

Гидромоторы

Гидромоторы предназначены для преобразования энергии движущейся жидкости в механическую энергию вращения исполнительного органа различных машин и механизмов.

Основным требованием при выборе гидромотора является обеспечение исполнительным органом машины необходимого крутящего момента M_m и частоты вращения n_m .

Питание гидромотора производится либо от общей гидросистемы, либо индивидуальным насосом. Реверсирование направления движения (вращения) гидромотора осуществляется либо с помощью распределителя, либо реверсированием направления подачи насоса.

Скорость вращения вала гидромотора регулируется изменением количества поступающей к нему жидкости или изменением рабочего объема гидромотора, что видно из выражения

$$Q_m = q_m n_m, \quad (2.28)$$

где Q_m – расход жидкости через гидромотор, $\text{м}^3/\text{с}$; q_m – рабочий объем гидромотора, м^3 ; n_m – частота вращения вала гидромотора, с^{-1} .

Обычно в качестве гидромоторов используются объемные роторные гидромашины. Гидромоторы конструктивно мало отличаются от роторных насосов.

По величине крутящего момента и частоты вращения вала гидромоторы можно разделить на две группы: низкомоментные и высокомоментные.

Низкомоментные гидромоторы характеризуются развитием небольшого крутящего момента (10...60 Н·м) и больших частот вращения (60...3000 об/мин). Высоккомоментные гидромоторы развивают большой крутящий момент (500...100000 Н·м) при небольших частотах вращения (до 400 об/мин). Высоккомоментные гидромоторы в основном предназначены для использования без промежуточного звена (редуктора) с целью уменьшения массы, габаритов машины, улучшения динамических характеристик объемного гидропривода.

В качестве низкомоментных гидромоторов в большинстве случаев используют аксиально-поршневые, реже шестеренные и пластинчатые гидромашины.

В качестве высокомоментных гидромоторов в основном используют радиально-поршневые, аксиально-поршневые гидромашины.

Для условного разграничения низкомоментных и высокомоментных гидромоторов часто используют так называемый коэффициент быстроходности:

$$k_{\delta} = \frac{q_m}{n_m}, \quad (2.29)$$

где k_{δ} – коэффициент быстроходности; q_m – рабочий объем, см³; n_m – номинальная частота вращения вала гидромотора, об/мин.

Гидромоторы, у которых $k_{\delta} > 1$, как правило, относят к низкомоментным, а при $k_{\delta} < 1$ – к высокомоментным. Следует отметить, что коэффициент быстроходности является все же условной величиной.

Целесообразность применения в приводах вращательного движения низкомоментных или высокомоментных гидромоторов определяется в каждом конкретном случае отдельно, исходя из требований к приводу машины.

Основными выражениями, которые используются при расчете гидромотора, являются формулы (2.9), (2.10), (2.13) и (2.14). Если пренебречь потерями мощности ($\eta = 1,0$), то из выражений (2.9) и (2.10) можно определить рабочий объем гидромотора:

$$q_m = \frac{M_m 2\pi}{\Delta p_m}. \quad (2.30)$$

По расчетному значению рабочего объема, номинальному давлению и остальным параметрам выбирается необходимый гидромотор.

Если решить выражение (2.30) относительно крутящего момента, развиваемого гидромотором, то получим следующее выражение:

$$M_m = \frac{q_m \Delta p_m}{2\pi}. \quad (2.31)$$

Из формулы (2.31) видно, что крутящий момент, развиваемый выбранным гидромотором, зависит от перепада давления на гидромоторе (при постоянном значении рабочего объема) и его можно изменять.

Каждый конструктивный вид гидромотора (шестеренные, поршневые, пластинчатые) имеют свои особенности и недостатки.

Шестеренные гидромоторы отличаются простотой и технологичностью, хорошими массовыми и габаритными показателями, могут работать при высокой (до 2400 об/мин) частоте вращения.

Для работы шестеренных гидромоторов не требуется высокая степень очистки рабочей жидкости. К недостаткам следует отнести невысокий полный КПД (0,78...0,80), большие пусковые моменты,

небольшой диапазон частот вращения, связанный с высоким нижним пределом (150...300 об/мин).

Отечественные заводы тракторных гидроагрегатов изготавливают шестеренные гидромоторы типа ГМШ-32, ГМШ-50 и ГМШ-100.

Пластинчатые гидромоторы, несмотря на отличные массовые и габаритные показатели, малый момент инерции, незначительную пульсацию момента, находят ограниченное применение, что связано с низким (до 6,3 МПа) давлением, высокой (100...150 об/мин) минимальной частотой вращения и низким КПД ($\sim 0,8$). Последнее вызвано наличием трения скольжения основных рабочих элементов и трудностью уплотнения пластин.

Аксиально-поршневые гидромоторы отличаются от других типов возможностью надежного уплотнения рабочей камеры, что позволяет работать при высоком (до 32 МПа и выше) давлении и с высоким КПД ($> 0,90$).

Аксиально-поршневой регулируемый гидромотор типа 303... (рис. 2.21) состоит из вала 1, корпуса 13, внутри которого расположен блок цилиндров (ротор) 4, шатуны 2, поршни (вытеснители) 3, цапфа 12, торцовый сферический распределитель 11. К корпусу 13 крепится корпус регулятора 8 с крышкой 6. В корпусе регулятора находятся золотник 7, палец 9, установочный поршень 10. Наклон блока цилиндров 4 осуществляется перемещением торцевого сферического распределителя 11, на который опирается блок цилиндров 4 по сферической направляющей. Такое конструктивное решение позволяет значительно уменьшить габариты регулируемой аксиально-поршневой гидромашины.

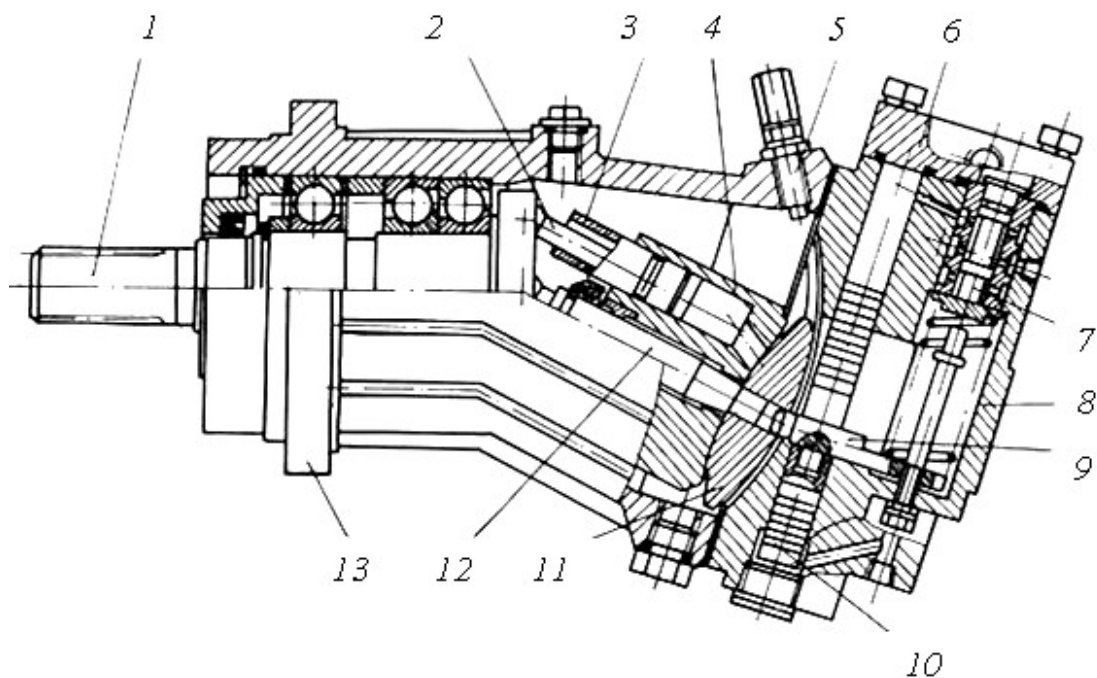


Рис. 2.21. Гидромотор аксиально-поршневой регулируемый типа 303...:

- 1 – вал; 2 – шатун; 3 – поршень; 4 – блок цилиндров (ротор);
5 – ограничительный винт; 6 – крышка; 7 – золотник;
8 – корпус регулятора; 9 – палец; 10 – установочный поршень;
11 – распределитель; 12 – цапфа; 13 – корпус

Общий вид гидромотора типа 303... представлен на рис. 2.22.

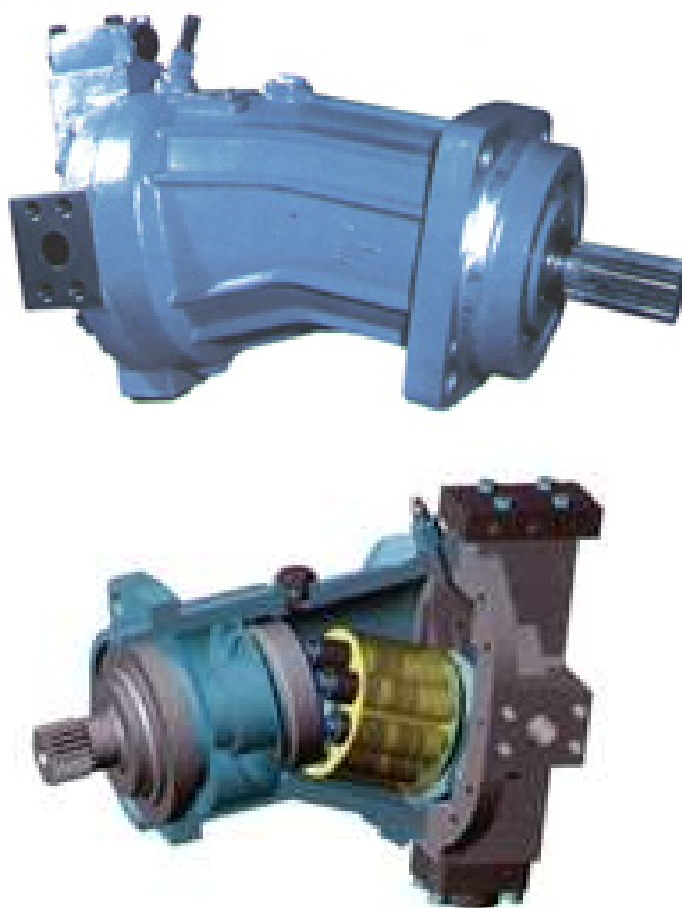


Рис. 2.22. Общий вид гидромотора типа 303...

Высокомоментные гидромоторы типа МР работают при давлении до 25 МПа с высоким КПД ($> 0,85$) и используются для привода поворотной части экскаваторов, кранов, ходовой части, а также рабочих органов, лебедок строительных, дорожных мелиоративных, коммунальных и других машин.

На рис. 2.23 показана конструкция радиально-поршневого гидромотора МР. В расточках корпуса 9 и крышки 10 на двухрядных роликовых подшипниках установлен эксцентриковый вал 11 со сферической поверхностью, на которую опираются пять полых поршней 2, перемещающихся в цилиндрах 1.

Поршни телескопически соединены с цилиндрами, имеющими также сферические поверхности, которыми они упираются в сферические сегменты 3. Сегменты установлены в крышках цилиндров 4, соединенных с корпусом 9. Центр сферы сегмента находится на геометрической оси цилиндра, проходящей через центр эксцентрикового вала. Поршень совершает возвратно-поступательное движение по направляющему стержню.

