

Государственное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
Кемеровский горнотехнический техникум

**ПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН**

учебно-методическое пособие для студентов ССУЗов

Автор-составитель  
В. Н. Марьин

Кемерово 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Введение  | 4   |
| Раздел 1. Электрический привод горных машин   | 9   |
| Тема 1.1. Электропривод в горной промышленности                                     | 9   |
| Тема 1.2. Механика электропривода   | 13  |
| Тема 1.3. Механические характеристики электропривода                                | 18  |
| Тема 1.4. Переходные процессы электропривода  | 35  |
| Тема 1.5. Регулирование частоты вращения электроприводов с помощью специальных муфт | 64  |
| Тема 1.6. Основы теории нагрева. Выбор мощности электродвигателей                   | 70  |
| Раздел 2. Гидропривод   | 73  |
| Тема 2.1 Основы гидропривода  | 73  |
| Тема 2.2. Объемная гидропередача  | 75  |
| Тема 2.3. Устройства управления гидропривода  | 85  |
| Тема 2.4. Вспомогательные устройства гидропривода                                   | 94  |
| Раздел 3. Основы пневмопривода  | 103 |
| Тема 3.1. Шахтный пневмопривод  | 103 |
| Тема 3.2. Аппаратура управления и вспомогательные устройства пневмопривода          | 110 |
| Список литературы   | 117 |

## ВВЕДЕНИЕ

### План:



1. Общие сведения.
2. Электропривод горных машин.
3. Гидропривод горных машин.
4. Пневмопривод горных машин.

#### 1. Общие сведения

Привод предназначен для приведения в действие рабочих машин и механизмов.

В общем случае привод это устройство для преобразования какого-либо вида энергий в механическую энергию движения.

**Различают следующие виды привода:**

1. Термовой (механическая энергия движения получается путем преобразования тепловой энергии, полученной при сгорании топлива). ДВС в настоящее время все шире внедряются в горную технику (дизельные локомотивы в шахтах, экскаваторы и буровые станки на карьерах).
2. Пневматический (механическая энергия движения получается путем преобразования энергии сжатого воздуха). Компрессоры устанавливают в горных предприятиях для приведения в действие ручного инструмента, а также машин, работающих в особо опасных условиях.
3. Гидравлический (механическая энергия движения получается путем преобразования энергии рабочей жидкости). Гидропривод применяют практически во всех машинах на шахтах и на карьерах.
4. Электрический (механическая энергия движения получается путем преобразования электрической энергии). Наибольшее применение в горных машинах.
5. Мускульный (ручной привод). Ручные лебедки и другой вспомогательный инструмент.

Наибольшее применение получил электрический привод.

#### 2. Электропривод горных машин

**Электрический привод (электропривод)** — это электромеханическая система для приведения в движение исполнительных органов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса.

**Современный электропривод** — это совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности.

Электропривод состоит из преобразователей электроэнергии, электромеханических и механических преобразователей, управляющих и информационных устройств, которые приводят в движение исполнительные органы рабочей машины и управляют этим движением в технологическом процессе.

Исполнительный орган в состав привода не входит, однако, при проектировании электропривода необходимо учитывать величину и характер изменения механической нагрузки на валу электродвигателя, которые определяются параметрами исполнительного органа.

При невозможности реализации прямого привода электродвигатель приводит исполнительный орган в движение через кинематическую передачу.

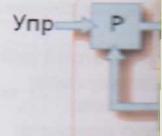


Рис. 1.1

Элементы функциональной  
Регулятор (Р) предназначен  
электроприводе.

Электрический преобразователь  
электрической энергии сети в регу-  
тока.

Электромеханический пре-  
предназначен для преобразования эл-  
Механический преобразователь  
двигателя, а также характер движ-  
вращательного на поступательное).

Упр — управляющее воздей-  
ИО — исполнительный орган  
Механический преобразователь  
вращения и момента).

