

УДК 621.9-529.001.2

**КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТАНКОВ
С НЕРАВНОМЕРНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ
С ВНУТРЕННИМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ**

В.А. Ванн, В.В. Жирняков

*Кафедра «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»,
ТГТУ*

Представлена членом редколлегии профессором Ю.В. Воробьевым

Ключевые слова и фразы: гидравлические связи; металлорежущие станки; шаговый гидропривод.

Аннотация: Рассматривается возможность построения внутренних кинематических цепей металлорежущих станков различного технологического назначения по модульному принципу на основе гидравлических связей в виде шагового гидропривода.

Для изготовления некоторых деталей, таких как некруглые колеса, ходовые винты (червяки) с неравномерным шагом, конические шестерни, полуобкатных передач, применяются станки, у которых отношение скоростей взаимосвязанных элементарных движений, создающих сложные исполнительные формообразующие движения, не остаются постоянными.

Структура таких станков строится таким образом, чтобы сложное формообразующее движение было составлено из нескольких элементарных движений, одно из которых должно быть обязательно неравномерным. Чаще всего неравномерное вращательное движение получают суммированием равномерного движения с неравномерным, применяя суммирующий механизм и дополнительную внутреннюю кинематическую цепь, которая равномерное движение превращает в неравномерное.

Для выполнения станком определенного исполнительного движения необходимо наличие кинематической связи между исполнительными звеньями станка и кинематической связи этих звеньев с источником движения. В настоящее время наиболее часто применяются кинематические цепи, движение в которых передается посредством механических звеньев.

Кинематические цепи с механическими звеньями дают возможность получить весьма точное передаточное отношение выходных звеньев и не требуют дополнительных перенастроек в процессе работы. Однако внутренние цепи с механическими звеньями при большой их протяженности становятся громоздкими и поэтому не всегда обеспечивают необходимую кинематическую точность работы цепи. Работая в тяжелых динамических условиях и передавая конечным звеньям цепи большие усилия, элементы, из которых состоит цепь, быстро изнашиваются и первоначальная точность станка теряется.

Механические кинематические цепи имеют сравнительно малую жесткость. Кроме того, жесткость таких цепей непостоянна, так как она определяется в основном

жесткостью стыков кинематических пар, которые в процессе движения постоянно меняются. При этом точность изготовления звеньев ограничена разумными пределами.

Под действием усилий резания, переменных сил трения и инерционных усилий валов с закрепленными колесами кинематические цепи деформируются. Эти деформации изменяются по величине и могут влиять на направление результирующей кинематической погрешности. В свою очередь, погрешности зубчатых колес создают дополнительные динамические нагрузки в цепях.

Усилие резания в зуборезных станках колеблется с определенной периодичностью по величине, а инерционные нагрузки в реверсируемых цепях периодически изменяются и по направлению. Также периодически проявляется и влияние погрешностей зубчатых колес и зазоров. В результате движения кинематических цепей валы с закрепленными на них шестернями испытывают крутильные и поперечные колебания.

Анализируя результаты теоретических и экспериментальных исследований, а также данные производственной эксплуатации станков со сложными кинематическими связями, можно отметить, что в последнее время делаются попытки для создания необходимых внутренних кинематических связей применять цепи с немеханическими элементами, используя для этого электрические, электронные, гидравлические связи или их комбинации.

Электрические, гидравлические и другие виды немеханических связей, несмотря на ряд преимуществ по сравнению с механическими (допускают большую протяженность цепей, элементы их меньше изнашиваются, дольше сохраняется первоначальная кинематическая точность), все же еще не получили широкого распространения при построении внутренних (формообразующих) кинематических цепей металлорежущих станков.

В данной статье рассматривается принципиально новый подход к построению внутренних (формообразующих) цепей, требующих точного взаимосвязанного движения заготовки и инструмента, используя для этого гидравлические связи на основе гидравлического шагового привода.

В основе применения гидравлических связей во внутренних цепях станков лежит синхронная передача «гидравлических вал», конструкция которой основана на реализации эффекта преобразования колебательного движения плунжера гидравлического шагового двигателя (ГШД) в дискретное вращение выходного вала ГШД [1, 2, 3].

