

АНАЛИЗ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ ГИДРОПРИВОДА, ПРИМЕНЯЕМОГО НА СТАНКАХ

*Турусбеков Бактыбек Сагындыкович, к.т.н., доцент, К.И. Скрябина, Кыргызстан, 720005,
г. Бишкек, ул. Медерова, 68, e-mail: tbs200618@gmail.com.*

Аннотация. В статье проводится анализ гидропривода и гидropередач по оценке его достоинств и недостатков с другими видами приводов, в частности проведен сравнительный анализ электрических и гидравлических, так как электропривод, гидропривод и гидроавтоматика широко применяются не только в машиностроении, но и в других отраслях промышленности: строительно-дорожной, автомобильной, авиационной, горной и др. Определены достоинства и недостатки гидропривода, даны рекомендации по использованию их для обеспечения движением основных механизмов металлорежущих станков.

Ключевые слова: гидропривод, гидropередача, гидроаппаратура, гидравлическая энергия, металлорежущий станок, возвратно-поступательное движение, машина автоматического действия, электропривод.

ANALYSIS OF THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE
HYDRAULIC DRIVE, APPLICABLE ON MACHINES

Turusbekov Baktybek Sagyndykovich, Ph.D., Associate Professor, KNAU named after K.I. Scriabin, Kyrgyzstan, 720005, Bishkek, st. Mederova, 68, e-mail: tbs200618@gmail.com.

Annotation. The article analyzes the hydraulic drive and hydraulic drives to assess its advantages and disadvantages with other types of drives, in particular, a comparative analysis of electric and hydraulic is carried out, since the electric drive, hydraulic drive and hydraulic automation are widely used not only in mechanical engineering, but also in other industries: construction road, automobile, aviation, mining, etc. The advantages and disadvantages of the hydraulic drive are determined; recommendations are given for using them to provide movement of the main metal mechanisms cutting machines.

Key words: hydraulic drive, hydraulic transmission, hydraulic equipment, hydraulic energy, metal-cutting machine, reciprocating movement, automatic-acting machine, electric drive.

Введение. Современные металлорежущие станки представляют собой производственные агрегаты, которые состоят из большого числа разнообразных деталей, отдельных машин и аппаратов, выполняющих различные функции. К отдельным машинам относится и гидропривод, предназначенный для преобразования гидравлической энергии в механическую, состоящая из насоса, маслораспределительной системы, гидродвигателя [1,3,6,7,9].

Следует отметить, что гидропривод и гидропередача – понятия достаточно близкие.

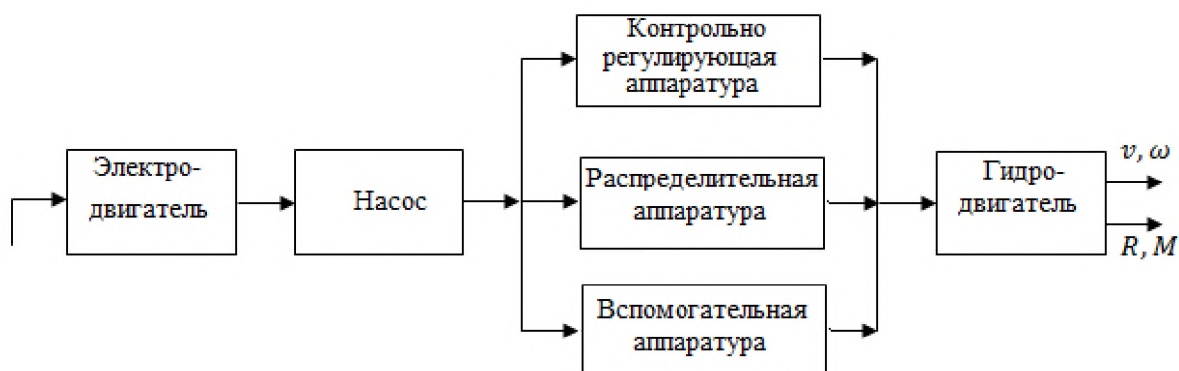
Под гидроприводом понимают систему, состоящую из комплекса агрегатов, исполнительных механизмов, гидроаппаратур, системы управления, вспомогательных устройств и жидкостных магистралей, предназначенную для преобразования одного вида энергии в другой с возможностью регулирования его выходных параметров.

Материалы и методы. Целью работы является проведение сравнительного анализа двух видов приводов: электрических и гидравлических.

На рис. 1 представлена структурная схема гидропривода. Электродвигатель предназначен для преобразования электрической энергии в механическую и является приводом вращения рабочего органа насоса.

В качестве электродвигателя в машиностроении в основном применяются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, число оборотов которых не регулируется.

Другим важнейшим агрегатом гидропривода является насос, предназначенный для преобразования механической энергии в гидравлическую.



