

П.М. Андренко<sup>1</sup>, д.т.н., проф.,  
 І.П. Гречка<sup>1</sup>, к.т.н.,  
 С.О. Хованський<sup>2</sup>, к.т.н.,  
 М.С. Свиноренко<sup>3</sup>, к.т.н., доц.

<sup>1</sup> Національний технічний університет «ХПИ»

<sup>2</sup> Сумський державний університет

<sup>3</sup> Харківський національний університет будівництва та архітектури

### ГІДРОСТАНЦІЇ ФІРМИ МОТОРІМПЕКС

Гідростанції є невід'ємною частиною практично всіх гідравлічних приводів, які значною мірою визначають технічний рівень та енергоспоживання усього гідроприводу. Їх схемні та конструктивні рішення достатньо повно висвітлені у відомих літературних джерелах. Вибір типу гідростанції проводять за розрахунком. За гідравлічною схемою вибирають номінальний тиск гідроприводу. Визначають: вихідну потужність гідроциліндра

$$N_{\text{ГЦ ВИХ}} = P_{\text{ГЦ МАХ}} v_{\text{ГЦ МАХ}}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{ГЦ МАХ}}$  – максимальне зусилля на штоку гідроциліндра, Н;  $v_{\text{ГЦ МАХ}}$  – максимальна швидкість гідроциліндра, м/с,  
 та вихідну потужність гідромотора, Вт

$$N_{\text{ГМ ВИХ}} = 2M_{\text{ГМ МАХ}} \pi n_{\text{ГМ МАХ}}, \quad (2)$$

де  $M_{\text{ГМ МАХ}}$  – максимальний крутний момент на валу гідромотора, Н·м;  $n_{\text{ГМ МАХ}}$  – максимальна частота обертання вала гідромотора, об/с.

Вихідна потужність гідроприводу, Вт

$$N_{\text{ВИХ}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{ГЦ ВИХ}} + \sum_{i=1}^m N_{\text{ГМ ВИХ}}, \quad (3)$$

де  $n$  і  $m$  – кількість одночасно працюючих гідроциліндрів і гідромоторів відповідно.

За формулами (1)–(3) знаходять потужність гідроприводу. Номінальний тиск гідроприводу вибирають з табл. 1.

Таблиця 1 – Залежність номінального робочого тиску від потужності [1]

$N_{\text{ВИХ}}, \text{ кВт}$	до 0,1	0,1–1,0	1,0–5,0	5,0–20,0	> 20,0
$p^*, \text{ МПа}$	1	1–6,3	6,3–10	10–16	16–20

\*номінальний тиск гідроприводу брати з ряду: 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0.

Вибирають насос. Потрібна потужність насоса визначається за залежністю

$$N_{\text{Н}} = k_{\text{Ш}} k_{\text{У}} N_{\text{ВИХ}}, \text{ кВт}, \quad (4)$$

де  $N_{\text{ВИХ}}$  – потужність гідроприводу, розрахована за формулою (3);  $k_{\text{Ш}}$  – коефіцієнт запасу по швидкості,  $k_{\text{Ш}} = 1,1–1,3$ ;  $k_{\text{У}}$  – коефіцієнт запасу по зусиллю,  $k_{\text{У}} = 1,1–1,2$ .

Необхідний мінімальний видаток насоса

$$Q'_{\text{Н}} = \frac{N_{\text{Н}}}{p_{\text{Н}}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5)$$

Приймають  $p_{\text{Н}} = p_{\text{НОМ}}$ .

За відомими значеннями  $Q'_{\text{Н}}$  та  $p_{\text{Н}}$  з каталогу вибирають насос. Розрахункова частота обертання вала насоса

$$n'_{\text{Н}} = \frac{60 Q_{\Sigma \text{ГМ МАХ}} k_{\text{УТ}}}{q_{\text{Н}} \eta_{\text{об Н}}}, \text{ об/хв}, \quad (6)$$

де  $k_{yt}$  – коефіцієнт, який враховує витоки робочої рідини у гідроапаратах,  $k_{yt} = 1,05 \dots 1,1$ ;  
 $q_n$  – робочий об'єм насоса, м<sup>3</sup>;  $\eta_{обн}$  – об'ємний ККД насоса.