При использовании во внутренних кинематических цепях станков шагового гидравлического привода с исполнительными шаговыми гидродвигателями связь между заготовкой и инструментом осуществляется благодаря тому, что расход рабочей жидкости посредством распределительных устройств различного типа (рабочие щели золотниковых распределительных втулок, двухпозиционные гидравлические распределители с торцовым распределением рабочей жидкости, генераторы гидравлических импульсов) преобразуется в определенную последовательность гидравлических импульсов, каждому из которых соответствует определенный угол поворота выходных валов шаговых гидродвигателей, при этом угол поворота пропорционален количеству поданных импульсов, а скорость вращения пропорциональна частоте их следования.

Применение гидравлических шаговых приводов объясняется известными достоинствами гидропривода, к которым относятся: малые габариты и масса при высокой удельной силовой напряженности, что обеспечивает малую инерционность подвижных частей; высокое быстродействие и точность воспроизведения взаимосвязанных движений.

Используя высокие компоновочные свойства гидравлического шагового привода, представляется возможным применить гидравлические связи для построения внутренних кинематических цепей металлорежущих станков, имеющих сложные разветвленные многозвенные переналаживаемые механические цепи значительной протяженности, где необходимо обеспечить жесткую кинематическую связь для создания взаимосвязанных формообразующих движений заготовки и инструмента.

Принципиальной особенностью применения гидравлических связей во внутренних цепях станков является то, что каждый исполнительный орган кинематических групп имеет свой источник движения – шаговый гидродвигатель – позволяющий изменить направление и скорость движения в требуемом диапазоне.

Внутренние кинематические цепи металлорежущих станков, выполненные в виде гидравлических связей на основе шагового гидропривода, возможно построить, используя агрегатно-модульный принцип [4, 5, 6, 7], благодаря тому, что все составные агрегаты шагового гидропривода – источник рабочей жидкости (насосная установка), исполнительный силовой орган (шаговый гидравлический двигатель с механической редукцией шага), управляющее устройство (генератор гидравлических импульсов) – выполнены в виде конструктивно и функционально завершенных блоков (модулей), которые имеют типовые присоединительные размеры и стыковочные устройства. Это обеспечивает возможность соединения с конечными звеньями кинематических цепей и возможность выполнять заданные функции либо самостоятельно, либо совместно с другими блоками в зависимости от сложности и назначения кинематической цепи, точности кинематической цепи, количества формообразующих движений, что позволяет выполнить кинематическую связь для станков различных типоразмеров и различного технологического назначения.

Внутренние (формообразующие) цепи металлорежущих станков, выполненные в виде гидравлических связей на основе шагового гидропривода, построенные с использованием модульного принципа, отличаются следующими особенностями.

1. Конструктивная однородность кинематических связей между конечными звеньями цепей для станков как различного назначения, так и для станков одного технологического назначения, но разных типоразмеров.

2. Агрегатно-модульный принцип построения внутренних кинематических цепей дает возможность создать агрегатную гидравлическую унифицированную систему, при использовании которой возможно исключить конструктивное и размерное многообразие кинематических цепей, предназначенных для выполнения однотипных функций, и осуществить проектирование и построение кинематических цепей станков различных модификаций на основе типизации решений на единой базе унифицированных модулей (узлов), при этом допускается возможность многократного применения модулей в различных комбинациях и сочетаниях в новых компоновках станков.

Реализация модульного принципа построения внутренних цепей станков на основе шагового гидропривода позволяет не конструировать внутренние кинематические цепи станков различного назначения и разных типоразмеров одного назначения каждый раз заново, а компоновать их из функционально и конструктивно завершенных блоков (модулей) взятых в таком сочетании, что позволяет обеспечить необходимые формообразующие движения, рациональную компоновку станка.

На рис. 1 представлена структурная схема зубофрезерного станка с гидравлическими связями для нарезания некрутлых зубчатых колес [8].

В станке создаются два движения формообразования: движение скорости резания $\Phi_s(V_1V_2P_3)$ и движение подачи $\Phi_s(P_4)$. В движении скорости резания вращение заготовки V_2 – неравномерное.

На станке осуществляются следующие движения.