В качестве механических —  
многоступенчатые редукторы.

В редукторах применяют  
передачи, червячные и планетарные.  
Для преобразования характе-  
Виды передач достаточно многооб-

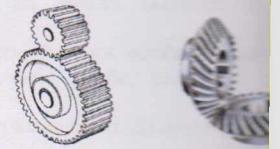


Рис. 1.2 Механические одноступенчатые  
конические передачи; б) червячные передачи.

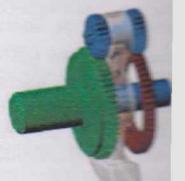


Рис. 1.3 а) звено

горных машин.  
орных машин.  
горных машин.

действие рабочих машин и механизмов.

во для преобразования какого-либо вида

движения получается путем преобразования

(описана). ДВС в настоящее время все шире

применимы в шахтах, экскаваторы и буровые

энергия движения получается путем

Компрессоры устанавливают в горных машинах,

ручного инструмента, а также машин,

энергия движения получается путем

Гидропривод применяют практически во

энергия движения получается путем

последнее применение в горных машинах.

ные лебедки и другой вспомогательный

механический привод.

ц) — это электромеханическая система для

занов рабочих машин и управления этим

процессом.

и совокупность множества электромашин,

то основным потребителем электрической

энергии в промышленности.

преобразователей электроэнергии,

преобразователей, управляющих и

дят в движение исполнительные органы

и в технологическом процессе.

ца не входит, однако, при проектировании

шестерни и характер изменения механической

представлены параметрами исполнительного

кого привода электродвигатель приводит

механическую передачу.

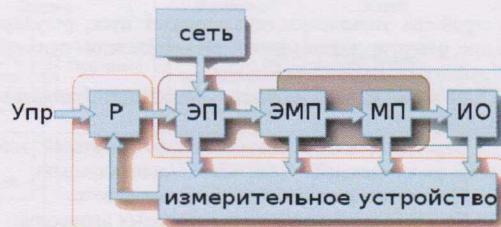


Рис. 1.1 Функциональная схема привода

#### Элементы функциональной схемы:

Регулятор (Р) предназначен для управления процессами, протекающими в электроприводе.

Электрический преобразователь (ЭП) предназначен для преобразования электрической энергии сети в регулируемое напряжение постоянного или переменного тока.

Электромеханический преобразователь (ЭМП) — электрический двигатель, предназначенный для преобразования электрической энергии в механическую.

Механический преобразователь (МП) может изменять скорость вращения двигателя, а также характер движения (с поступательного на вращательное или с вращательного на поступательное).

Упр — управляющее воздействие;

ИО — исполнительный орган.

Механический преобразователь позволяют изменять параметры движения (частоту вращения и момент).

В качестве механических преобразователей применяют одноступенчатые или многоступенчатые редукторы.

В редукторах применяют зубчатые цилиндрические и зубчатые конические передачи, червячные и планетарные (солнечные) передачи.

Для преобразования характера движения применяют зубчато-реечные передачи. Виды передач достаточно многообразны. Некоторые из них представлены на рис. 1.2.



Рис. 1.2 Механические одноступенчатые передачи: а) зубчатая цилиндрическая передача; б) зубчатая коническая передача; в) червячная передача; г) зубчато-реечная передача

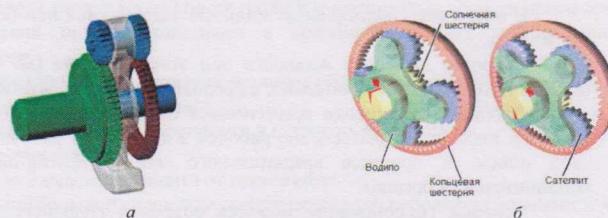


Рис. 1.3 а) многоступенчатый редуктор, б) планетарный редуктор

Устройства управления осуществляют пуск, регулирование скорости движения, торможение, реверсирование (изменение направления движения) и остановку.

