

В.М. ШЕВЦОВ, НТУ «ХПИ»;

Г.А. АВРУНИН, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОМАШИН

У статті описана методика розрахунку основних оціночних показників технічного рівня об'ємних гідромашин, а також на їх основі проведено короткий аналіз гідромашин вітчизняного і зарубіжного виробництва.

The article describes the method of calculating the main performance indicators of technical level of bulk hydraulic, and on this basis held a brief analysis of hydraulic domestic and foreign production.

Введение.

Технический прогресс объемного гидропривода проявляется в непрерывном расширении его возможностей путем приобретения гидрофицированными машинами и механизмами более прогрессивных свойств и характеристик, таких как КПД, реализация режимов энергосбережения, надежность, быстродействие и точность позиционирования, способность функционирования в критических эксплуатационных условиях по температуре рабочей жидкости (РЖ) и окружающего воздуха и др. Достижение требуемых от гидропривода параметров зависит от возможностей его работы на повышенных нагрузках (давлениях), частотах вращения и температурах, что в значительной мере определяется уровнем технологии изготовления, методик расчета, материалов и комплектующих узлов (антифрикционных материалов, уплотнений, РЖ, электроники, датчиков, подшипников, рукавов высокого давления и др.). Объемный гидропривод является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей машиностроения как с точки зрения количественных показателей, так и повышения технического уровня. Современный этап развития гидропривода характеризуется прежде всего массовостью его производства во многих странах мира, автоматизацией производственных процессов гидрофицированных машин за счет использования достижений электрогидроавтоматики, поиском энергосберегающих решений на основе использования насосов и гидромоторов с регулируемым рабочим объемом, расширением температурного диапазона, широкой стандартизацией гидравлических компонентов, снижением уровня шума и, конечно, снижением металлоемкости гидромашин и гидроаппаратов. Произошло довольно четкое разделение гидрооборудования на изделия, предназначенные для использования в мобильном секторе машиностроения и стационарных машинах и установках, образовались достаточно устойчивые связи между

изготовителями гидрофицированного оборудования и производителями гидравлических компонентов, накопился большой опыт эксплуатации такого оборудования, определились преимущества и недостатки гидроприводов, а также перспективы и задачи, требующие решения для дальнейшего развития этой отрасли машиностроения. [1]

Цели и задачи.

Существует ряд критериев, оценивающих технический уровень гидромашин. Следует отметить, что каждый критерий в отдельности недостаточно полно характеризует технический уровень гидромашин, поэтому проводят сравнение по некоторым критериям или выбирают в качестве основного такой, который в наибольшей степени отражает требования, предъявляемые к конкретному приводу гидрофицированной машины. Например, для гидроприводов вращения горных машин главным показателем является энергоемкость. Проанализировав эти показатели, можно определить, гидромашин какой конструкции наиболее подходят для заданного типа работ.

Основная часть.

Основными техническими параметрами объемных гидромашин являются значения рабочего объема, давления РЖ, крутящего момента, подачи насоса, мощности, диапазона изменения частоты вращения, массы, долговечности и др. При выборе конструктивного типа объемной гидромашин проводят сравнительную оценку по вышеприведенным параметрам и стоимости.

В основе оценки технического уровня объемных гидромашин лежат следующие показатели [2, 3, 4]:

1) Масса, приходящаяся на единицу развиваемого гидромотором крутящего момента (удельный показатель момента)

$$k_M = \frac{m}{M_{кр}}, \text{ кг/Н} \cdot \text{м}, \quad (1)$$

где m – масса гидромотора, кг,

$M_{кр}$ – теоретический крутящий момент гидромотора

$$M_{кр} = 0,159 \cdot V_p \cdot \Delta p \cdot \eta, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2)$$

где V_p – рабочий объем гидромотора, см³,

Δp – перепад давлений на гидромоторе, МПа;

2) Масса, приходящаяся на единицу развиваемой гидромотором мощности (удельный показатель мощности)

$$k_P = \frac{m}{P_n}, \text{ кг/кВт}, \quad (3)$$

где P_M – теоретическая мощность гидромотора

$$P_M = \frac{M_{кр} \cdot n_M}{9550}, \text{ кВт}, \quad (4)$$

и насоса

$$P_n = \frac{Q_n \cdot p_n}{60}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где n_M – частота вращения гидромотора, мин^{-1} (об/мин),

Q_n – подача насоса, л/мин,

p_n – давление нагнетания на выходе насоса, МПа;

3) Масса, приходящаяся на единицу занимаемого гидромашинной объема (коэффициент компактности)

$$k_V = \frac{m}{V}, \text{ кг/см}^3, \quad (6)$$

где V – объем, описанный габаритами гидромашин, см^3 ;