1. Равномерное вращение инструмента V_2 .
2. Равномерное вращение заготовки, согласованное с вращением фрезы.
3. Продольная подача фрезы в направлении, параллельном оси обрабатываемого колеса.
4. Дополнительное вращение обрабатываемого колеса по заданному закону V_1' .
5. Неравномерное вращение обрабатываемого колеса по заданному закону V_1' .
6. Неравномерное перемещение червячной фрезы в направлении, параллельном общей касательной к центруде изделия и инструмента P_4 .

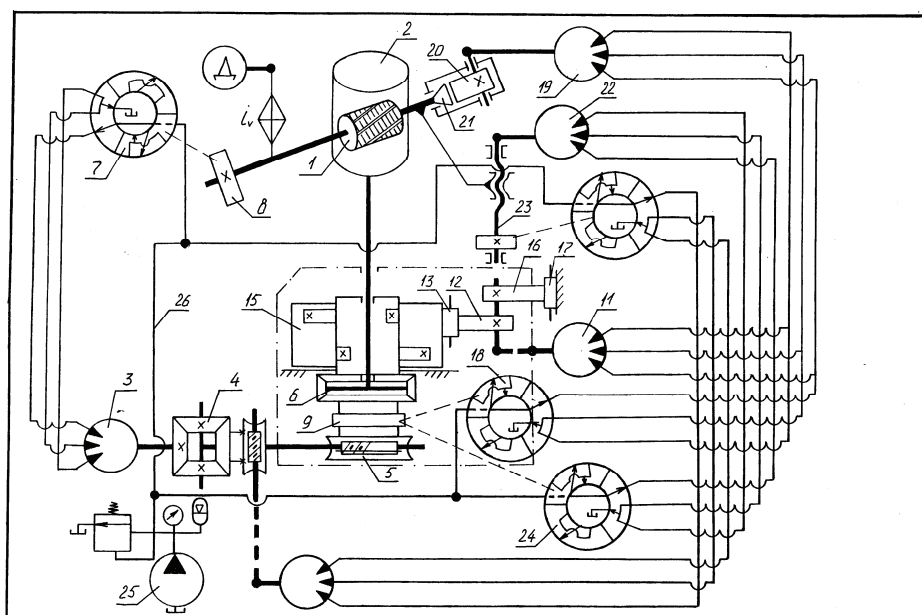


Рис. 1 Зубофрезерный станок с гидравлическими связями для нарезания некруглых зубчатых колес

В станке неравномерное перемещение производящего контура реализуется с помощью двух движений – равномерного вращательного V_1 и неравномерного осевого перемещения фрезы P_4 . Косозубое некруглое колесо нарезается червячной фрезой с помощью двух сложных исполнительных движений $V_1V_2P_3P_4$ для образования профиля зуба и P_5P_6 для образования формы зуба по длине. Движения $V_1V_2P_3V_6$ – равномерные, а движение P_3 и P_4 – неравномерные. Изменение скоростей этих движений соответственно требуемому закону достигается с помощью сменных кулачков (копиров), профили которых зависят от формы контура нарезаемого зубчатого колеса.

Так как движение V_1 – неравномерное, то оно создается двумя элементарными вращениями заготовки: равномерным V_1' и неравномерным V_1'' .

Для образования профиля зуба и осуществления процесса деления на Z зубов создается сложное исполнительное движение профилирования $\Phi_v(V_1'V_1''V_2P_3P_4)$, в котором движения V_1 и V_2 – равномерные. Движением V_2 – равномерным вращением фрезы – создается равномерное поступательное перемещение исходной рейки P_2 . Радиальное неравномерное движение P_3 совершает заготовка, а осевое неравномерное движение P_4 совершает фреза. Кинематическая группа, создающая исполнительное движение Φ_v , состоит из четырех внутренних цепей, обеспечивающих траекторию движения.

Первая внутренняя цепь связывает движение равномерного вращения фрезы 1 с равномерным вращением заготовки 2 и осуществляется от гидравлического шагового двигателя 3 через дифференциал 4 , червячную передачу 5 стола, нижнее центральное колесо второго дифференциала 6 , расположенного в столе станка. Водило дифференциала 6 является шпинделем заготовки. Шаговый гидродвигатель 3 управляется генератором гидравлических импульсов 7 , золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 8 , жестко закрепленного на шпинделе инструмента.