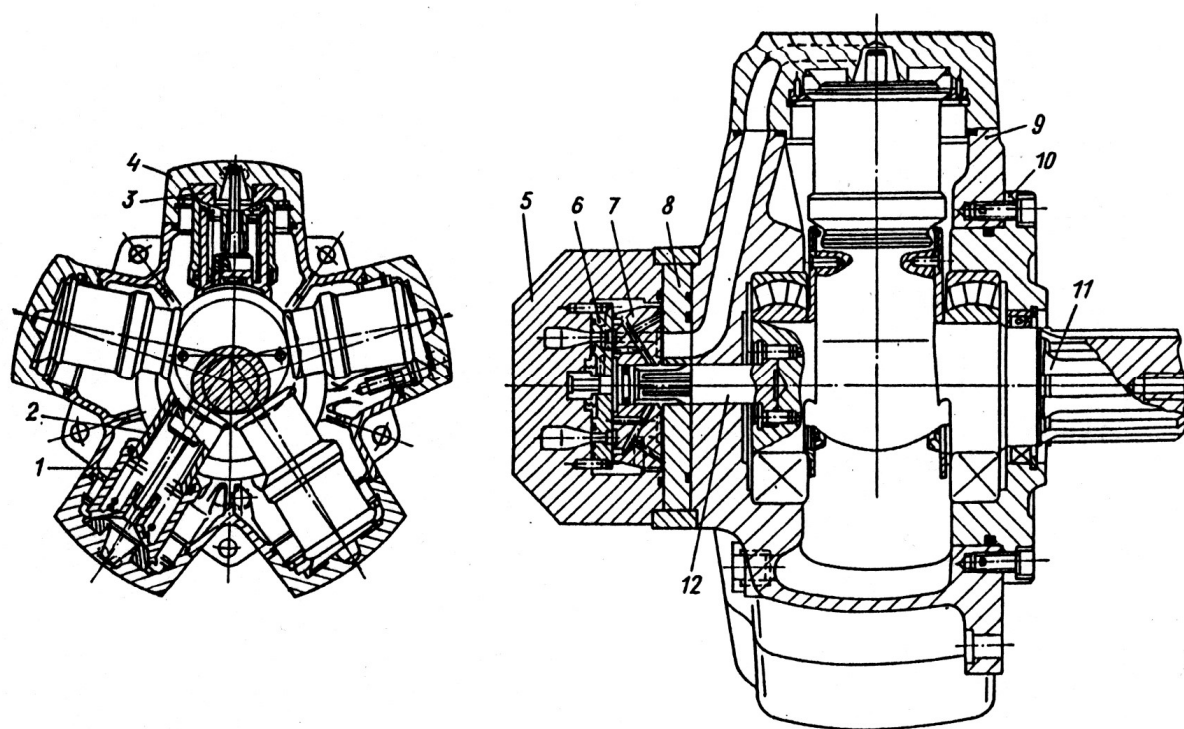


Рис. 2.23. Радиально-поршневой гидромотор типа МР:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – сегмент сферический; 4 – крышка цилиндра;
 5 – крышка распределителя; 6 – кольцо упорное; 7 – распределитель;
 8 – тарелка распределителя; 9 – корпус гидромотора; 10 – крышка;
 11 – вал эксцентриковый; 12 – валик поводковый

Предварительное прижатие поршня и цилиндра к сферическим опорам создается пружиной. Поршень и цилиндр уплотняются резиновым кольцом круглого сечения и антифрикционным ситаллофторопластовым кольцом.

Смещение цилиндропоршневой пары от рабочего положения ограничивается полукольцами, закрепленными в крышках цилиндров и кольцами, скользящими по рамкам поршня.

Распределительный узел установлен в крышке распределителя 5, прикрепленной к корпусу гидромотора. На шлицах поводкового валика 12, соединенного двумя штифтами с коленчатым валом, установлен распределитель 7 между упорным кольцом 6 и тарелкой распределителя 8.

Жидкость поступает в рабочие камеры цилиндров через каналы в крышке распределителя, отверстия упорного кольца, распределитель и каналы в корпусе гидромотора и крышках цилиндров.

Рабочая жидкость по цилиндрам распределяется серповидными каналами на торце распределителя, прилегающего к тарелке распределителя. Поскольку цилиндр и поршень имеют отверстия в днищах, давление рабочей жидкости передается непосредственно на сферическую поверхность коленчатого вала, создавая крутящий момент за счет эксцентриситета вала.

Направление вращения вала гидромотора (при наблюдении со стороны выходного вала) зависит от того, к какому из двух отверстий подводится рабочая жидкость.

Гидромоторы применяются в технике реже, чем электромоторы, однако в ряде случаев они имеют существенные преимущества перед последними. Гидромоторы в среднем в 3 раза меньше по размерам и в 15 раз по массе, чем электромоторы соответствующей мощности.

Диапазон регулирования частоты вращения вала гидромоторов существенно шире: при наибольшей частоте вращения 2500 об/мин наименьшее значение частоты может составлять 20...30 об/мин, а у гидромоторов специального исполнения до 1...4 об/мин и меньше, причем плавное регулирование частоты вращения во всем диапазоне регулирования легко осуществимо.

Время разгона и торможения вала гидромотора не превышает обычно нескольких сотых долей секунд; для гидромоторов не представляет опасности режим частых включений и выключений, реверсов и изменения частоты вращения.