

*А. А. Родина, И. В. Облицов\*, А. С. Поляков\**

**КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ  
СО СЛОЖНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ  
НА ОСНОВЕ ШАГОВОГО ГИДРОПРИВОДА**

Одним из путей совершенствования металлорежущих станков, сокращения времени на их проектирование, изготовление и отладку является применение агрегатно-модульного метода построения как самого станка, так и его кинематики.

Модульный принцип построения позволяет не конструировать кинематические цепи станков различного назначения с большим различием характеристик каждый раз заново, а компоновать их из небольшого, экономически обоснованного количества типоразмеров одинаковых типовых (или стандартных) общих блоков (модулей), имеющих функциональную и конструктивную завершенность, с использованием ограниченного числа деталей и узлов индивидуального проектирования и изготовления.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В. А. Ванина.

Модульный принцип рационального построения внутренних цепей металлорежущих станков возможно осуществить на основе гидравлических связей в виде дискретного привода с шаговыми гидравлическими двигателями, которые составляют новый класс объемных гидроприводов. Их функциональные свойства состоят в том, что они способны устойчиво отрабатывать импульсные и релейные управляющие сигналы с высокой точностью и быстродействием при практически любой встречающейся нагрузке [1].

Применение гидравлических шаговых приводов объясняется известными достоинствами гидропривода, главными из которых являются:

1) бóльшая удельная мощность (отношение развиваемой приводом мощности к его массе) – на 20...30% больше электрических приводов;

2) малая инерционность гидравлических приводов по сравнению с другими, аналогичными по назначению и мощности;

3) простота и широкий диапазон их регулирования бесступенчатого регулирования скоростей;

4) способность воспринимать значительные динамические нагрузки и легкость защиты от перегрузок за счет ограничения давления рабочей жидкости;

5) простота конструкции и возможность получения наиболее удобной компоновки;

6) высокое быстродействие благодаря малой инерционности;

7) высокая износостойкость элементов гидроприводов из-за их самосмазываемости.

В станках со сложными формообразующими движениями (резьбо- и зубообрабатывающие станки) необходимо обеспечить жесткую функциональную связь между отдельными движениями исполнительных органов, несущих инструмент и заготовку, с высокой точностью. В существующих универсальных станках эта функциональная связь, как правило, обеспечивается за счет внутренних механических кинематических цепей, которые часто имеют значительную протяженность и состоят из большого числа деталей. Причем кинематические цепи различных станков отличаются друг от друга существенно [2].

Механические связи в станках со сложными формообразующими движениями можно заменить гидравлическими связями на основе гидравлических шаговых приводов, что позволяет существенно упростить кинематику и снизить металлоемкость станка. При этом каждый исполнительный орган формообразующей цепи приводится в движение от отдельного шагового гидродвигателя, а скорости исполнительных

органов согласуются друг с другом специальным управляющим (коммутирующим) устройством.

В качестве силовых двигателей в таких приводах применяются шаговые гидродвигатели с механической редукцией шага, которые отличаются большим разнообразием конструкций: поршневые, мембранные, сифонные, шиберные, шестеренные, планетарно-роторные. Для получения малой величины шага целесообразно использовать шаговые гидродвигатели с встроенными волновыми и планетарными редукторами.

Гидравлические связи на основе шагового гидропривода выполняются по разомкнутой схеме без применения датчиков обратной связи.

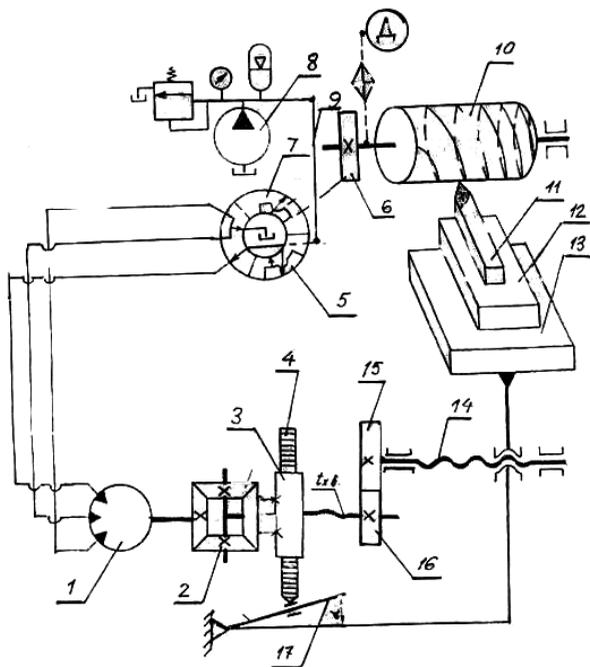
Структурно шаговый гидропривод состоит из трех функционально и конструктивно завершенных модулей: источника рабочей жидкости (насосная установка); управляющего (коммутирующего) устройства (генератор гидравлических импульсов) и силового гидравлического шагового двигателя.