За розрахунковою частотою обертання  $n'_n$  вибираємо найближчу стандартну синхронізовану частоту обертання вихідного вала електродвигуна  $n_c$  ( $n_c = 750; 1000; 1500; 2400; 3000$  об/хв).  
 Дійсна частота обертання вала насоса

$$n_n = n_c(1 - s), \text{ об/хв}, \quad (7)$$

де  $s$  – ковзання електродвигуна,  $s \approx 0,03-0,04$ .

Дійсний видаток нерегульованого насоса

$$Q_n = \frac{q_n n_n \eta_{обн}}{60}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (8)$$

Вихідними даними для вибору насосної установки є циклограма роботи гідроприводу, тобто зміна у часі необхідного видатку насоса та значення тиску. Вибраний насос повинен повністю забезпечувати роботу гідроприводу.

Гідравлічні станції фірми Моторімпекс характеризуються високою якістю та надійністю (табл. 3, 4, рис 1, 2) [2]. Залежно від умов роботи гідростанції можуть бути оснащені охолоджувачами (табл. 2) та нагрівачами робочої рідини, а насос може бути змонтований у баку, на баку, під ним або збоку бака.

Таблиця 2 – Технічні параметри маслоохолоджувачів

Параметр	Повітряні маслоохолоджувачі		Водяні маслоохолоджувачі*	
	звичайні	з підвищеними характеристиками	звичайні	з підвищеними характеристиками
Максимально відведена потужність	7 кВт/°С	–	3,3 кВт/°С	8 кВт/°С
Максимальна витрата охолоджуваного масла	300 л/хв	840 л/хв	559 л/хв	800 л/хв
Максимальна робоча температура	120 °С	130 °С	–	
Вольтаж	АС 230В-480В 50-60 Гц, DC 12/24В		–	
Робоча рідина	гідравлічні масла, водно-масляні емульсії		гідравлічні масла, водно-масляні емульсії, водні розчини гліколю, промислова вода	

\*водяні маслоохолоджувачі оснащені гідробаком з фільтром.

Таблиця 3 – Технічні параметри гідростанцій

Основні параметри	З пластинчастими насосами	З шестеренними насосами	З плунжерними насосами
Робочий тиск	до 21 МПа	до 25 МПа	до 70 МПа
Видаток насоса	до 400 л/хв	до 339 л/хв	до 650 л/хв
Діапазон робочих температур	-20 +70 С°	20 +110 С°	-25 +90 С°
Густина масла	10–2000 мм <sup>2</sup> /с	10–800 мм <sup>2</sup> /с	10–1000 мм <sup>2</sup> /с
Тонкість фільтрації	1–250 мкм		
Об'єм бака	необмежений		
Тип бака	сталевий		
Потужність електродвигуна	до 315 кВт		
Швидкість обертання електродвигуна	750–3000 об/хв		
Напруга живлення електродвигуна	12/24 V DC, 230/400 V AC, 50 Гц		
Напруга живлення елементів управління	постійний струм 6, 9, 12, 14, 18, 24, 28, 48, 110, 125, 220 В		
	змінний струм 24, 48, 50, 60, 110, 120, 230 В		



*a*



*б*

Рисунок 1 – Гідростанції: *a* – МІ-1059; *б* – СМІ-570

Таблиця 4 – Технічні параметри мінігідростанцій

Основні параметри	Значення
Робочий тиск	до 25 МПа
Тип насоса	Шестеренний
Видаток насоса	до 15 л/хв
Діапазон робочих температур	-20 +110 С°
Густина масла	10–750 мм <sup>2</sup> /с
Об'єм бака	1–40 л
Тип бака	сталевий, пластиковий
Потужність електродвигуна	до 4 кВт
Швидкість обертання електродвигуна	750–3000 об/хв
Напруга живлення електродвигуна	12/24 V DC, 230/400 V AC, 50 Гц
Напруга живлення елементів управління	постійний струм 6, 9, 12, 14, 18, 24, 28, 48, 110, 125, 220 В



