

*Д. И. Калинин**

СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ЦЕПЕЙ РЕЗЬБООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО ГИДРОПРИВОДА

Одним из возможных средств сокращения протяженности кинематических цепей, составленных из механических звеньев, и, как следствие, снижения металлоемкости станка является применение дискретного гидравлического привода с шаговыми гидравлическими двигателями, который составляет новый класс объемных гидроприводов, функциональные свойства которых состоят в том, что они способны устойчиво обрабатывать релейные и импульсные управляющие сигналы с высокой точностью при практически любой встречающейся нагрузке [1, 2]. Главной особенностью данного класса дискретных гидроприводов является то, что в качестве силового органа в них используется специальный шаговый гидродвигатель (ГШД), выходное звено которого обрабатывает дискретные управляющие сигналы с высокой точностью и большим усилением по мощности [3].

Используя свойство частотного регулирования скорости исполнительных органов гидравлического шагового двигателя, представляется возможным гидравлические связи с отдельным управлением гидравлических шаговых двигателей применить в кинематических цепях металлообрабатывающих станков.

К таким цепям относятся винторезные цепи, цепи затылования в резьбообрабатывающих и затыловочных станках, цепи деления, обката, дифференциальные в зубообрабатывающих станках различного технологического назначения.

На рисунке 1 приведена структурная схема резьбофрезерного станка с гидравлическими формообразующими связями для нарезания длинных конических винтовых поверхностей переменного шага [4] с моделированным механизмом приращения шага.

Станок включает в себя инструмент 9, представляющий собой дисковую фрезу с профилем, соответствующим профилю нарезаемой винтовой поверхности, и совершающий вращательное движение от электродвигателя Д1 через звено настройки i_v и заготовку 15, которая совершает вращение (движение круговой подачи) от электродвига-

* Работа подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, номер проекта 17-48-680-787, под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. А. Ванина.

теля D через звено настройки. Резьбофрезерный станок для обработки конических винтовых поверхностей переменного шага включает в себя кинематическую цепь вращения инструмента (дисковой фрезы); кинематическую цепь вращения шпинделя с заготовкой (движения круговой подачи); кинематическую цепь начального шага, связывающую между собой вращение шпинделя с заготовкой и продольное перемещение суппорта с фрезерной головкой; цепь изменения шага винтовой поверхности, связывающую цепь начального шага и суммирующий механизм, задающий закон изменения шага, выполненный в виде дифференциала из конических колес. Формообразующая винтовая линия переменного шага осуществляется в результате сложения двух движений: равномерного продольного перемещения суппорта по кинематической цепи начального шага и дополнительного перемещения по цепи приращения шага посредством суммирующего механизма, выполненного в виде дифференциала с коническими колесами.

