

## **НАРЕЗАНИЕ ЗУБЧАТЫХ РЕЕК НА ЗУБОДОЛБЕЖНОМ СТАНКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СВЯЗЕЙ**

Структура кинематических цепей в значительной мере определяет конструктивную сложность станка, методы его настройки, оказывает существенное влияние на жесткость, точность и виброустойчивость станка, его металлоемкость.

Для осуществления в станке формообразующего исполнительного движения между заготовкой и инструментом необходимо создать кинематическую связь между исполнительными звеньями станка и кинематическую связь этих звеньев с источником движения, которые в большинстве своем осуществляются с помощью механических элементов, как в цепях главного движения, так и во внутренних (формообразующих) цепях станков, построенных как индивидуальная конструкция для станков как разного технологического назначения, так и одного типа, но разного типоразмера.

Основным достоинством кинематических цепей, построенных из механических звеньев, является то, что они обеспечивают весьма точное передаточное отношение и не требуют дополнительных поднастроек в процессе работы.

Использование механических связей во внутренних кинематических цепях металлорежущих станков не удовлетворяет возрастающим требованиям повышения точности, жесткости, снижения металлоемкости, построению их в станках различного технологического назначения и разного типоразмера по агрегатно-модульному принципу, при внедрении которого при проектировании и построении внутренних цепей станков обеспечиваются:

- унификация элементов привода;
- максимальное исключение до возможного минимума из кинематических цепей всех промежуточных зубчатых передач.

Одним из возможных практически реализуемых направлений повышения точности внутренних (формообразующих) цепей металлорежущих станков и сохранения ее в процессе эксплуатации является сокращение протяженности кинематических цепей за счет сокращения протяженности кинематических формообразующих цепей путем исключения из их состава промежуточных звеньев (зубчатые и иные пе-

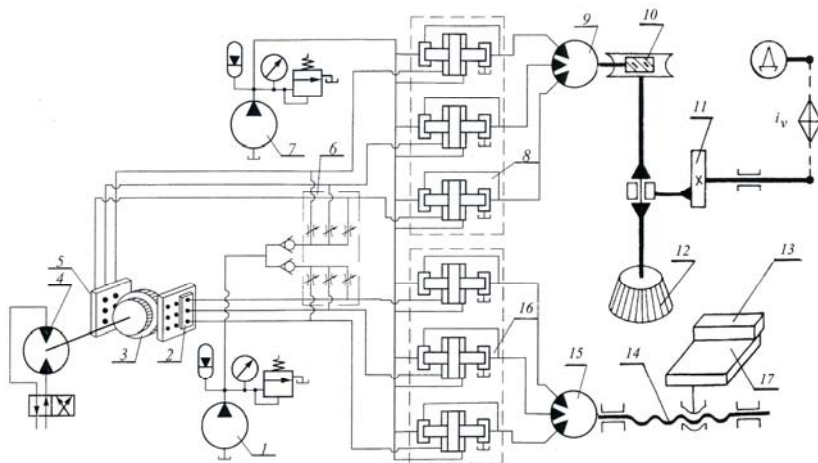
---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора кафедры В. А. Ванина.

редачи, валы, муфты и т.п.) создания и применения высокочастотных приводов, обеспечивающих возможность прямого непосредственного соединения двигателя с нагрузкой, исключая при этом коробки передач, редукторы, промежуточные передачи [1 – 3].

На рисунке 1 приведена структурная схема зубодолбежного станка с гидравлическими формообразующими связями для нарезания зубчатых реек [4] и системой управления от блоков гидрораспределителей, построенная на базе двухкромочного золотника с торцовым распределением рабочей жидкости.

Станок включает в себя инструмент 12, совершающий главное вращательно-поступательное движение от электродвигателя Д через звено настройки  $i_v$  посредством кривошипно-шатунного механизма 11. Вращение долбяка 12, связанное с прямолинейным движением стола 17 с заготовкой 13 цепью деления осуществляется от шагового гидродвигателя 9, кинематически связанного с долбяком червячной передачей 10. Прямолинейное перемещение стола 17 с заготовкой 13, связанное с вращением долбяка 12 цепью деления, осуществляется от шагового гидродвигателя 15, кинематически связанного со столом посредством ходового винта 14 продольного перемещения стола. Управление шаговыми гидродвигателями 9 и 15 приводов вращения долбяка 12 и продольного перемещения стола 17 с заготовкой осуществляется от блоков гидрораспределителей 8 и 16 с торцовым распределением рабочей жидкости, выполненных на базе двухкромочного золотника.



