

ГИДРОМОТОР С ПОВЫШЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Осипов В.И., Воротынцев Б.Н., Цветков В.А., Калюжная Т.Е.

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*

Ключевые слова: гидромотор, гидрообъемный привод, частота вращения, диапазон регулирования

Аннотация. В статье рассматривается конструктивная схема аксиально-поршневого двухблочного гидромотора с гидростатической разгрузкой сопряжения поршень-цилиндр. Приводятся предварительные результаты испытаний опытного образца гидромотора, выполненного по данной конструктивной схеме.

HYDRAULIC MOTOR WITH INCREASED CONTROL RANGE

Osipov V.I., Vorotyntsev B.N., Tsvetkov V.A., Kaliuzhnaia T.E.

Baltic State Technical University "VOENMEH", Saint-Petersburg

Keywords: hydraulic motor, hydrostatic drive, angular velocity, adjustment range, piston

Abstract. The article considers the structural scheme of the axial piston two-unit hydraulic motor with hydrostatic unloading of cylinder-piston coupling. Preliminary results of the prototype hydraulic motor testing designed according to this scheme are described.

Одной из основных задач в проектировании гидрообъемного привода на основе аксиально-поршневых гидромашин, является возможность получения максимального значения диапазона регулирования по частоте вращения выходного вала гидромотора, то есть отношения максимальной частоты вращения к минимальной при номинальной нагрузке на валу [1]. Его величина достигает, в зависимости от типоразмера используемых гидромашин, примерно 30-50 при нагрузках, характеризующимися давлением порядка 25-35 МПа. Диапазон регулирования, в основном, определяется типом конструкции аксиально-поршневых гидромашин, используемых в качестве гидромотора. Например, у аксиально-поршневых гидромоторов с наклонным блоком максимальная частота вращения находится в пределах 260с^{-1} , а минимальная порядка 5с^{-1} . Очевидно, что высокие значения минимальных частот вращения увеличивают зону нечувствительности данного типа приводов, тем самым ограничивая сферу их использования. Такие величины минимальных частот вращения обусловлены высокими значениями и нестабильностью сил трения, действующих в поршневых группах, распределительных механизмах, а также некоторыми конструктивными особенностями гидромоторов этого типа. Кроме того указанные факторы значительно увеличивают потери и снижают значения КПД гидромотора при работе на низких частотах вращения. Создание конструкций аксиально-поршневых гидромоторов, имеющих меньшие значения минимальных частот вращения, позволяет увеличить диапазон регулирования, тем самым расширяет область применения приводов данного типа.

На рисунке 1 представлена конструктивная схема аксиально-поршневого двухблочного гидромотора с повышенным диапазоном регулирования [2].

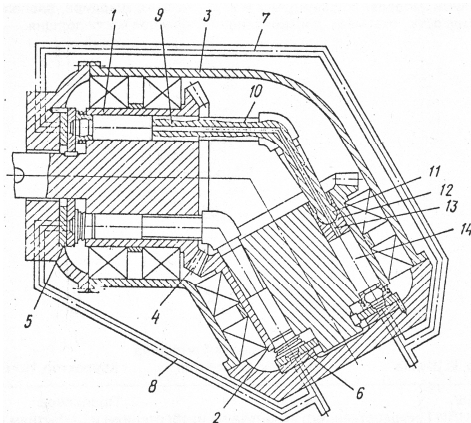


Рис. 1. Конструктивная схема аксиально-поршневого двухблочного гидромотора

Аксиально-поршневой гидромотор содержит два блока цилиндров 1 и 2, установленные на подшипниках в корпусе 3 под углом один к другому, и синхронизатор углового перемещения блоков, выполненный в виде пары конических шестерён 4, установленных снаружи каждого блока. Блоки цилиндров опираются в торцевые гидрораспределители 5 и 6, каналы которых сообщены с внешними гидролиниями 7 и 8. Поршни 9 одного из блоков соединены посредством жестких изогнутых штоков 10. Причем связь штока 10 с поршнем 11 выполнена в виде сферического шарнира 12. В поршнях и штоке выполнены каналы 13, сообщающие полости 14 цилиндров обоих блоков. Гидромотор работает следующим образом. В одну из гидролиний 7 или 8 подаётся рабочая жидкость под давлением. Попадая в цилиндры 1 и 2 блоков, жидкость, оказывая давление на днище поршней 9 и 11, создаёт равные по величине осевые усилия. При этом от взаимодействия поршней с цилиндрами на блоках образуются равные крутящие моменты. Крутящий момент на блоке цилиндров 1 воспринимается приводным валом, а крутящий момент с блока цилиндров 2 передаётся на блок цилиндров 1 посредством пары шестерён 4. Выполнение связи штоков поршней одного блока цилиндров с поршнями другого блока в виде сферического шарнира позволяет поршням самоустанавливаться в блоках, исключая возможность заклинивания поршней и обеспечивая равномерное распределение нагрузки вдоль поверхности поршня, создавая крутящий момент на валу. Такая конструкция обеспечивает стабильность сил трения в поршневых группах на всех режимах работы гидромотора и позволяет уменьшить значения минимальных частот вращения при номинальных нагрузках. Тем не менее, величины сил трения в сопряжении, а, следовательно, и потери, будут иметь высокие значения.

Одним из способов уменьшения сил трения в сопряжении поршень – цилиндр является создание гидростатической разгрузки данного сопряжения (рис. 2).