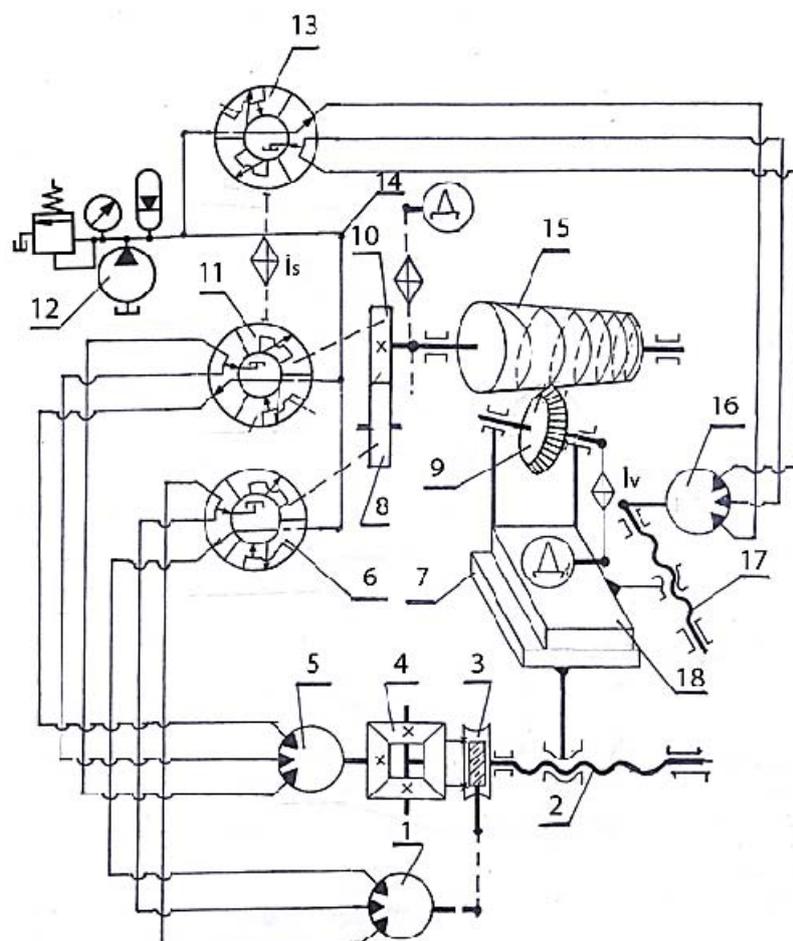


Рис. 1. Структурная схема резьбофрезерного станка с гидравлическими формообразующими связями для нарезания конических винтовых поверхностей переменного шага

Продольное перемещение продольного суппорта 7 с фрезерной головкой, несущей инструмент 9 (цепь начального шага винтовой поверхности), осуществляется от шагового гидродвигателя 5, кинематически связанного с суппортом 19 посредством ходового винта 2 продольной подачи и управляемого генератором гидравлических импульсов 11, золотниковая втулка получает вращение от приводного зубчатого колеса 10, вместо закрепленного на шпинделе заготовки 15 [5].

Поперечное перемещение салазок 18 с инструментом 9, связанное определенной зависимостью с продольным перемещением продольного суппорта 7 для воспроизведения наклонной образующей при обработке конической винтовой поверхности, производимых шаговым гидродвигателем 16, кинематически связанным с ходовым винтом 17 поперечной подачи верхних салазок 18, и управляемым генератором гидравлических импульсов 13, а золотниковая втулка с рабочими цепями получает вращение от генератора гидравлических импульсов 11, управляющего шаговым гидродвигателем 5 цепи продольного перемещения продольного суппорта 7 через несилую гитару сменных зубчатых колес i_s .

Дополнительное перемещение суппорта с инструментом, обеспечивающее необходимую величину перемещения шага винтовой поверхности, осуществляется от шагового электродвигателя 1, кинематически связанного посредством червячной передачи 3 с суммирующим механизмом 4, выполненном в виде дифференциала с коническими колесами, управляемого генератором гидравлических импульсов 6, золотниковая втулка с рабочими цепями получает вращение от шпинделя заготовки 15 через зубчатую передачу 8, 10.

Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов подается от насосной установки 12 по трубопроводу 14.

Эффективность использования во внутренних цепях станков гидравлических связей на основе шагового гидропривода с силовыми исполнительными шаговыми гидродвигателями по сравнению с использованием традиционных механических цепей достигается за счет следующих основных факторов: обеспечивается конструктивная однородность внутренних кинематических связей между конечными звеньями цепей – заготовкой и инструментом – для станков различного технологического назначения и разных типоразмеров; при этом возможно исключить конструктивное и размерное многообразие внутренних кинематических цепей, предназначенных для выполнения однотипных функций, и осуществить проектирование и построение внутренних цепей различных зубо- и резьбообрабатывающих станков с большим различием характеристик из небольшого, ограниченного, экономически обоснованного количества типоразмеров одинаковых

первичных (типовых или стандартных) агрегатов (модулей), что ведет к упорядочению номенклатуры одноименных внутренних цепей, сходных по функциональному назначению путем установления типоразмерных рядов гидравлических связей [6].

Список литературы

1. **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.

2. **Кинематическая** структура металлорежущих станков с гидравлическими связями в внутренних (формообразующих) цепях для нарезания зубьев конических колес / В. А. Ванин, А. Н. Колодин, М. З. До, М. М. Дамап // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – № 2(40). – С. 308 – 316.

3. **Родина, А. А.** Кинематическая структура металлорежущих станков со сложными движениями формообразования на основе шагового гидропривода / А. А. Родина, А. С. Поляков, И. В. Облицов // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития. – 2015. – Вып. VI. – С. 85 – 89.

4. **Ванин, В. А.** Кинематическая структура металлорежущих станков с гидравлическими связями в формообразующих цепях / В. А. Ванин, А. Н. Колодин, А. А. Родина // Актуальные проблемы в машиностроении : матер. Междунар. науч.-практ. конф. г. Новосибирск. – 2016. – № 3. – С. 219 – 223.

5. **Металлорежущие** станки с гидравлическими связями на основе шагового гидропривода во внутренних (формообразующих) цепях / В. А. Ванин, А. Н. Колодин, М. З. До, М. М. Дамап // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 1. – С. 167 – 176.

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

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