**Рис. 1. Структурная схема зубодолбежного станка с гидравлическими формообразующими связями для нарезания зубчатых реек и системой управления от блоков гидрораспределителей**

Количество таких гидрораспределителей в каждом блоке определяется числом рабочих камер каждого из шаговых гидродвигателей.

Настройка внутренней гидравлической цепи на требуемое передаточное отношение осуществляется с помощью генератора гидравлических импульсов 3.

Механический генератор гидравлических импульсов (ГГИ) представляет собой устройство, конструктивно выполненное в виде набора кодирующих дисков, закрепленных на общей оси и получающее вращение от отдельного гидромотора 4. Количество таких кодирующих дисков в генераторе определяет число передаточных отношений цепи.

Генератор гидравлических импульсов формирует гидравлические импульсы давления и распределяет их по рабочим камерам шаговых гидродвигателей за счет периодического в определенной последовательности открытия и закрытия рабочих щелей.

Наружная поверхность каждого из кодирующих дисков выполнена таким образом, что один выступ может перекрывать только лишь одну щель.

Поверхность кодирующего диска и сопло образуют управляемый дроссель, а пространство между соплом и постоянным дросселем образуют междроссельную камеру, давление в которой зависит от величины зазора между соплом и поверхностью кодирующего диска.

В момент, когда выступ вращающегося диска генератора гидравлических импульсов находится напротив рабочей щели, происходит скачкообразное повышение управляющего давления, в результате чего происходит переключение гидрораспределителя. В момент, когда управляющее давление одного из каналов увеличивается до максимального, в двух других каналах, оставшихся не перекрытыми, рабочая жидкость поступает на слив.

Генератор гидравлических импульсов обеспечивает постоянное для данной настройки отношение частот гидравлических импульсов давлений, а, следовательно, частот вращения выходных валов гидравлических шаговых двигателей приводов заготовки и инструмента.

Коммутация потоков рабочей жидкости по силовым каналам и рабочим камерам шаговых гидродвигателей зависит от того, какая щель управляющих каналов перекрыта в данный момент выступом вращающегося кодирующего диска генератора гидравлических импульсов.

Передаточное отношение между исполнительными органами гидравлической внутренней цепи зависит от соотношения частот гидравлических импульсов, формируемых генератором гидравлических импульсов и подаваемых к исполнительным силовым шаговым гидродвигателям, которые приводят во вращение исполнительные органы

станка для обеспечения жесткой кинематической связи между заготовкой и инструментом, и определяется количеством гидравлических импульсов, подаваемых на один оборот блока кодирующих дисков генератора импульсов.

Изменение передаточного отношения цепи обката производится перемещением ползушек 2 на корпусе генератора гидравлических импульсов относительно периферии кодирующего диска с разным числом выступов, осуществляя при этом коммутацию потоков рабочей жидкости по силовым каналам в зависимости от того, какая щель управляющих каналов перекрыта в данный момент выступом вращающегося диска генератора импульсов.

Рабочая жидкость для получения управляющих импульсов для гидрораспределителей с торцовым распределением рабочей жидкости поступает от насосной установки 1 через блок постоянных дросселей 6 по трубопроводу.

Рабочая жидкость от силовой насосной станции 1 поступает на вход блоков дискретных гидрораспределителей 8 и 16, а затем в зависимости от их положения по одному из силовых каналов подается на рабочие камеры шаговых гидродвигателей 9 и 15 приводов вращения инструмента и продольного перемещения стола.

### Список литературы

1. *Vanin, V. A. Kinematic Structure of Metal-cutting Machines with Hydraulic Couplings / V. A. Vanin, A. N. Kolodin, A. A. Rodina // Russian Engineering Research 34 (12). – 2015. – P. 763 – 768.*

2. *Ванин, В. А. Кинематическая структура металлорежущих станков с гидравлическими формообразующими связями / В. А. Ванин, А. Н. Колодин, А. А. Родина // СТИН. – 2014. – № 5. – С. 2 – 8.*

3. *Ванин, В. А. Резьбообрабатывающие станки с гидравлическими формообразующими связями на основе шагового гидропривода для обработки винтовых поверхностей переменного шага / В. А. Ванин, А. Н. Колодин, А. А. Родина // Вестник машиностроения. – 2014. – № 7. – С. 37 – 45.*

4. Пат. 2091197 Российская Федерация, МПК 6В23F5/16. Гидравлическая цепь деления зубодолбежного станка для нарезания реек / Ванин В. А., Трифонов О. Н., Коптев А. А. ; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 95105041/02 ; заявл. 04.04.95 ; опубл. 1997; Бюл. № 27.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*