Вторая внутренняя цепь обеспечивает связь между равномерным вращением заготовки V_1 и ее неравномерным вращением. От шпинделя заготовки через водило дифференциала 6 и его нижнее центральное колесо движение передается цилиндриче-

скому зубчатому колесу 9, от которого вращается золотниковая втулка с рабочими щелями генератора гидравлических импульсов 10. Этот генератор управляет шаговым гидродвигателем 11, на выходном валу которого закреплен угловой копир 12. От поворота последнего получает перемещение каретка 13. На каретке закреплены две стальные ленты, каждая из которых своим концом закреплена на барабане 15. Каретка постоянно прижимается к угловому копиру. Неравномерно перемещаясь от копира 12, каретка через стальные ленты неравномерно поворачивает барабан 15, который жестко скреплен с верхним центральным коническим колесом дифференциала 6 стола. Через водило этого дифференциала шпиндель и заготовка получают неравномерное вращение V_1'' .

Третья внутренняя кинематическая цепь связывает равномерное вращение заготовки V_1 с неравномерным радиальным перемещением заготовки P_3 за счет того, что оба копира (угловой 12 и линейный 16) установлены на выходном валу шагового гидродвигателя 11. Линейный копир постоянно прижимается к ролику 17 неподвижной задней бабки станка.

Четвертая внутренняя кинематическая цепь обеспечивает необходимое соотношение скоростей равномерного вращения заготовки и неравномерного осевого перемещения фрезы P_4 от поперечного копира 20. Эта цепь имеет следующий состав: шпиндель заготовки (водило дифференциала 6) – нижнее центральное колесо дифференциала – червячная передача 5 стола. От зубчатого колеса 9, жестко связанного с делительным колесом, вращается золотниковая втулка с рабочими щелями генератора гидравлических импульсов 18, который управляет шаговым гидродвигателем 19. На выходном валу шагового гидродвигателя закреплен поперечный копир 20, осуществляющий перемещение каретки 21 суппорта фрезы в осевом направлении. Вертикальная (продольная) подача инструмента, связывающая вращение делительной пары стола с заготовкой, и перемещение инструмента вдоль оси обрабатываемой заготовки, осуществляется от шагового гидродвигателя 22, кинематически связанного с инструментом посредством ходового винта 23 и управляемого генератором гидравлических импульсов 24, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 9, жестко связанного с делительным колесом стола с заготовкой. Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов поступает от насосной установки 25 по трубопроводу 26.

На рис. 2 представлена структурная схема зубодолбежного станка с гидравлическими связями для нарезания некруглых колес [9].

Станок включает в себя узел инструмента, последний совершает возвратно-поступательное движение от электродвигателя Д через звено настройки i_V , а вращательное движение получает от шагового гидродвигателя 6, управляемого генератором гидравлических импульсов 7, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от гидромотора 8.

Заготовка 13, связанная с инструментом цепью деления (обката), получает вращательное движение от шагового гидродвигателя 9 через дифференциал 23 с коническими колесами, управляемого генератором гидравлических импульсов 10, золотниковая втулка с расчетным числом рабочих щелей которого получает вращение через несилую гитару сменных зубчатых колес 11 от генератора гидравлических импульсов 7 цепи вращения инструмента.

Для обеспечения обработки некруглых колес станок снабжен дополнительной гидравлической цепью, включающей кулачок 14, профиль которого выполнен в соответствии с законом изменения делительной окружности обрабатываемого колеса, коромысло 15, осуществляющее качательное движение вокруг оси 16 и несущее ролик 17, вращающийся вокруг своей оси, взаимодействующий с кулачком 14. На коромысле размещен зубчатый сектор 18, взаимодействующий с зубчатым колесом 19, закрепленным на одном валу с червяком червячной передачи 24.

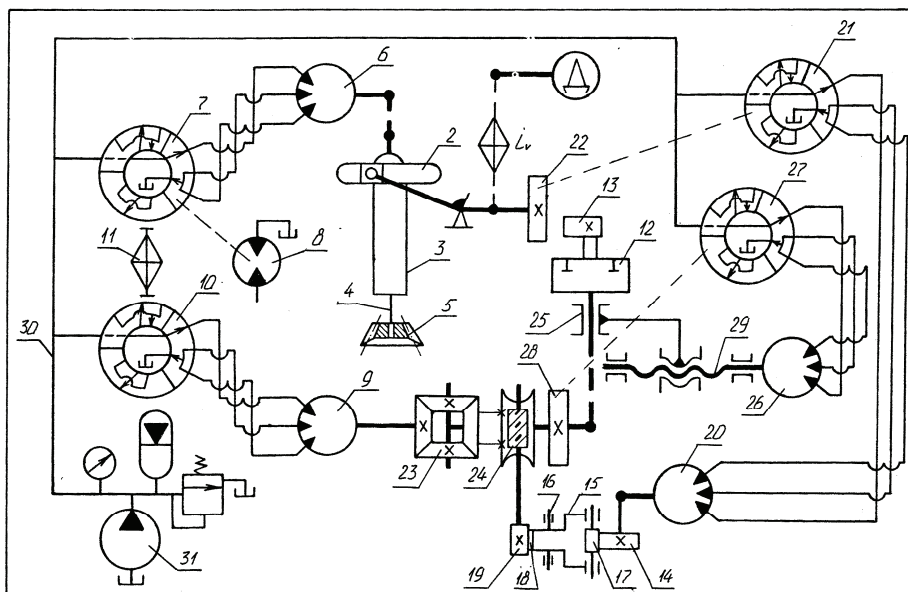


Рис. 2 Зубодолбежный станок с гидравлическими связями для нарезания некруглых колес

Вращение кулачка 14 осуществляется от шагового гидродвигателя 20, управляемого генератором гидравлических импульсов 21, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от зубчатого колеса 22, жестко закрепленного на валу 1 привода штосселя; при этом данная цепь кинематически связана с делительным столом 12 через суммирующий механизм в виде дифференциала 23 с коническими колесами посредством червячной передачи 24.

Перемещение продольного стола 12 осуществляется от шагового гидродвигателя 26, кинематически связанного с ходовым винтом 29 продольной подачи стола и управляемого генератором гидравлических импульсов 27, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от зубчатого колеса 28, жестко закрепленного на шпинделе заготовки.

Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов подводится от насосной станции 31 по трубопроводу 30.

На рис. 3 представлена структурная схема резьбонарезного станка для нарезания цилиндрических винтовых поверхностей переменного шага [11].

Станок включает в себя заготовку 6, получающую вращение от электродвигателя *D* через звено настройки *i_v*, и связанную винторезной цепью с инструментом 8. Продольное перемещение режущего инструмента осуществляется от гидравлического шагового двигателя 2, кинематически связанного с ходовым винтом 12 продольной подачи суппорта 7 и управляемого генератором гидравлических импульсов 4, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 5, закрепленного на шпинделе заготовки 6.

Дополнительное перемещение инструмента, связанное с тем, что исполнительное движение инструмента происходит по винтовой линии, имеющей неравномерный шаг, производится от шагового гидродвигателя 13, кинематически связанного посредством червячной передачи 14 с суммирующим механизмом 15 в виде дифференциала с коническими колесами и управляемого от генератора гидравлических импульсов 10, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от зубчатого колеса 11, закрепленного на ходовом винте 12 продольного перемещения суппорта.

