

УДК 621.438-46: 621.921

DOI: 10.35211/1990-5297-2023-1-272-29-32

*Е. А. Федянов¹, В. А. Санинский², Н. А. Ушаков²***ГИДРОПРИВОД ШПИНДЕЛЕЙ ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНОЙ ПИНОЛИ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ**¹ Волгоградский государственный технический университет² Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ

ВО Волгоградский государственный технический университет

E-mail: ushakov@post.volpi.ru

Дано обоснование гидравлической схемы и типов гидромоторов для гидропривода шпинделей пиноли станка, предназначенного для механической обработки глубоких отверстий в трубных заготовках методом совмещения процессов вихрефрезерования и поверхностной пластической деформации (ППД). Предложена методика расчета параметров насоса и гидромоторов, обеспечивающих необходимые режимы резания.

Ключевые слова: гидропривод, вихрефрезерование, шпиндель, режущий инструмент.

*E. A. Fedyanov¹, V. A. Saninsky², N. A. Ushakov²***HYDRAULIC DRIVE OF MILLING AND BORING PINOLE SPINDLES
FOR PROCESSING DEEP HOLES**¹ Volgograd State Technical University² Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of the Volgograd State Technical University

The substantiation of the hydraulic scheme and types of hydraulic motors for the hydraulic drive of the pinole spindles of a machine designed for machining deep holes in pipe workpieces by combining the processes of vortex milling and surface plastic deformation (PPD) is given. A method for calculating the parameters of the pump and hydraulic motors providing the necessary cutting modes is proposed.

Keywords: hydraulic drive, vortex milling, spindle, cutting tool.

Известен способ механической обработки глубокого отверстия в трубной заготовке, при котором обработку осуществляют борштангой с режущим инструментом, например с фрезой, совершающей планетарное движение вокруг оси обрабатываемого отверстия [1–5].

Один из вариантов [4] предлагаемой конструкции инструмента для подобного способа

обработки показан на рис. 1. Согласно этому предложению, обработка глубокого отверстия 1 в трубной заготовке (ТЗ) 2 производится борштангой 3 с режущим инструментом 4 (например, фрезой или шлифовальным кругом), расположенной на эксцентричных подшипниках скольжения 5 в пиноли 6 с режуще-деформирующими зубьями 7. В исходном положении пи-

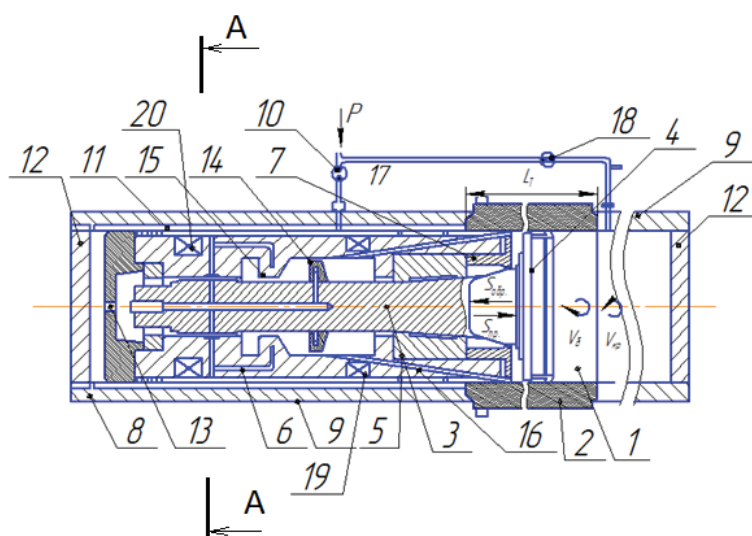


Рис. 1. Малогабаритный станок с деформирующим многозубым дорном пиноли для вихрефрезерования глубоких отверстий длинномерных трубных заготовок