Промышленность выпускает различные виды насосов, регулируемые и нерегулируемые по производительности, а их характеристики разнообразны по расходу и давлению.

Важными агрегатами гидропривода являются гидродвигатели, предназначенные для преобразования гидравлической энергии в механическую, которая необходима для выполнения определенных технологических процессов в оборудовании.

Гидродвигатели, применяемые в металлорежущих станках, подразделяются на 3 вида [2,8]:

1. Гидродвигатели прямолинейного возвратно-поступательного действия (силовые цилиндры);
2. Гидродвигатели вращательного действия (гидромоторы);
3. Гидродвигатели возвратно-поворотного действия (квадранты, сервомоторы).

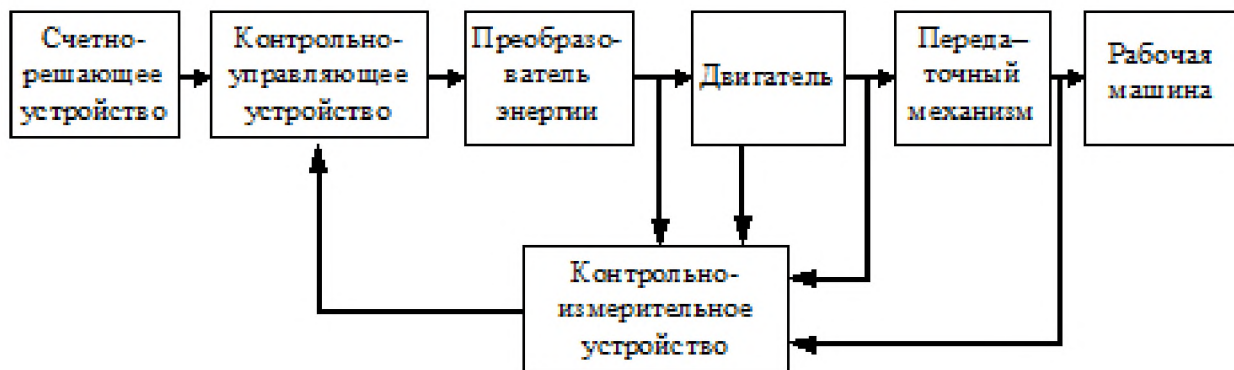
Следует отметить, что гидромоторы выпускаются промышленностью в двух видах: нерегулируемый и регулируемый по скорости выходного вала.

Контрольно-регулирующая гидроаппаратура предназначена для контроля и регулирования основных параметров жидкости: расхода и давления.

Распределительная аппаратура предназначена для распределения потока рабочей жидкости к разным полостям двигателя, для его реверса, а также к другим гидродвигателям оборудования.

Основные требования при проектировании распределительной аппаратуры – обеспечение минимально возможных потерь давления и расхода жидкости.

Вспомогательная аппаратура – это аппаратура (фильтр, аккумуляторы, реле времени и давления, демпферы), без которых гидросистема может функционировать, но их наличие существенно улучшает качество работы гидропривода: точность перемещений, надежность, большой срок службы и др.



На рис. 2 представлена схема под названием функциональная схема машины автоматического действия, с помощью которой можно провести сравнительный анализ электропривода с гидроприводом [4].

Рабочая машина является объектом управления, в которой совершается механическое движение и производится подача исполнительного органа в процессе обработки материала резанием.

Передаточный механизм осуществляет преобразование скорости движения механической части исполнительного органа, т.е. при помощи передаточного механизма согласуется скорость вала электрического двигателя и скорость вала исполнительного механизма. Электрический двигатель предназначен для электромагнитного преобразования электрической энергии в механическую.

Электрическая энергия, подводимая к технологическим объектам управления, генерируется в виде переменного тока промышленной частоты. Для питания

электродвигателей постоянного и переменного тока необходимы управляемые преобразователи. В настоящее время наибольшее применение нашли вентильные преобразователи, силовыми элементами которых являются тиристоры или мощные транзисторы.

Контрольно–управляющее устройство вырабатывает управляющее воздействие на энергетическую часть системы управления [5,10]. Счетно-решающее устройство вырабатывает технологическую программу работы исполнительного органа. Контрольно-измерительные устройства выполняют функцию датчиков и вырабатывают информация о текущем состоянии приводимого в движение механизма.

С точки зрения масса-габаритных показателей в функциональной схеме на рис. 2 следует обратить особое внимание на преобразователь энергии. Преобразователь энергии состоит: из понижающего трансформатора, предназначенного для согласований напряжений сети и обмоток статора электрического двигателя; управляемого преобразователя, назначение которого в согласовании напряжений и рода тока для электрических двигателей; реакторы или сглаживающие дроссели, с помощью которых улучшаются показатели механических и электромеханических характеристик исполнительных двигателей. В совокупности эти элементы автоматизированного электропривода являются громоздкими, дорогостоящими оборудованиями. Технический уход за этими оборудованиями является сложным, требующий высокой квалификации со стороны обслуживающего персонала, поэтому эксплуатационные расходы в варианте с электроприводом возрастают.