#### Преимущества электропривода:

1. Простой и экономичный способ преобразования электрической энергии в механическую;
2. Возможность изготовления электродвигателей любой мощности, что позволяет использовать их в отдельных узлах машин индивидуально;
3. Надежность и нетребовательность в работе;
4. Простота автоматизации управляемых процессов;
5. Возможность конструктивного объединения электродвигателя и механизма в единое целое.

#### Недостатки электропривода:

1. Сравнительно большие размеры и масса;
2. Взрывобезопасное исполнение шахтных двигателей, что повышает их стоимость;
3. Сложность регулирования, особенно асинхронных двигателей;
4. Инертность при запусках и остановках.

#### Электропривод классифицируется:

1. По способу передачи механической энергии от электродвигателя к передаточному устройству и далее к исполнительному органу (индивидуальный и многодвигательный);
2. По виду приводного двигателя (двигатели постоянного и переменного тока);
3. По способу управления (ручное и автоматизированное).

#### 3. Гидропривод горных машин

**Гидропривод** – это устройство, приводящее в действие, механизмы и машины, за счет энергии рабочей жидкости.

В зависимости от вида используемой в приводе энергии различают **объемные** и **гидродинамические** приводы.

Объемный гидропривод использует потенциальную энергию давления рабочей жидкости.

Потенциальная энергия определяется степенью сжатия рабочей жидкости (аналогично сжатой пружине).

Огромной потенциальной энергией обладает рабочая жидкость, перемещаемая по трубопроводам с высоким давлением. Она совершает работу, приводя в движение мощные механизмы.

Потенциальную энергию жидкости под давлением ( $E_p$ ) определяют:

$$(1.1) \quad E_p = P \cdot m / \rho;$$

$P$  – давление рабочей жидкости, Па;  $m$  – масса жидкости, кг;

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

В объемном гидроприводе жидкость вытесняется при большом рабочем давлении (до 40 МПа).

Скорость движения жидкости при этом невелика (до 10 м/с), поэтому влияние скоростного напора незначительно, а преобладает влияние статического напора.

В объемном приводе применяются объемные гидравлические машины. В этих машинах происходит вытеснение рабочей жидкости из рабочих камер, которые меняют свой объем, в процессе вращательного или возвратно-поступательного движения исполнительных органов.

Основой гидропривода является объемная гидропередача, включающая в себя гидронасос и гидродвигатель, а также устройства управления и вспомогательные устройства.

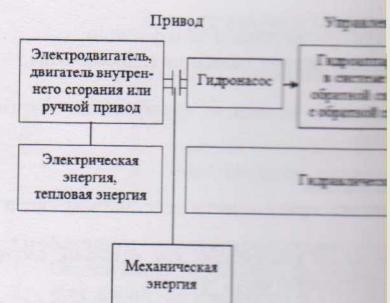


Рис. 1.4 Передача энергии

Гидронасос преобразует механическую энергию рабочей жидкости, а гидродвигатель энергию в энергию рабочего органа.

Приводным двигателем гидронасоса может быть электродвигатель или пневматический мотор.

Гидродинамический привод использует движущуюся жидкость.

Кинетической называется энергия, которая движется.

Кинетическая энергия рабочей жидкости

Например, чем больше скорость движения, тем сильнее будет вращаться механизмы привода по формуле:

$$(1.2) \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$E_k$  – кинетическая энергия;  $m$  – масса тела

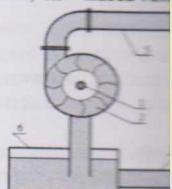


Рис. 1.5 Схема гидродинамического привода: 1 – ведомый вал турбины; 4 – турбина; 5 – транспортируемый груз

Гидроприводы различны по конструкции.

Динамический привод применяют в конвейерах, станциях конвейеров.

Наибольшее применение в горных машинах.