ноль базируют во входном люнете 8. Промежуточная втулка 16 может быть выполнена эксцентричной для увеличения величины эксцентриситета оси борштанги, обеспечиваемого эксцентричными подшипниками. Перед обработкой заготовку 1 зажимают между внутренними торцами одинаковых по конструкции входного и выходного люнетов 9 соосно с ними и подают давление p краном 10 по каналу 11, выполненному вдоль поверхности отверстия входного люнета 9, создавая давление на пинולי 6 между быстросъемной резьбовой крышкой 12 (на байонерном соединении) и пинолью 6 так, что пиноль 6 играет роль поршня, перемещающегося в глубоком отверстии заготовки 1. Давление p через дроссель 13 подается на турбины 14 и 15 вращения борштанги 3 и ее кругового планетарного движения. В результате осуществляют прямой рабочий ход борштанги 3 с осевой поступательной подачей S_n и вращательное движение n_b , совмещенной с планетарным вращением (круговой подачей) $n_{пв}$ промежуточной втулки 16. При этом совмещают процессы вихрефрезерования глубокого отверстия 1 режуще-деформирующего прошивания и дорнования последними зубьями прошивки 17. При этом продольную подачу S_n борштанги осуществляют от начала обработки заготовки 1 до перехода ее в выходной люнет 9, после чего выполняют обратный рабочий ход борштанги до возвращения ее в исходное. Для возврата пинולי 6 в исходное положение кран 10 перекрывают, а кран 18 открывают и подают давление p в выходной люнет 9, заготовку раскрепляют, контролируют размер глубокого отверстия и операцию растачивания повторяют. При осуществлении прямого рабочего хода промежуточная втулка 16 поворачивается на подшипниках 19 и 20 вокруг оси пинולי с круговой подачей $n_{пв}$, обеспечивая винтовую интерполяцию движений режущего инструмента 4.

Как показывают проведенные нами расчеты, рассмотренная выше принципиальная схема инструмента, в которой привод борштанги предполагается осуществлять лопастными гидродвигателями (турбинами), не может быть практически реализован, так как невозможно с помощью лопастного гидродвигателя получить требуемую для привода борштанги мощность при приемлемых значениях давления и расхода рабочей жидкости.

Подходящим типом гидропривода для рассматриваемого технологического инструмента является объемный.

Исходя из сочетания и особенностей движения борштанги и пинולי, для привода необходимы три объемных гидромотора, один из которых возвратно-поступательного движения и два – вращательного.

Гидромотор возвратно-поступательного движения – гидроцилиндр, обеспечивает продольное перемещение пинולי относительно трубы. Гидромоторы с вращательным движением выходного вала служат для привода борштанги и промежуточной втулки. Все три гидромотора могут быть запитаны от одного насоса объемного типа.

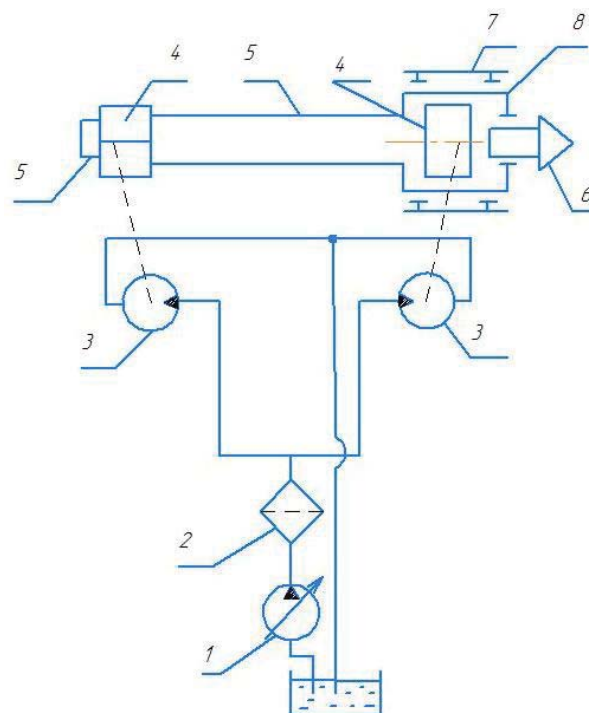


Рис. 2. Гидросхема привода шпинделя пинולי расточного станка для вихрефрезерования методом винтовой интерполяции:

1 – регулируемый насос; 2 – фильтр; 3 – гидромотор для привода промежуточной втулки; 4 – редуктор; 5 – промежуточная втулка; 6 – борштанга; 7 – дорная часть пинולי; 8 – подшипники; 9 – гидромотор для привода борштанги

Принципиальная схема привода пинולי, включающая общий насос объемного типа и три такого же типа гидромотора, приведена на рис. 2.

Так как частоты вращения и моменты сопротивления для борштанги и промежуточной втулки существенно различны, рационально использовать два типа объемных гидромоторов. Для привода борштанги рационально использо-

вать аксиально-поршневой регулируемый гидромотор, а для привода промежуточной втулки – многотактный аксиально-поршневой гидромотор с вращающимся корпусом. Выбор аксиально-поршневых, а не роторно-пластинчатых гидромоторов продиктован тем, аксиально-поршневые гидромоторы могут надежно работать при больших давлениях и позволяют получить более компактную конструкцию привода пиноли.