Результаты и обсуждение. В связи с тем, что гидропривод и гидроавтоматика широко применяются не только в машиностроении, но и в других отраслях промышленности: строительно-дорожной, автомобильной, авиационной, горной и др. целесообразно провести анализ по оценке его достоинств и недостатков с другими альтернативными видами приводов.

Энергия жидкости, как известно, занимает промежуточное положение между электрической и механической.

Гидравлическую энергию легче передать на значительное расстояние, чем механическую, по сравнению с электрической она уступает.

С точки зрения управления гидравлической и электрической энергиями – они проще, чем управление механической энергией.

По безопасности все три вида энергии равноценны, а по коэффициенту полезного действия механическая энергия имеет преимущество, а другие два вида примерно равноценны.

Одними из наиболее важных преимуществ гидропривода перед электроприводами являются:

1. Малые габариты.
 2. Высокая весовая отдача (вес, приходящий на единицу передаваемой мощности).
- Это наглядно видно из табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Двигатель постоянного тока ПН-145	Асинхронные двигатели		Гидродвигатель МГ 16-16А
		А71-6	А72-6	
Номинальный крутящий момент, кгм	13,5-10,6	14	20	15
Эффективная мощность, кВт	21	14	20	15
Вес, кг	330	205	230	86
Момент инерции, кгм/с ²		0,0383	0,0483	0,000708

Габариты трех видов двигателей представлены на рис. 3.

3. Другое важное преимущество гидродвигателей состоит в их высоком быстродействии, например, время разгона гидродвигателя до установившейся скорости можно оценить при небольших допущениях по следующей формуле:

$$\left. \begin{aligned} t_{\text{раз}} &= \frac{J\omega_y}{M_{\text{пр}} - \Sigma M_c} (c) - \text{для гидромотора,} \\ t_{\text{раз}} &= \frac{Mv_y}{R_{\text{пр}} - \Sigma R_c} (c) - \text{для силового цилиндра,} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где: J – момент инерции всех вращающихся масс, приведенных к валу гидродвигателя; ω_y – установившееся значение угловой скорости; $M_{\text{пр}}$ – момент, прикладываемый к гидродвигателю; ΣM_c – суммарный момент от сил сопротивлений; M – масса всех движущихся частей привода; v_y – установившаяся скорость движения силового цилиндра; $R_{\text{пр}}$ – усилие, прикладываемое к силовому цилиндру; ΣR_c – суммарные силы сопротивления, зависящие от сил трения.

Сравнение формул (1) доказывает, что по быстродействию гидродвигатели

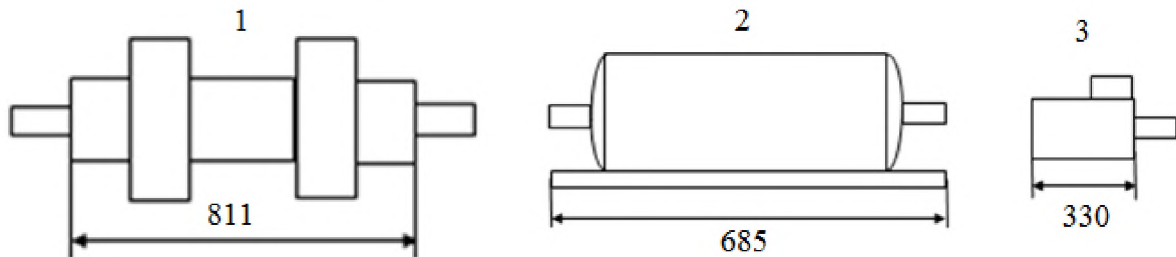


Рис. 3. Сравнительные габариты двигателей:

превосходит по этому показателю электродвигатель, поскольку момент инерции, масса движущихся частей привода намного меньше, а момент и сила, прикладываемая для движения выходного вала большие.

Например, если сравним два аналогичных устройства – силовой цилиндр и электромагнит с якорем, то из теории электротехники известно, что ферромагнитный материал насыщается при чрезвычайно низкой жесткости магнитного потока.

Величина насыщения по жесткости магнитного потока для качественной электротехнической стали составляет примерно 21000 Гс, что дает «электрическое давление» 17 кг/см^2 , а в гидроприводы, работающие на давлениях 500 кг/см^2 уже не редкость, т.е. более 20 раз, кроме того следует отметить и другое достоинство силовых цилиндров – большая длина хода.

Следует также отметить, что высокое быстродействие гидропривода позволяет осуществлять реверсирование за время $0,05 \div 0,06 \text{ с}$.