#### Преимущества гидропривода:

1. Плавное регулирование скорости в широком диапазоне;
2. Безинерционность;
3. Простая и надежная защита от перегрева;
4. Создание большой мощности при относительно небольших габаритах;
5. Независимость расположения гидроисполнительного органа машины.

#### Недостатки гидропривода:

пуск, регулирование скорости движения, остановку.

преобразования электрической энергии в

двигателей любой мощности, что позволяет индивидуально; работе; к процессов; движения электродвигателя и механизма в

своих двигательных, что повышает их асинхронных двигателей;

ской энергии от электродвигателя к приводному органу (индивидуальный и агрегаты постоянного и переменного тока); автоматизированное).

ящее в действие, механизмы и машины, за приводе энергии различают **объемные** и потенциальную энергию давления рабочей в степень сжатия рабочей жидкости. Используется рабочая жидкость, перемещаемая по совершают работу, приводя в движение давлением ( $E_p$ ) определяют:

- масса жидкости, кг; изменяется при большом рабочем давлении же невелика (до 10 м/с), поэтому влияние имеет значение статического напора. Объемные гидравлические машины. В этих машинах из рабочих камер, которые меняют или возвратно-поступательного движения схема гидропередача, включающая в себя устройства управления и вспомогательные

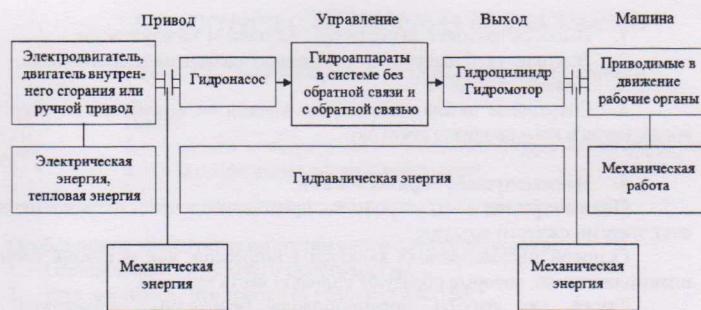


Рис. 1.4 Передача энергии в гидроприводе

Гидроактиватор преобразует механическую энергию рабочего органа в энергию потока рабочей жидкости, а гидродвигатель энергию потока рабочей жидкости, в механическую энергию рабочего органа.

Приводным двигателем гидроактиватора может быть тепловой двигатель (дизель), электродвигатель или пневматический мотор.

Гидродинамический привод использует потенциальную и кинетическую энергию движущейся жидкости.

Кинетической называется энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

Кинетическая энергия рабочей жидкости зависит от ее скорости и массы.

Например, чем больше скорость движения и больше масса рабочей жидкости, тем сильнее будут вращаться механизмы привода. Кинетическая энергия определяется по формуле:

$$(1.2) \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$E_k$  – кинетическая энергия;  $m$  – масса тела;  $v$  – скорость движения тела.

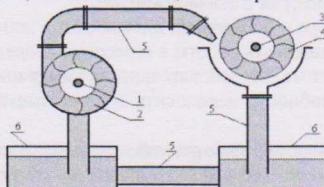


Рис. 1.5 Схема гидродинамического привода: 1 – ведущий вал насоса; 2 – центробежный насос; 3 – ведомый вал турбины; 4 – турбина; 5 – трубопроводы; 6 – гидробаки.

Гидроприводы различны по конструкции и имеют разные области применения.

Динамический привод применяют в предохранительных муфтах приводных станций конвейеров.

Наибольшее применение в горных машинах получил объемный гидропривод.

#### Преимущества гидропривода:

1. Плавное регулирование скорости в широком диапазоне;
2. Безнерционность;
3. Простая и надежная защита от перегрузок;
4. Создание большой мощности при относительно небольших размерах и массе;
5. Независимость расположения гидроактиватора относительно гидродвигателя, т.е. исполнительного органа машины.

#### Недостатки гидропривода: