

СРАВНЕНИЕ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Носов В.В.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Шигин А.О.

Сибирский федеральный университет

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Гидроцилиндры являются приводами поступательного действия и широко применяются в самых разных видах техники. Среди них: экскаваторы, бульдозеры, скрепелы, автогрейдеры, бетононасосы, краны (гидроцилиндр выдвигания и подъема стрелы автокрана), сельхозмашины, гидроманипуляторы, гидропрессы, горно-шахтное оборудование, лесозаготовительные машины, станочное оборудование, гидроподъемники, гидравлический инструмент и др. Гидроцилиндры являются объемными гидродвигателями, предназначенными для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию исполнительного механизма. Выходным (подвижным) звеном может быть как шток, так и корпус (гильза) гидроцилиндра. Различают гидроцилиндры поступательного действия: поршневые, плунжерные, телескопические.

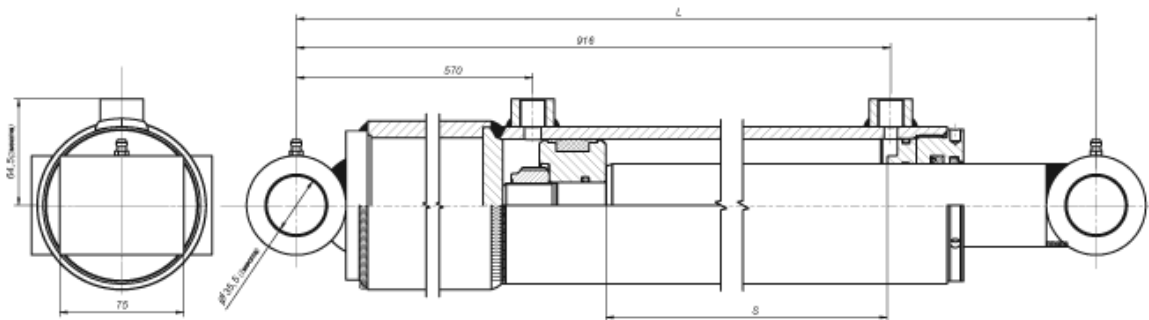


Рис. 1 Поршневой гидроцилиндр.

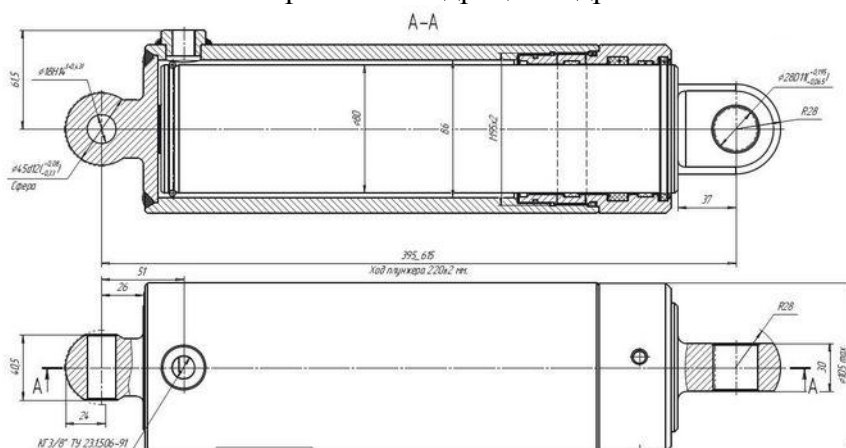


Рис. 2 Плунжерный гидроцилиндр.

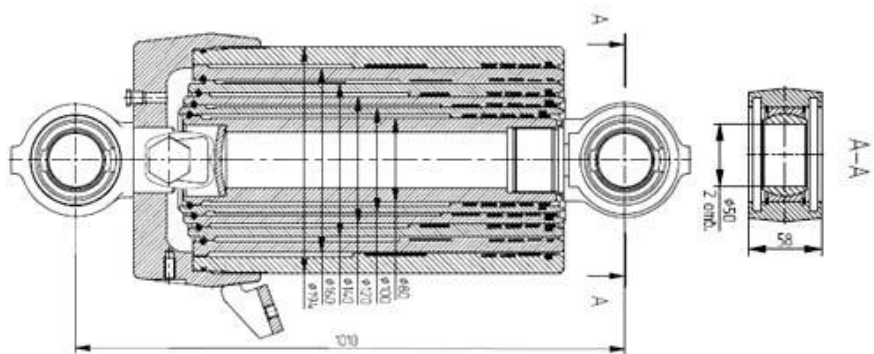


Рис. 3 Телескопический гидроцилиндр.

Также в качестве приводов поступательного действия применяются актуаторы, принцип действия основан на принципе действия винтового домкрата.

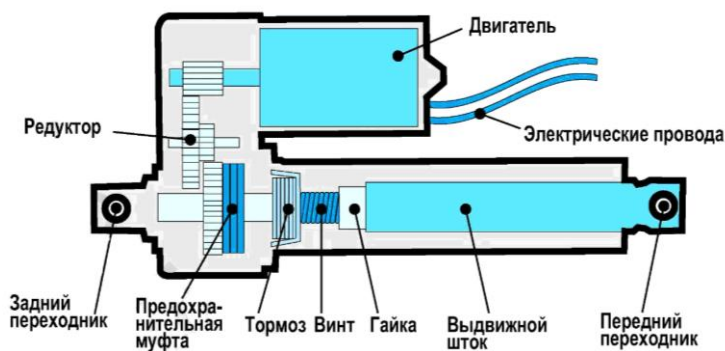


Рис. 4 Актуатор

В качестве линейного привода возможно применять линейный асинхронный двигатель цилиндрического типа (далее ЦЛАД). Работы с таким двигателем начались примерно в двадцатых годах XX столетия, тогда и появились первые конструкции технических устройств с линейными асинхронными двигателями. Принцип действия этих двигателей основан на взаимодействии магнитного поля статора с магнитным полем вторичного элемента (трубы), которое возникает вследствие наведения ЭДС во вторичном элементе от вращающегося магнитного поля статора.

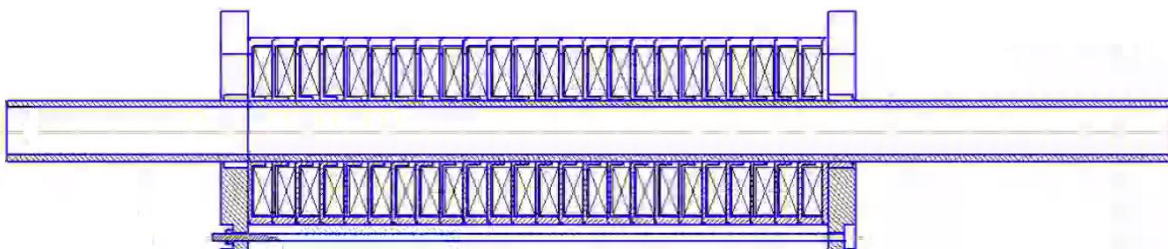


Рис. 5 Цилиндрический линейный асинхронный двигатель.

Статором этого двигателя служит наборный магнитопровод из шайб круглой формы (рис. 6), с вырезанными в нем пазами для укладки витков обмоток. Количество обмоток, размещенных в шайбах находится в прямой зависимости от числа пар полю-

сов асинхронной машины. При увеличении числа пар полюсов, пропорционально увеличивается усилие подачи рабочего органа технологической машины и во столько же раз уменьшается линейная скорость его движения. Также большую роль при учете усилий на вторичном элементе будет иметь воздушный зазор между магнитопроводом и вторичным элементом. Чем меньше воздушный зазор, тем больше усилие на вторичный элемент и больше КПД. Для снижения потерь энергии в магнитопроводе выполнены радиальные разрезы в шайбах и торцевых крышках двигателя.

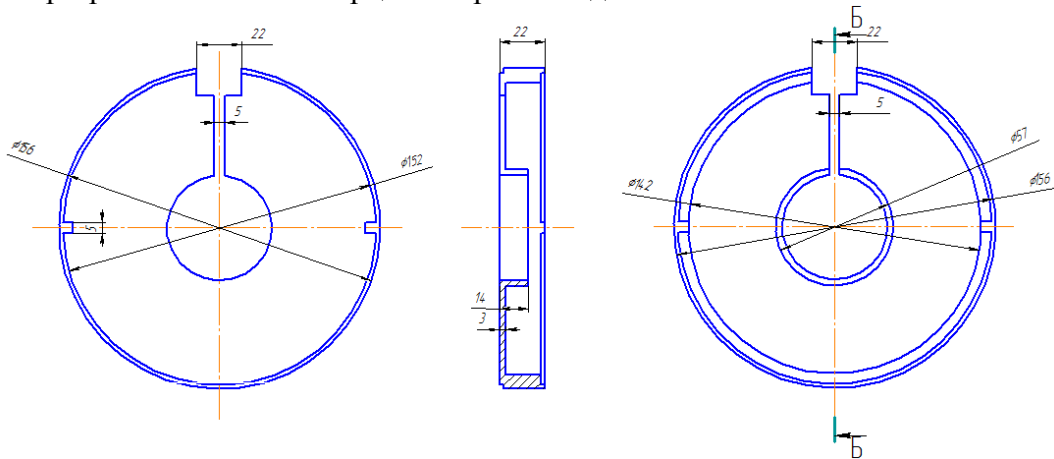


Рис. 6 Магнитопровод ЦЛАД.