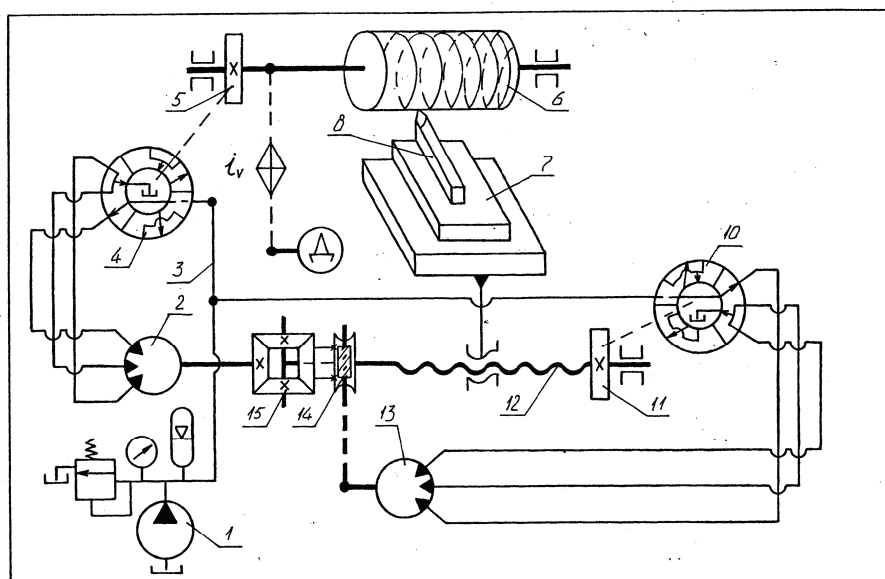


Рис. 3 Резьбонарезной станок для нарезания цилиндрических винтовых поверхностей переменного шага

Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов поступает от насосной установки 1 по трубопроводу 3.

На рис. 4 представлена структурная схема станка для нарезания конических винтовых поверхностей переменного шага с гидравлическими связями во внутренней цепи [12].

Станок включает в себя заготовку 9, совершающую вращательное движение от электродвигателя D через звено настройки i_v и связанную винторезной цепью с инструментом 17.

Продольное перемещение продольного суппорта 16 с инструментом осуществляется от шагового гидродвигателя 1, кинематически связанного с ходовым винтом 12 продольной подачи суппорта и управляемого генератором гидравлических импульсов 5, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 8, закрепленного на шпинделе заготовки.

Поперечное перемещение резцовой каретки 17 с инструментом, связанное зависимостью с продольным перемещением продольного суппорта, осуществляется от шагового гидродвигателя 11, кинематического связанного с ходовым винтом поперечной подачи резцовой каретки и управляемого генератором гидравлических импульсов 3, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от генератора гидравлических импульсов 5, управляющего шаговым гидродвигателем цепи продольного перемещения суппорта 16 через несилую гитару сменных зубчатых колес 4.

Дополнительное перемещение инструмента, обусловленное приращением шага резьбы, осуществляется от шагового гидродвигателя 13, кинематически связанного посредством червячной передачи 14 с суммирующим механизмом 15, выполненным в виде дифференциала из конических колес и управляемого генератором гидравлических импульсов 7, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 8.

Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов подводится от насосной установки 6 по трубопроводу 2.

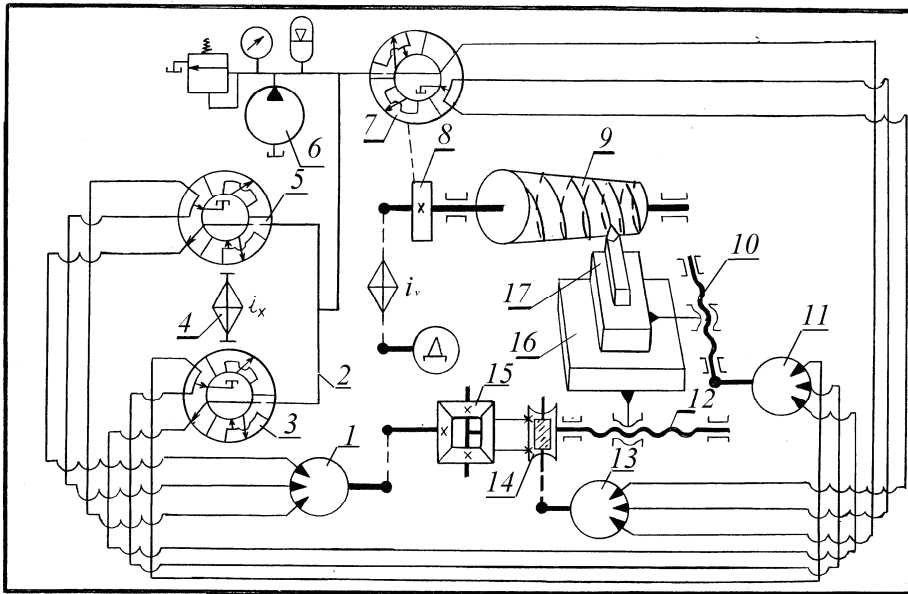


Рис. 4 Станок для нарезания конических винтовых поверхностей переменного шага с гидравлическими связями во внутренней цепи

На рис. 5 представлена структурная схема винторезного станка с гидравлическими связями для нарезания конических винтовых поверхностей с переменным шагом и переменной глубиной профиля [13].

