

*КОК (а)* — конец обработки кадра программы для правого суппорта;

*КОК (б)* — конец обработки кадра программы для левого суппорта.

Описанный метод независимого управления суппортами токарного станка с ЧПУ дает ряд преимуществ. К ним в первую очередь следует отнести снижение цикла обработки детали за счет совмещения смены инструмента и вспомогательных перемещений одного суппорта с обработкой детали другим суппортом, а также за счет совмещения обработки двумя суппортами. При этом необходимо учитывать ограничения (в основном по скорости резания), обусловленные тем, что оба суппорта заняты обработкой одной (общей) детали.

УДК 621.9.06–529:621.833.05

А.И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ

### СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО СВЯЗАННЫХ ПРИВодОВ ЗУБОДОЛБЕЖНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Основным блоком устройства числового программного управления (ЧПУ), обеспечивающим точность синфазного движения функционально связанных приводов исполнительных органов зубообрабатывающего станка, является система синхронизации. Для зубодолбежных станков с ЧПУ с касательным врезанием в основу структуры системы положена схема с ведущей координатой. В этом случае упрощается задача обеспечения точности станка, так как датчик положения (измерительный преобразователь) ведущей координаты является задающим, а скорости движения по остальным координатам устанавливаются с использованием сигналов задающего датчика.

Принципиальная особенность кинематической структуры зубодолбежных станков с касательным врезанием (рис. 1, а) — наличие двух сложных формообразующих групп: группы врезания на высоту зуба  $\Phi_{S_1}$  ( $B_2P_3$ ) и группы профилирования  $\Phi_{S_2}$  ( $B_2B_4$ ). Первая группа, воспроизводящая зубчато-реечное зацепление, функционально связывает делительный 11 и продольный б столы, вторая группа, воспроизводящая зацепление пары зубчатых колес, — делительный стол 11 со штосеелем 4 долбяка. Делительный стол одновременно входит в обе сложные группы. Поэтому наиболее рационально выбрать задающую координату. Привод стола осуществляется через делительную червячную передачу 8 от электродвигателя 7, управляемого устройством ЧПУ 33 (рис. 1, б) через блок путевого управления 32 и усилитель мощности 29.

Часть системы синхронизации, обеспечивающая функциональные связи групп  $\Phi_{S_1}$  и  $\Phi_{S_2}$ , имеет фотоэлектрический круговой измерительный преобразователь 9, соединенный через электронный блок 13 со счетчиком импульсов 18, к которому присоединен также блок задания коэффициента передаточных отношений 19. Выход счетчика 18 соединен с первыми входами фазовых дискриминаторов 23 и 22 и с коммутатором 21, с выходами которого в свою очередь соединены блоки задания подачи врезания 24 и круговой подачи 20.

Для обеспечения функциональной связи в группе  $\Phi_{S_1}$  в системе синхронизации имеется также фотоэлектрический линейный преобразователь 5, уста-

новленный на продольном столе 6 и соединенный через электронный блок 12 со счетчиком импульсов 17, к которому дополнительно подсоединен блок 16 задания коэффициента передаточного отношения. Выход счетчика 17 соединен с вторым входом фазового дискриминатора 23, связанного своим выходом через цифроаналоговый преобразователь 26 с входом суммирующего усилителя 28, к другому входу которого подключен блок 24 задания подачи врезания. Выход суммирующего усилителя 28 через усилитель мощности 31 соединен с электродвигателем 10 привода касательного врезания.

Другая часть системы синхронизации, обеспечивающая функциональную

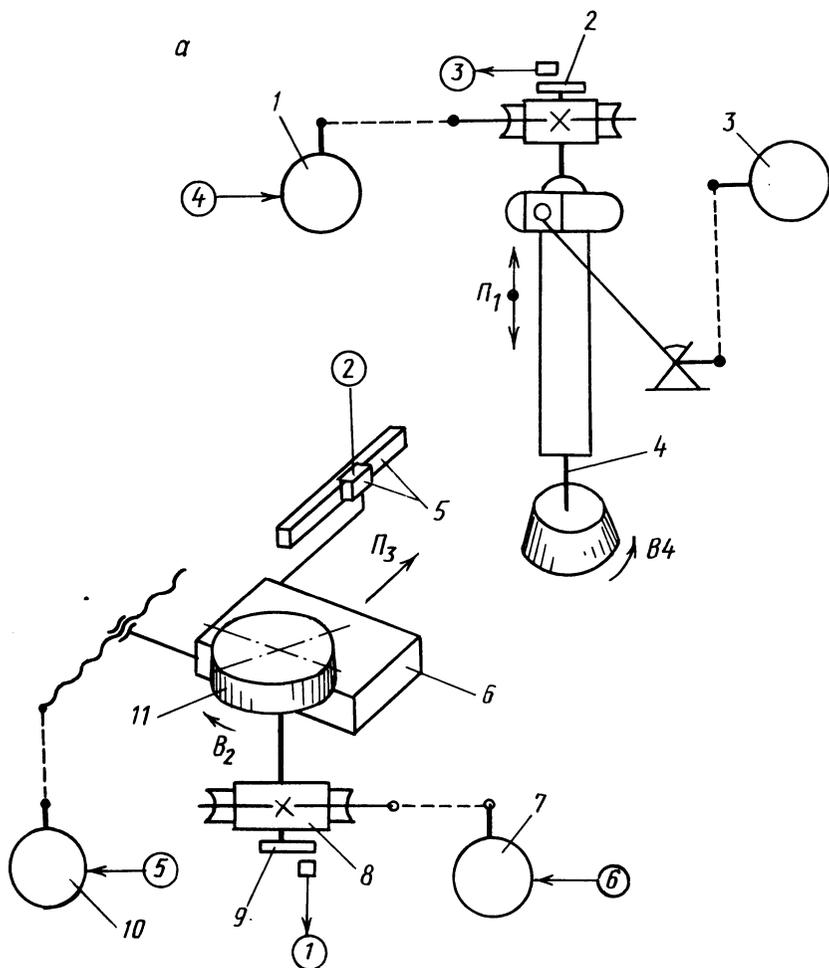
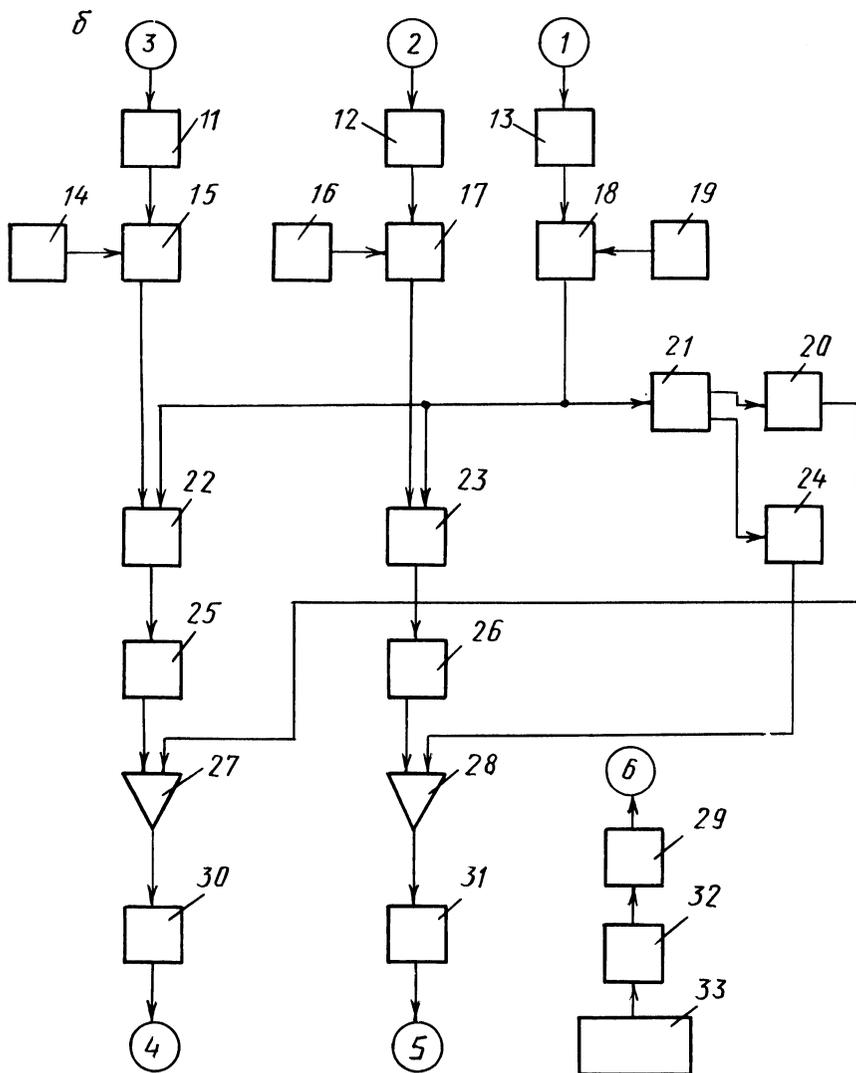