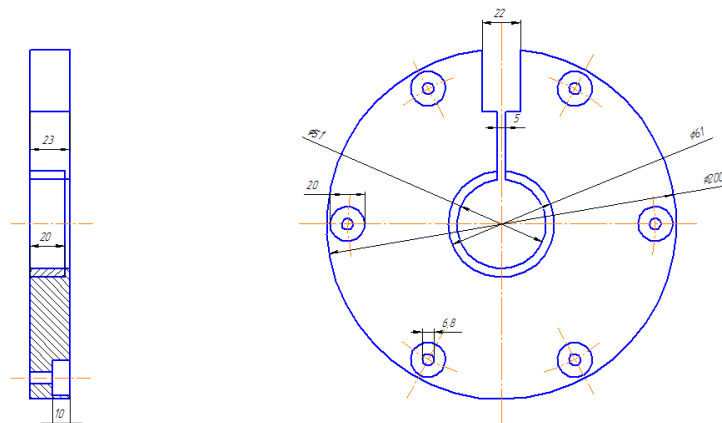


Рис. 7 Торцевая крышка ЦЛАД.

С двух сторон шайбы накрываются торцевыми крышками и стягиваются шпильками. В торцевых крышках установлены подшипники скольжения, для устойчивого положения вторичного элемента в статоре двигателя. Выводы обмоток вытягиваются в верхний паз специально предназначенный для этого. Обмотки двигателя так же собираются по двум схемам, звезда/треугольник. Конструктивные размеры этого двигателя могут изменяться путем уменьшения количества витков в одной обмотки, а следовательно увеличения числа обмоток и зависят от диаметра вторичного элемента.

Асинхронная машина линейного действия имеет схожий вид механической характеристики. Отличие заключается в наличии краевых эффектов. Однако при условии применения в качестве массивного ротора трубы достаточно большой длины, влияние краевого эффекта оказывает меньшее значение [1]. Активное r_2 и индуктивное $X_{\sigma 2}$ сопротивления массивного ротора ввиду сильно выраженного поверхностного эффекта значительно зависят от скольжения. Так, в случае $f_1 = 50$ Гц при пуске ($S = 1$) эквивалентная глубина проникновения токов в роторе составляет только 3 мм, при $S = 0,02$ – около 20 мм, при $S = 0,001$ – около 100 мм [2]. Поэтому при пуске сопротивление r_2

весьма велико и $X_{\sigma 2}$ мало, а с уменьшением скольжения сопротивление r_2 уменьшается, а $X_{\sigma 2}$ – увеличивается.

В результате сильного проявления поверхностного эффекта пусковой момент двигателя с массивным ротором достаточно велик $M_{II}/M_H = 1,5 - 2,0$.

Основы расчета характеристик рассматриваются в работе [3]. В результате, для проектирования двигателя заданной мощности с необходимыми усилием подачи и диапазоном скорости перемещения рабочего органа, достаточно произвести короткий расчет по активной мощности.

Принцип расчета двигателя:

1) задается необходимая мощность двигателя = 4200 Вт, минимальная скорость подачи рабочего органа под нагрузкой и усилие подачи.

2) определяется мощность одной обмотки

$$N_{\text{обм}} = 4200/12 = 350 \text{ Вт.}$$

3) определяется сопротивление одной обмотки

$$R = U^2 / P = 380^2 / 350 = 412 \text{ Ом}$$

4) принимается диаметр проводника 0,71 мм.

5) рассчитывается сечение проводника 0,398 мм²

6) определяется мощность на одну фазу

$$P_{\text{на фазу}} = N_{\text{дв}}/n_{\text{фаз}} = 4200/3 = 1400 \text{ Вт}$$

7) определяется ток в фазе

$$I = P/U = 1400/380 = 3.69 \text{ А}$$

8) определяется сопротивление фазы

$$R_{\text{фазы}} = U/I = 380/3.69 = 103 \text{ Ом}$$

9) определяется длина проводника на одну фазу

$$L_{\text{проводника}} = R/\rho = 103/0.044 = 2340 \text{ м}$$

10) определяется длина проводника на одну обмотку в фазе

$$L_{\text{одной кат.}} = L_{\text{проводника}}/n_{\text{кат.}} = 2340/4 = 585 \text{ м}$$

11) определяется количество витков одной обмотки в фазе

$$W = \frac{L}{\pi \cdot D_{cp}} = \frac{585 \cdot 1000}{3,14 \cdot 100} = 1863 \text{ витка}$$

Электромагнитный привод подачи рабочих органов технологических машин горно-металлургической отрасли способен заменить или дополнить в определенных областях различные линейные двигатели, в том числе и гидропривод. Основными достоинствами данного привода являются преобразование механических ударных нагрузок в колебания тока в обмотках двигателя и простота автоматизации процессов.

Список литературы

1. Теоретические основы электротехники / Л.А. Бессонов. – М.: Высш шк. 1996. – 638 с.
2. Электрические машины: Машины переменного тока / А.И. Вольдек, Д.А. Попов. – СПб.: Высш. шк.; Питер, 2007. – 350 с., ил.
3. Шигин А.О. Расчет и обоснование режимных параметров электромагнитного механизма подачи рабочего органа бурового станка / Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО "Уральский государственный горный университет". № 1, 2013. – С. 84-89.