Станок включает в себя заготовку 21, которая получает вращение от электродвигателя Д через звено настройки i_v .

Продольное перемещение продольного суппорта 18 с инструментом 20 для получения винтовой линии на изделии осуществляется от шагового гидродвигателя 1, кинематически связанного с ходовым винтом 16 продольной подачи и управляемого генератором гидравлических импульсов 4, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от зубчатого колеса 22, жестко закрепленного на шпинделе изделия.

Поперечное перемещение верхней каретки 19 суппорта с инструментом, необходимое для воспроизведения наклонной образующей и связанное определенной зависимостью с продольным перемещением продольного суппорта 18, производится шаговым гидродвигателем 7, кинематически связанным с ходовым винтом 11 поперечной подачи верхней каретки 19 суппорта и управляемым генератором гидравлических импульсов 2, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение посредством несилевой гитары сменных зубчатых колес 3 от вращающейся золотниковой втулки генератора гидравлических импульсов 4, расположенного в цепи продольных подач продольного суппорта 18.

Дифференциальное движение, необходимое для нарезания винтовых поверхностей с переменным шагом, осуществляется от шагового гидродвигателя 17, кинематически связанного с инструментом через суммирующий механизм 23 в виде дифференциала с коническими колесами посредством червячной передачи 24 и управляемого генератором гидравлических импульсов 14, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение от приводного зубчатого колеса 15, жестко закрепленного на ходовом винте 16 продольного перемещения суппорта 18.

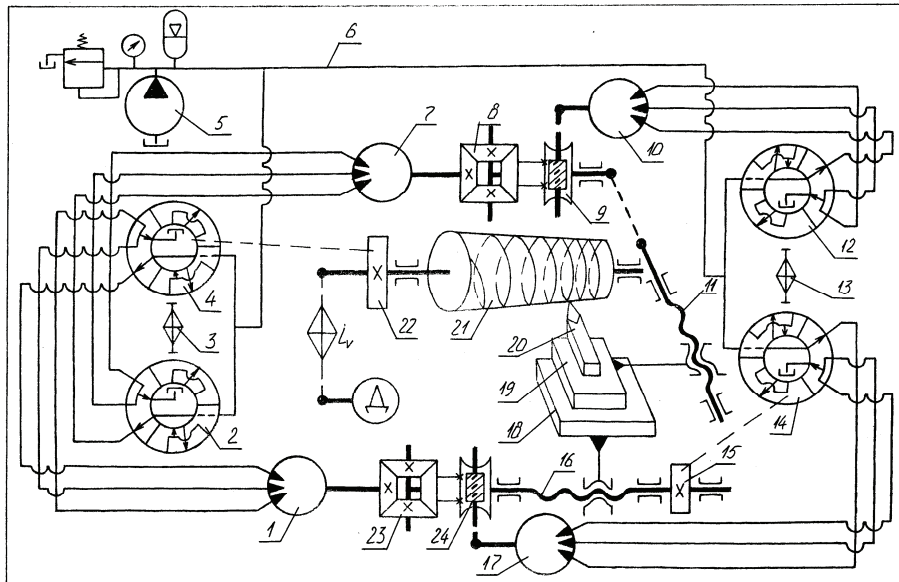


Рис. 5 Винторезный станок с гидравлическими связями для нарезания конических винтовых поверхностей с переменным шагом и переменной глубиной профиля

Дифференциальное движение, необходимое для нарезания винтовых поверхностей с переменной глубиной профиля, зависимой от величины приращения шага винтовой поверхности, осуществляется от шагового гидродвигателя 10, кинематически связанного посредством суммирующего механизма 8 в виде дифференциала с коническими колесами через червячную передачу 9 с ходовым винтом 11 поперечной подачи верхней каретки 19 суппорта и управляемого генератором гидравлических импульсов 12, золотниковая втулка с рабочими щелями которого получает вращение через несилую гитару сменных зубчатых колес 13 от вращающейся золотниковой втулки генератора гидравлических импульсов 14, размещенного в дифференциальной цепи приращения шага резьбы.

Рабочая жидкость к генераторам гидравлических импульсов подводится от насосной установки 5 по трубопроводу 6.