Генератор гидравлических импульсов представляет собой устройство, преобразующее постоянный поток рабочей жидкости, поступающей от насосной установки, в определенную последовательность гидравлических импульсов, которые поступают к силовому гидравлическому шаговому двигателю. Выходным сигналом шагового гидродвигателя является угловое или линейное шаговое перемещение выходного звена, соединенного с рабочим органом станка.

В качестве силового органа в шаговом гидроприводе используется специальный шаговый гидродвигатель, выходное звено которого обрабатывает дискретные управляющие сигналы с высокой точностью и большим усилением по мощности.

При использовании во внутренних кинематических цепях в качестве силового органа шаговых гидродвигателей связь между заготовкой и инструментом осуществляется благодаря тому, что расход рабочей жидкости посредством рабочих щелей распределительного устройства преобразуется в определенную последовательность гидравлических импульсов, которые распределяются по силовым камерам шагового гидродвигателя, при этом каждому из них соответствует определенный угол поворота выходных валов ГШД, пропорциональный числу импульсов, а скорость вращения – пропорциональна частоте их следования [3].

На рисунке 1 представлена структурная схема резьбонарезного станка с гидравлическими формообразующими связями для обработки цилиндрических винтовых поверхностей переменного шага с модифицированным механизмом приращения шага.



**Рис. 1. Структурная схема резбонарезного станка с гидравлическими внутренними связями для нарезания винтовых поверхностей переменного шага**

Станок содержит рабочий орган, состоящий из суппорта 13, с размещенным на нем режущим инструментом 11, а также рабочий орган (шпиндель), несущий заготовку 10, на которой нарезается винтовая поверхность переменного шага.

Формообразование винтовой поверхности переменного шага осуществляется в результате равномерного вращения заготовки, установленной в центрах передней и задней бабки и неравномерного поступательного перемещения суппорта с инструментом. Вращение заготовки 10 осуществляется от электродвигателя Д через звено настройки  $i_v$ . Продольное перемещение суппорта 13 с инструментом 11 (цепь начального шага винтовой поверхности) осуществляется от шагового гидродвигателя 1, кинематически связанного с суппортом 13 посредством ходового винта 14 и управляемого генератором гидравлических импульсов 5, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 6, жестко закрепленного на шпинделе заготовки 10.

Дополнительное перемещение суппорта 13 с инструментом, необходимое для получения величины приращения шага винтовой поверхности при продольном перемещении суппорта, осуществляется от коррекционной линейки 17, установленной под углом к линии центров станка. При продольном перемещении суппорта 13 одновременно будет перемещаться в поперечном направлении к линии центров станка зубчатая рейка 4, шарнирно связанная с установленной под углом коррекционной линейкой 17, и поворачиваться реечное зубчатое колесо 3, связанное с суммирующим механизмом 2 в виде дифференциала с коническими колесами. Рабочая жидкость к генератору гидравлических импульсов поступает от насосной установки 8 по трубопроводу 9.

### Список литературы

1. *Vanin, V. A.* Application of Hydraulic Step Drives in Metal-cutting Machine Tools / V. A. Vanin, A. N. Kolodin // Russian Engineering Research 30 (5). – 2010. – P. 446 – 450.

2. *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.

3. *Ванин, В. А.* Станки с гидравлическими внутренними (формообразующими) связями на основе шагового гидропривода для обработки винтовых поверхностей / В. А. Ванин, А. Н. Колодин // Инженерный журнал. Справочник с приложением. – 2012 – № 7. – С. 30 – 35.

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