Это позволяет произвести реверс гидромотора до 500 реверсов в минуту, что особенно важно для работы гидропресса с точки зрения производительности изготовления продукции.

4. Следующим достоинством гидропривода перед электроприводом является простота управления его отдельными параметрами: давлением, расходом, длиной хода или углом поворота в широком диапазоне их изменения, так, например, диапазон регулирования гидромотора может составлять 1:1000.

5. Высокое значение редукции, т.е. возможность получения малых скоростей перемещений исполнительных органов гидропривода, что очень важно для высокоточных станков, например, нижний предел чисел оборотов гидромоторов с малым крутящим

моментом составляет $8 \div 16$ об/мин, а у гидромотора с большим крутящим моментом – $2 \div 3$ об/мин.

6. Простота защиты гидросистемы от перегрузок, пожаробезопасность.

7. Высокий коэффициент полезного действия.

8. Жесткость скоростной характеристики гидродвигателей, т.е. незначительное падение скорости с увеличением нагрузки.

9. Простота способов бесступенчатого регулирования скоростей движения гидропривода в широком диапазоне.

10. Равномерность перемещения и способность гидропривода демпфировать вынужденные колебания, возникающие в процессе механической обработки на станках.

Отмечая перечисленные выше достоинства гидропривода, нельзя не остановиться на недостатках:

1. Потери давления, вызванные трением жидкости в трубопроводах, в местах изменений скорости и направления течения, которые резко возрастают с увеличением скорости, что является причиной снижения КПД привода и ограничивает допустимую скорость жидкости до $10 \div 20$ м/с, а для гидромотора – 3500 об/мин.

2. Наличие внутренних и наружных утечек жидкости через уплотнения и зазоры, снижающие скорость движения дополнительных органов и КПД. Для их устранения и снижения требуется высокая точность изготовления сопрягаемых деталей, что в значительной степени повышает стоимость гидропривода.

3. Сжимаемость рабочей жидкости, влияющей на точность перемещения гидропривода, а также способствующей колебательным процессам при механической обработке на станках, что существенно снижает качество изготавливаемых изделий, а также стойкость инструмента.

4. Наличие воздуха в рабочей жидкости, вызывающее неравномерное толчкообразное движение рабочего органа гидропривода.

В принципе все перечисленные недостатки при рациональном проектировании гидропривода и систем гидроавтоматики можно в значительной мере снизить.

На основании выше проведенного анализа достоинств и недостатков гидропривода при разработке гидравлических автоматических систем, предназначенных для качественного управления технологическим процессом механической обработки изделий на станках необходимо особо остановиться на вопросах способов регулирования скоростями перемещений гидравлических органов, поскольку правильный выбор способа является определяющим при решении проблемы качества и производительности механообработки.

Выводы:

1. Преимуществами гидропривода перед равноценными и альтернативными приводами (электропривод, пневмопривод) являются: малые габариты, высокая весовая отдача, высокое быстродействие.

2. Перечисленные выше преимущества гидропривода дала возможность распространения их в высокопроизводительных многоцелевых станках, агрегатных станках и автоматических линиях, гибких производственных системах. Наибольшее применение гидропривода находят в станках с возвратно-поступательным движением рабочего органа.

3. Гидропривод используется в металлорежущих станках, имеющих индивидуальный привод между отдельными рабочими органами таких как: в механизмах подачи, в механизмах смены инструмента, зажима, копировальных суппортах и в других механизмах.

4. Для качественного управления технологическим процессом механической обработки изделий на станках необходимо выбрать оптимальный вариант способа регулирования скоростями перемещений гидравлических органов, поскольку правильный выбор способа является определяющим при решении проблемы качества и производительности механообработки.

Литература

1. Артемьев Т.В. и др. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод. Учеб. пособ. / под ред. Стесина С.П. – М.: Академия, 2005. – 492 с.
2. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1972. – 465 с.
3. Ермаков В.В. Гидравлический привод металлорежущих станков. – М.: Машгиз, 1963. – 324 с.
4. Кадыров И.Ш. Проектирование электромеханических систем для машин автоматического действия. – Бишкек: Изд-й центр Текник, 2006. – 211 с.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
6. Муслимов А.П. Расчет и конструирование гидравлических систем станков: метод. разраб. – Бишкек, 2005. – 31 с.
7. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро и пневмоприводов. – М.: Машиностроение, 1990. – 437 с.
8. Никитин Г.А., Комаров А.А. Распределительные и регулирующие устройства гидросистем. – М.: Машиностроение, 1965. – 389 с.
9. Ухин Б.В. Гидравлика. Учеб. пособ. – М.: Форум, 2010. – 464 с.
10. Чиликин М.Г., Соколов М.М., Терехов В.М. и др. Основы автоматизированного электропривода. – М.: Энергия, 1974. – 586 с.