

*Д. И. Калинин**

ОПТИМИЗАЦИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ СВЯЗЯМИ НА ОСНОВЕ ШАГОВОГО ГИДРОПРИВОДА

Задачи совершенствования металлорежущих станков при одновременном сокращении времени на проектирование, изготовление и отладку predetermined необходимость применения новых методов построения как самого станка, так и его кинематики.

Применение гидравлических шаговых приводов объясняется известными достоинствами гидропривода, главными из которых являются: большая удельная мощность (отношение развиваемой приводом мощности к его массе) – 20...30% больше электрических приводов; малая инерционность гидравлических приводов по сравнению с другими, аналогичными по назначению и мощности; простота бесступенчатого регулирования скоростей и широкий диапазон их регулирования; способность воспринимать значительные динамические нагрузки и легкость защиты перегрузок за счет ограничения давления рабочей жидкости; простота конструкции составляющих элементов и возможность получения наиболее рациональной компоновки; возможность обеспечить высокое быстродействие исполнительных органов благодаря малой инерционности; высокая износостойкость элементов гидроприводов [1].

Выполненные исследования показали, что 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.

В качестве двигателей в таких приводах наиболее целесообразны шаговые гидродвигатели с механической редукцией шага, которые отличаются большим разнообразием конструкций: поршневые, мембранные, сильфонные, шибберные, шестеренные, планетарно-роторные [2].

Структурно-шаговый гидропривод состоит из трех функционально и конструктивно завершенных модулей: источника рабочей жидко-

* 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.

сти (насосная установка); управляющего (коммутирующего) устройства (генератор гидравлических импульсов) и силового гидравлического шагового двигателя [3].

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 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 усилием 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 шаговых гидродвигателей (ГШД), пропорциональный числу импульсов, а скорость вращения пропорциональна гидравлической связи – заготовка и инструмент – зависят от соотношения частот гидравлических импульсов, подаваемых к шаговым гидродвигателям, осуществляющим вращение заготовки и инструмента [4].

Используя блочное (модульное) построение гидравлического шагового привода, представляется возможным применить гидравлические связи на его основе при построении внутренних цепей металлорежущих станков различного технологического назначения и разных типоразмеров. Это в первую очередь относится к таким металлорежущим станкам, как зубо- и резьбообрабатывающим, имеющим сложное пространственное расположение рабочих органов. На рисунке 1 представлена структурная схема резьбонарезного станка с гидравлическими связями в формобразующих цепях для нарезания глобоидных червяков обкаточным резцом (долбяком) с модифицированными приводами радиальной подачи.

Станок включает в себя заготовку b , совершающую вращательное движение от электродвигателя D через звено настройки i_v .

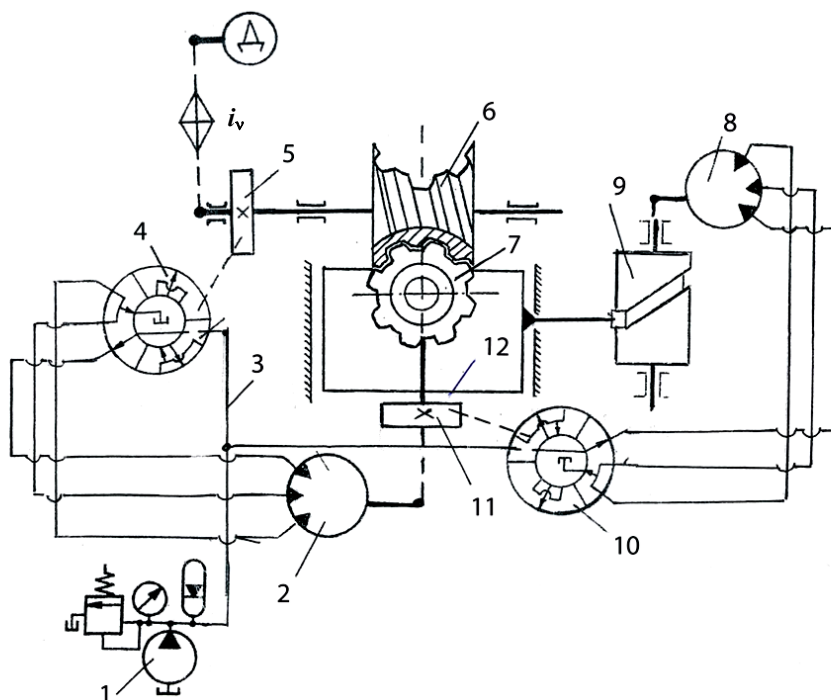


Рис. 1. Структурная схема резьбонарезного станка с гидравлическими внутренними связями для нарезания глобоидных червяков обкаточным резцом

При нарезании глобоидного червяка обкаточным резцом (долбяком) необходимо осуществить одно сложное исполнительное движение. Кинематическая структура такого станка состоит из одной сложной группы формообразования и одной простой группы, осуществляющей движения радиального врезания [5].

Инструмент (обкаточный резец, долбяк) 7, связанный с заготовкой цепью деления, получает вращение от шагового гидродвигателя 2, кинематически связанного с ним и управляемого генератором гидравлических импульсов 4, золотниковая втулка вращается от зубчатого приводного колеса 5, закрепленного на шпинделе заготовки 6.

Радиальное (поперечное) перемещение инструмента для получения полной высоты витка червяка осуществляется от шагового гидродвигателя 8, кинематически связанного посредством барабана 9 с суппортом 12 и инструментом, и управляемого генератором гидравлических импульсов 10, золотниковая втулка которого получает вращение от зубчатого колеса 11. Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов подводится от насосной установки 1 по трубопроводу 3.

Применение унифицированных гидравлических связей на основе ДШП во внутренних (формообразующих) цепях металлорежущих станков взамен механических цепей позволяет: упростить конструирование кинематики станка; уменьшить многообразие конструкций

цепей; улучшить условие совместимости; многократно применять элементы в различных комбинациях и сочетаниях, в новых компоновках; обеспечить при ограниченном комплекте унифицированных блоков (модулей) построение кинематических цепей различного функционального назначения, выполняющих разнообразные технологические и компоновочные требования технических заданий [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»*