Список литературы

1. Трифонов О.Н. Гидравлический вал // Станки и инструмент. – 1960, №8. – С. 12-13.
2. Трифонов О.Н., Ванин В.А. «Гидравлический вал» в приводе металлорежущих станков // Гидравлические системы металлорежущих станков. – Межвузовский сб. научн. трудов. Вып. 4/Под ред. О.Н. Трифонова. – М.: Станкин, 1979. – С. 178-184.
3. Трифонов О.Н., Ванин В.А. Применение гидравлических шаговых моторов в цепи обката зубодолбежного станка // Гидравлические системы металлорежущих станков. – Межвузовский сб. научн. трудов. Вып. 2/Под ред. О.Н. Трифонова. – М.: Станкин, 1977. – С. 98-104.
4. Трифонов О.Н., Ванин В.А., Иванов В.И. Модульное построение внутренних цепей металлорежущих станков на основе гидравлических связей // Техника машиностроения. – 2000, №2(24). – С. 21-25.
5. Трифонов О.Н., Ванин В.А., Жирняков В.В. Модульный принцип построения внутренних цепей металлорежущих станков // Машиностроитель. – 1999, №5-6. – С. 28-31.

6. Ванин В.А., Трифионов О.Н., Иванов В.И. Построение внутренних цепей металлорежущих станков на агрегатно-модульной основе // Вестник ТГТУ. – 1999. – Т.5, №3. – С. 427-434.

7. Ванин В.А. Построение внутренних кинематических цепей металлорежущих станков по модульному принципу // Вестник ТГТУ. – 1998. – Т.4, №4. – С. 611-617.

8. Патент РФ №2130366 Зубофрезерный станок с гидравлическими связями для нарезания некруглых колес /Ванин В.А. Оpubл. Б.И. №14, 1999.

9. А.С. по заявке №99106055/02 (006637) от 29.03.1999. – Зубодолбежный станок с гидравлическими связями для нарезания некруглых колес /Ванин В.А., Жирняков В.В., Евлампиев С.В.

10. А.С. по заявке №99105966/02 (006048) от 22.03.1999. – Резьбофрезерный станок с гидравлическими связями для нарезания резьб с неравномерным шагом /Ванин В.А., Жирняков В.В., Евлампиев С.В. Оpubл. Б.И., 2001, №2

11. Патент РФ №2142866 Станок для нарезания винтовых поверхностей переменного шага /Ванин В.А., Баркалов Д.Ю. Оpubл. Б.И. №35, 1999.

12. Патент РФ №2132256 Станок для нарезания конических винтовых поверхностей с переменным шагом /Ванин В.А., Евлампиев С.В. Оpubл. Б.И. №18, 1999.

13. Патент РФ №2147974 Винторезный станок с гидравлическими связями для нарезания конических винтовых поверхностей /Ванин В.А., Жирняков В.В., Евлампиев С.В. Оpubл. Б.И. №12, 2000.

Kinematics Structure of Machines by Irregular Moulding Movements with Inner Hydraulic Links

V.A. Vanin, V.V. Zhirnyakov

Department "Technology of Engineering, Metal Machines and Instruments", TSTU

Key words and phrases: hydraulics link; metal machines; linear hydraulic drive.

Abstract: Possibility of creating inner kinematic chains of metal machines of various technology application on the module principle on the basis of hydraulic links in the form of linear hydraulic drive is considered.

Kinematische Struktur der Werkzeugmaschinen mit den ungleichmäßigen Bewegungen der Formbildung mit den inneren hydraulischen Verbindungen

Zusammenfassung: Es wird die Möglichkeit der Bau der inneren kinematischen Ketten von Metallbearbeitungsmaschinen des verschiedenen technologischen Zwecks nach dem Modulprinzip auf Grund der hydraulischen Verbindungen in Form des schrittlichen Hydroantriebs betrachtet.

Structure cinématique des machines avec les mouvements inégaux de la formation et avec les liens intérieurs hydrauliques

Résumé: On examine la possibilité de la construction des chaînes intérieures cinématiques des machines à couper les métaux de différente destination technologique d'après le principe de module à la base des liens hydrauliques en forme de la commande hydraulique pas à pas.