4) Мощность, развиваемая единицей занимаемого гидромотором объема (коэффициент энергоемкости)

$$k_{P/V} = \frac{P_M}{V}, \text{ кВт/см}^3; \quad (7)$$

5) Скоростной показатель (коэффициент быстроходности)

$$C_n = n \cdot V_p^{1/3}, \text{ см/мин}, \quad (8)$$

где n – частота вращения насоса или гидромотора, мин^{-1} , которую для последнего определяют по формуле

$$n_M = 10^3 \cdot \frac{Q_n}{V_p}, \text{ мин}^{-1}, \quad (9)$$

где Q_n – теоретическая подача РЖ насосов, л/мин,

$$Q_n = 10^{-3} \cdot V_{pn} \cdot n_n, \text{ л/мин}, \quad (10)$$

где V_{pn} – рабочий объем насоса, см^3 ,

n_n – частота вращения насоса, мин^{-1} ;

6) Коэффициент мощности

$$C_p = \pi \cdot \Delta p \cdot V_p^{1/3}, \text{ МПа, см/мин.} \quad (11)$$

Представляют интерес комплексные критерии эффективности, дающие оценку конструктивных и эксплуатационных показателей гидромашин, применительно к конкретным гидрофицированным машинам. Одним из таких показателей является безразмерный критерий эффективности для гидромоторов [2]

$$K = \frac{M_{\text{вв}} \cdot n_M \cdot T}{g \cdot m \cdot L}, \quad (12)$$

где T – долговечность гидромотора, ч,
 L – характеристический размер гидромотора

$$L = (D_M \cdot L_M)^{1/2}, \text{ м,} \quad (13)$$

где L_M и D_M – длина и диаметр гидромотора, соответственно, м, причем каждый из этих параметров может приниматься отдельно в зависимости от лимитирующего машину габарита гидромотора.

Чем больше численное значение критерия K , тем выше технический уровень гидромотора. Систематизированная информация о современном техническом уровне гидромоторов передовых зарубежных фирм приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Технический уровень гидромоторов ведущих мировых фирм

Параметры, размерность	Гидромоторы				
	Аксиально-поршневые	Радиально-поршневые		героторные	шестеренные
		О. Д.	М. Д.		
Рабочий объем, см ³	32-1000	11-23000	260-251000	100-478	26-147,5
Давление, МПа	35;42/42;48	25/35; 42	28/45	16-25/27-40	20-28/28;30
Крутящий момент, Н·м	229-5565	56-91560	1860-1399000	315-2735	124-528
Частота вращения, об/мин	1600-6900	25-3600	12-265	320-750	2400-3500
Мощность, кВт	110-915	11-494	29-1580	21-49	39-118
Масса, кг	9,5-336	12-3100	40-10750	10-27,8	9,5-33

Продолжение таблицы 1

Параметры, размерность	Гидромоторы				
	Аксиально- поршневые	Радиально- поршневые		героторные	шестеренные
		О. Д.	М. Д.		
k_M , кг/Н·м	0,04-0,06	0,03- 0,2	0,007- 0,02	0,013-0,04	0,04-0,1
k_p , кг/кВт	0,08-0,43	0,8- 6,2	1,4-6,8	0,44-0,65	0,2-0,31
C_n , мин ⁻¹ $\cdot \text{см} \times 10^{-3}$	16,5-23,7	2,0- 7,9	0,8-3,6	2,4-4,4	7,4-13,3
КПД, %	92-93	90-95	88-97	85-90	86-89

Примечания к табл. 1: Обозначения О. Д. и М. Д. – гидромоторы однократного и многократного принципа действия; над чертой приведены номинальные, под чертой – максимальные кратковременные значения давлений.

Выводы.

Проанализировав данные табл. 1 можно сделать следующие выводы:

1) С помощью коэффициента быстроходности C_n гидромоторы могут быть разделены на четыре группы в порядке возрастания скоростных возможностей: радиально-поршневые многократного действия, героторные и радиально-поршневые однократного действия, шестеренные, аксиально-поршневые.

2) Наибольшие давления достигнуты в поршневых гидромоторах.

3) Наименьшие значения удельного момента k_M достигнуты в гидромоторах многократного действия – 0,007...0,02 кг/Н·м.

4) Наименьшие показатели удельной мощности k_p достигнуты в аксиально-поршневых гидромоторах – 0,08...0,43 кг/кВт.

5) В среднем значения общего КПД в поршневых гидромоторах выше, чем в героторных и шестеренных.

Руководствуясь этими данными можно подобрать гидромашину, оптимально подходящую для конкретных режимов работы.

Список литературы: 1. Аерунин Г.А., Грицай И.В., Кириченко И.Г., Мороз И.И., Щербак О.В. Объемный гидропривод и гидропневмоавтоматика: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 412 с. 2. Докунин А. В, Рогов А. Я., Фейфец Л. С. Радиально-поршневые гидромоторы многократного действия: Конструкция, теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1980. – 288с. 3. Дьячков Б. И. Высокомоментные гидромоторы однократного действия. –М.: Машиностроение, 1979.-120 с. 4. Пономаренко Ю. Ф. Высокомоментные радиально-поршневые гидромоторы горных машин.-М.: Недра, 1972.-276 с.