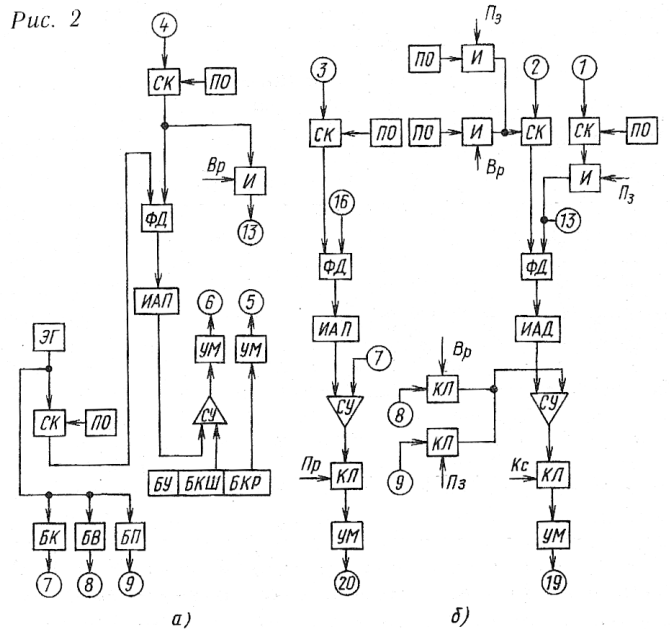
Этап врезания прекращается при совпадении оси делительного стола с плоскостью, проходящей через оси инструментального суппорта и ротора. По программе с управляющих входов элементов И и КЛ снимается потенциал V_p , а с управляющего входа другого КЛ — потенциал K_c . Круговой стол останавливается и фиксируется. Одновременно на управляющий вход третьего КЛ подается управляющий потенциал Pr , по которому начинается этап профилирования зубчатого колеса. С БК на первый вход СУ поступает аналоговый сигнал, соответствующий круговой подаче B_5 делительного стола. Этот сигнал после усиления по мощности в УМ запускает электродвигатель ИИ делительного стола 10 . Согласованные движения B_3 шпинделя и B_5 делительного стола в течение полного оборота последнего обеспечивают профилирование зубчатого колеса. На этапе профилирования происходит коррекция погрешностей движения B_5 ведомой координаты. Для этого в ФД сравнивают импульсные сигналы — аналоги действительных круговых подач шпинделя и дели-

тельного стола. Сигнал погрешности с выхода ФД после преобразования в аналоговую форму в ИАП поступает на второй вход СУ для коррекции основного сигнала.

Этап профилирования по циклу работы станка прекращается после переноса ротором исполнительных органов в третье положение. В этом положении управляющий потенциал Pr снимается с соответствующих управляющих элементов, электродвигатель ИИ отключается и делительный стол 10 останавливается и фиксируется. Одновременно отключается привод движения $П_2$, и шпиндель выводится в верхнее положение.

На один КЛ подается управляющий потенциал K_c , а на другой КЛ — потенциал V_p . Электродвигатель 8 вновь включается и круговой стол 7 со скоростью подачи врезания уходит из зоны профилирования по направляющим ротора 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 с одного КЛ снимается управляющий потенциал V_p , а на другой КЛ и элементы И подается управляющий потенциал $П_3$. Одновременно реверсируется электродвигатель кругового стола. При этом его круговая частота определяется сигналом, сообщаемым в схему управления с БП. В итоге круговой стол, перемещаясь по направляющим ротора с подачи позиционирования $П_6$, равной, но противоположно направленной

Рис. 2



круговой подаче ротора, остается неподвижным относительно зоны загрузки-выгрузки в течение времени, определяемом циклом обработки. Стабилизация положения кругового стола относительно этой зоны осуществляется путем сравнения в ФД сигналов — аналогов действительных круговых подач ротора и кругового стола, снимаемых с ИИП, и суммирования результирующего сигнала с основным сигналом управления в СУ. Этап позиционирования заканчивается при перемещении продольного стола в положение относительно ротора, исходное для этапа врезания, т. е. для повторения цикла.

Коррекция отдельных циклов обработки между собой осуществляется благодаря синхронизации круговых подач шпинделей относительно эталонного импульсного сигнала, вырабатываемого ЭГ. Сигнал с этого генератора непрерывно поступает в счетчик, где происходит его деление до частоты, соответствующей заданному значению круговой подачи шпинделей, устанавливаемому блоком ПО. С выхода одного СК импульсный сигнал поступает на вторые входы блока ФД, на первые входы которого с другого блока СК поступают сигналы, соответствующие действительным круговым подачам шпинделей. На входах блока ФД образуются сигналы погрешностей круговых подач соответствующих шпинделей. Эти сигналы после их преобразования в блоке ИАП в аналоговую форму поступают на вторые входы блока СУ для коррекции сигналов управления приводами шпинделей.