Рис. 1. Зубодолбежный станок с касательным врезанием:

*a* – структурная схема; *б* – схема системы синхронизации функционально связанных приводов

связь в группе  $\Phi_{S_2}$ , дополнительно включает фотоэлектрический круговой преобразователь 2, установленный на штосселе 4 и соединенный через электронный блок 11 со счетчиком импульсов 15, к которому подключен блок 14 задания коэффициента передаточного отношения. Выход счетчика 15 соединен с вторым входом фазового дискриминатора 22, выход которого через цифро-аналоговый преобразователь 25 соединен с входом суммирующего усилителя 27, к другому входу которого подключен блок 17 задания круговой подачи. Выход суммирующего усилителя 27 через усилитель мощности 30 соединен с электродвигателем 1 привода круговой подачи долбяка.



Управление электродвигателем 3 традиционной для зубодолбежных станков группы формообразования  $\Phi_v$  ( $\Pi_1$ ) осуществляется также от устройства ЧПУ 33.

В приводах станка необходимо использовать высокомоментные электродвигатели постоянного тока, позволяющие осуществлять бесступенчатое регулирование круговой частоты при настройке станка на режим обработки и отслеживание девиации привода по задающей координате.

При настройке станка передаточные отношения функциональных связей устанавливаются блоками 19, 16, 14. Например, если круговая частота (делительного стола 11) равна  $n$  ( $\text{мин}^{-1}$ ), то подача врезания  $S_1$  ( $\text{мм/мин}$ ) продольного стола 6 и круговая подача  $S_2$  ( $\text{мин}^{-1}$ ) штосселя 4 определяются из соотношений:

$$S_1 = CnT/A, \quad S_2 = Bn/A,$$

где  $A, B, C$  — коэффициенты деления импульсов, устанавливаемые соответственно блоками 19, 16, 14;  $T$  — шаг винта тягового вала продольного стола.

После ускоренного перемещения продольного стола 6 в исходную для обработки точку по программе включается привод поступательно-возвратного движения  $\Pi_1$  долбяка и привод по ведущей координате, сообщающий движение  $B_2$  делительному столу 6.

Высокочастотный импульсный сигнал, вырабатываемый измерительным преобразователем 9 ведущей координаты, частота которого пропорциональна круговой частоте делительного стола 11, после деления в счетчике 13 запускает блок 24 задания подачи врезания и блок 20 круговой подачи. Блоки 24 и 20 вырабатывают аналоговые сигналы, которые после прохождения усилителей 28, 31 и 27 включают электродвигатели 10 и 1 приводов по обеим ведомым координатам на круговые частоты вращения, соответствующие подаче врезания  $\Pi_3$  делительного стола и круговой подаче  $B_4$  долбяка. Одновременно измерительные преобразователи 5 и 2 вырабатывают сигналы, пропорциональные скоростям ведомых координат, которые после прохождения счетчиков 17 и 15 поступают на вторые входы фазовых дискриминаторов 23 и 22, где сравниваются с сигналом ведущей координаты. Цифровые сигналы ошибки по обеим ведомым координатам на выходе фазовых дискриминаторов преобразуются в цифроаналоговых преобразователях 26 и 25 и поступают на входы суммирующих усилителей для отслеживания скоростей ведомых координат по скорости ведущей координаты.

После врезания долбяка на высоту обрабатываемых зубьев по программе электродвигатель 10 отключается и движение врезания прекращается. Одновременно выключается часть системы синхронизации, обеспечивающая это движение. В дальнейшем в течение одного полного оборота делительного стола с заготовкой посредством групп  $\Phi_v$  ( $\Pi_1$ ) и  $\Phi_{S_2}$  ( $B_2B_4$ ) обеспечивается профилирование обрабатываемого колеса.

Рассмотренная система позволяет также выполнять последовательно этапы врезания и профилирования. В этом случае на этапе врезания подача может быть увеличена до суммарного значения круговой подачи и подачи врезания. Выбор цикла обработки осуществляется программно.

Производительность зубодолбежных станков с ЧПУ больше, чем станков с механическими связями, за счет сокращения продолжительности их наладки