Для этого на опорных поверхностях поршней 1, 2 симметрично выполнены наклонные замкнутые канавки «а», гидравлически связанные с подпоршневыми полостями цилиндров. Штифт 3 удерживает поршень 2 от проворота вокруг его оси, обеспечивая постоянную параллельность канавок «а» поршней 1,2. Опорная наклонная поверхность «b» поршней одновременно является и уплотняющей поверхностью. Гидростатическое давление «q», действует на наклонные

поверхности поршней, образуемые наклонными канавками «а», создаёт усилия P_1 и P_2 , которые взаимно уравниваются. Гидравлические реакции R_1 и R_2 , равные P_1 и P_2 , действующие со стороны поршней на цилиндры, создают осевые усилия Q_1 , Q_2 и радиальные усилия F_1 и F_2 . Осевые усилия воспринимаются гидрораспределителями блоков цилиндров. Радиальные гидравлические усилия F_1 и F_2 воздействуют на боковые поверхности цилиндров и создают крутящий момент на валу гидромотора. Таким образом, сопряжение поршень-цилиндр гидростатически разгружается и удаётся практически ликвидировать непосредственный контакт поверхности поршня и цилиндра даже при малых скоростях их взаимного перемещения, что позволит значительно уменьшить потери на трение в этом сопряжении.

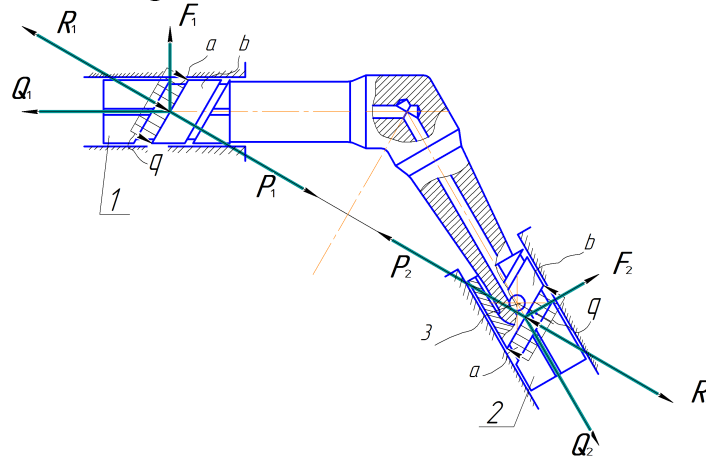


Рис. 2. Гидростатическая разгрузка сопряжения поршень-цилиндр

После проведения необходимых прочностных расчётов и конструкторских проработок, был изготовлен опытный образец аксиально-поршневого двухблочного гидромотора с гидростатической разгрузкой сопряжения поршень-цилиндр (рис. 3) рабочим объёмом $90 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{об.}$ и номинальным рабочим давлением 30 МПа. Характеристики гидромотора определялись при работе его в составе гидрообъёмного привода, выполненного по замкнутой схеме. Нагружение вала гидромотора осуществлялось специальным порошковым тормозом.

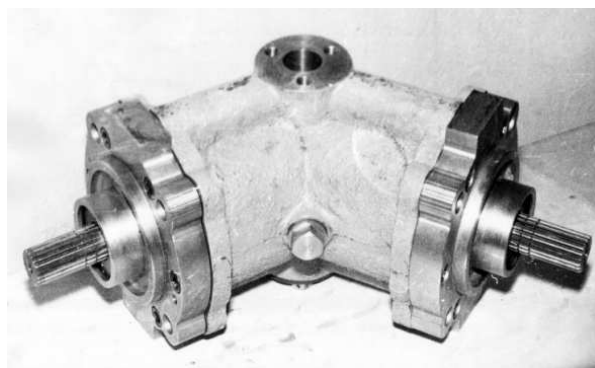


Рис. 3. Опытный образец аксиально-поршневого двухблочного гидромотора

Испытания опытного образца гидромотора показали следующие предварительные результаты. Перепад давления в магистралях, при котором происходит страгивание гидромотора без нагрузки, не превышает 0,005 МПа, что говорит о низких потерях в парах трения. Минимальная частота вращения

гидромотора при номинальном давлении 30МПа не превысила $0,1с^{-1}$. Номинальная частота вращения при номинальной нагрузке составила $210с^{-1}$, что обеспечивает диапазон регулирования порядка 2000. Механический КПД гидромотора при номинальном давлении был не ниже 0,97.

Анализ гидрообъёмных приводов на основе аксиально-поршневых гидромашин показал, что их диапазон регулирования может быть увеличен за счёт уменьшения минимальной частоты вращения вала гидромотора. Это можно сделать уменьшив потери в парах трения гидромотора или изменив его конструкцию.

Аксиально-поршневой двухблочный гидромотор с гидростатической разгрузкой поршней позволяет получить минимальную частоту вращения при номинальной нагрузке не более $0,1с^{-1}$.

Применение гидростатической разгрузки в сопряжении поршень-цилиндр позволяет достичь высокого значения механического КПД гидромотора и на малых частотах вращения.

Список литературы

1. Бабаев О.М., Игнатов Л.Н., Кисточкин Е.С. и др. Объёмные гидромеханические передачи. – Л. Машиностроение, 1987. – 255с.
2. А.с. №1731981. Аксиально-поршневая гидромашинка / Соколов Г.С., Кисточкин Е.С., Осипов В.И. и др. – Опубл. 07.05.1992, Бюл. №17.

Сведения об авторах:

Осипов Владимир Иванович – к.т.н., доцент;

Воротынцев Борис Николаевич – старший преподаватель;

Цветков Владимир Александрович – к.т.н., доцент;

Калужная Татьяна Емельяновна – к.т.н., доцент.