*a*



*б*

Рисунок 2 – Мінігідростанції: *a* – UHWZ (Ponor); *б* – PPM (Hydronit)

За номінальним тиском, типом насоса, його видатком з табл. 3 і 4 вибираємо тип гідростанції, параметри якої уточнюємо у каталозі [2]. Слід зазначити, що при знаходженні необхідного тиску в гідроприводі у кожному переході тиску потрібно сумувати тиск, необхідний для подолання навантаження включно з силами тертя, та втрати тиску у відповідній гідроапаратурі і трубопроводах.

Широка номенклатура гідростанцій фірми Моторімпекс дозволяє вибрати потужність таким чином, щоб гідростанція не містила маслоохолоджувачів, що значно знижує її собівартість. Слід зазначити, що встановлення на гідростанції двох насосів високого тиску з малим витратом та низького тиску з великим витратом дозволяє значно зменшити втрати потужності у гідроприводі, що суттєво підвищує його енергоефективність. Обладнання гідростанції гідропневматичним акумулятором також дозволяє суттєво підвищити її енергоефективність. Крім того, ефективним засобом підвищення енергоефективності гідроприводів є оснащення їх засобами рекуперації енергії.

Раціональну форму і об'єм гідробака слід вибирати з рівнянь теплового балансу за розробленою нами методикою, наведеною у статі [3]. Для підвищення технічного рівня гідростанції розроблено нове конструктивне рішення [4]. Сутність якого полягає в тому, що гідробак поділено похилою перегородкою на дві камери всмоктування і нагнітання та за запобіжним клапаном, на баку, встановлено неповнопоточний гідродинамічний фільтр (див. [5]), значна частина очищеної робочої рідини з якого зливається в камеру всмоктування, а решта в камеру зливу. Доведено, що за рахунок такого конструктивного виконання покращується ступінь очищення робочої рідини, без збільшення енергоспоживання гідростанції, збільшується ресурс роботи елементів гідроприводу.

### Список літератури

1. Финкельштейн З.Л. Расчет проектирование и эксплуатация объемного гидропривода. / З.Л. Финкельштейн, О.М. Яхно и др. К.: НТУУ «КПИ», 2006. – 216 с.
2. Моторімпекс : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://motorimpex.ua>.
3. Лур'є З.Я. Порівняння результатів теплового розрахунку об'ємного гідроагрегата, проведеного за різними методиками / З.Я. Лур'є, П.М. Андренко та ін. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк: ДВНЗ «ДНТУ». – 2011. – Вип. 22 (195). – С. 155 – 166.
4. Насосна установка. Патент України на корисну модель, F04B 23/00, № 118875. / Лебедев А.Ю., Андренко П.М. // заявник і патентовласник Лебедев А.Ю., Андренко П.М. – № u201703143; заявл. 03.04.2017; опубл. 28.09.2017, Бюл. №16.
5. Андренко П.М. Надійність, технічне діагностування та експлуатація гідро- і пневмоприводів : навч. посіб. / П.М. Андренко, А.Ю. Лебедев, О.В. Дмитрієнко, М.С. Свиначенко ; під ред. проф. П.М. Андренка. – Харків : Видавничий центр НТУ «ХП», 2018. – 520 с.

УДК 62-82:681.587.34

**С.В. Медведєв**

*Державне підприємство «АНТОНОВ»*

### **МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ ЛІТАКА**

Безперечним показником рівня сучасного пасажирського літака є готовність розробника надати максимальний рівень комфорту пасажирів при перебуванні на борту літака. Основними критеріями, яких є забезпечення: умов життєдіяльності (в тому числі і критично важливих для здоров'я людини); безпеки (в тому числі і при не штатних ситуаціях); ергономіки та естетики. Всі критерії пов'язані один з одним, так як формуються навколо однієї системи - людина.