Для привода борштанги можно применить регулируемый аксиально-поршневой мотор, который позволяет работать с частотой вращения до 2000 мин⁻¹ и при давлении рабочей жидкости до 25 МПа. Высокомоментные аксиально-поршневые гидромоторы с вращающимся корпусом также работают при давлении до 25 МПа и позволяют получать частоты вращения в интервале от нескольких единиц до нескольких сотен оборотов в минуту.

Расчет системы заключается в определении необходимых рабочих объемов гидромоторов и питающего их насоса. Исходными данными служат скорость подачи дорна, частоты вращения борштанги и промежуточной втулки, требуемое усилие на перемещение дорна и моменты сопротивления вращению борштанги и промежуточной втулки. Предварительно, ориентируясь на характеристики выпускаемых насосов и гидромоторов, необходимо задаться давлением p_n в гидравлической системе привода.

Параметры аксиально-поршневого насоса привода борштанги определяем, исходя из заданных значений частоты ее вращения n_6 и момента M_ϕ . Мощность на привод режущего инструмента, установленного на борштангу,

$$N_6 = \frac{\pi}{30} n_6 \cdot M_\phi. \quad (1)$$

В формуле (1) и в последующих формулах мощность в кВт, частота вращения в мин⁻¹, а момент – в кН·м.

Приравняв мощность, выраженную произведением частоты вращения на момент сопротивления от режущего инструмента, к выражению мощности гидродвигателя на его выходном валу, получаем формулу для определения рабочего объема этого двигателя:

$$V_{A6} = \frac{M_\phi}{p_n \cdot \eta_{A6}}, \quad (2)$$

где p_n – давление в гидравлической системе в кПа, η_{A6} – коэффициент полезного действия аксиально-поршневого гидродвигателя.

Аналогичным образом можно вычислить требуемый рабочий объем аксиально-поршневого двигателя с вращающимся корпусом:

$$V_{AB} = \frac{n_{BT} \cdot M_{BT}}{n_{AB} \cdot p_n \cdot \eta_{AB}}, \quad (3)$$

где n_{BT} – частота вращения промежуточной втулки, n_{AB} – частота вращения корпуса двигателя, M_{BT} – момент сопротивления вращению промежуточной втулки в кН·м, η_{AB} – коэффициент полезного действия аксиально-поршневого гидродвигателя. При выводе формулы (3) предполагалось, что двигатель соединен с промежуточной втулкой зубчатой передачей с передаточным отношением n_{BT}/n_{AB} .

Расчет гидроцилиндра, обеспечивающего продольную подачу, который сводится к определению его диаметра, представлен в следующей статье.

Выводы:

1. Опыт проектирования фрезерно-расточной пиноли с двумя параллельно расположенными турбинами привода инструментальной борштанги и промежуточной втулки для осуществления ее планетарного движения фрезы указывает на возможность применения менее габаритных аксиально-поршневых гидромоторов.

2. Стало возможным применение пиноли с приводом инструментальной борштанги аксиально – поршневым гидромотором, в котором главное движение вращения фрезы передается к промежуточной втулке передается через понижающую передачу, например, передача с промежуточными телами качения (ПТК), волновая или планетарная передачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Санинский, В. А. Разработка и применение фрезерно-расточных станков с механизмом планетарного движения режущего инструмента: монография / В. А. Санинский // ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2016. – С. 111.
2. Пат. 2702214 Российская Федерация, МПК В23В35/00. Способ механической обработки глубокого отверстия в трубной заготовке / В. А. Санинский, Е. Н. Нестеренко; ВолГТУ. – 2019.
3. Санинский, В. А. Проектирование и исследование специальных методов обработки (лабораторный практикум по проектированию способа обработки глубоких отверстий) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Санинский, Е. Н. Нестеренко ; ВПИ (филиал) ВолГТУ, – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 11,0 Мб). – Волжский, 2019. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.
4. Санинский, В. А. Обоснование расширения возможностей режуще-деформирующего прошивания глубоких

отверстий при ремонте машин сельскохозяйственного назначения / В. А. Санинский, А. В. Грибенченко, Е. Н. Смирнова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 284–293.

5. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидро-

приводу : учеб. пособие для машиностр. спец. Вузов / Б. Б. Некрасов [и др.]. – М. : Высш., 1989. – 192 с. – ил.к.

6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / под. ред. А. М. Дальского, Г. М. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд. исправл. – М. : Машиностроение, 2003. – 944 с., ил.