

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ АГРЕГАТНОГО НАБОРА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В.В. Пинчук, Н.В. Кислое

*Белорусская государственная политехническая академия, г. Минск, Гомельский
политехнический институт им. П.О.Сухого, Беларусь*

С учетом требований, предъявляемых к технике по срокам разработки и изготовления, стоимости, трудоемкости работ и т.п. агрегатирование конструкций гидроблоков аппаратуры (ГА) для машин и механизмов с автоматизированным циклом управления, на сегодняшний день является наиболее перспективным направлением. Решение настоящей задачи возможно путем создания конструкций унифицированных элементов, принципиальное построение которых определено в работе [1]. Вместе с тем, значения занимаемого ГА объема V , размера его наружной поверхности S (с настоящими показателями связаны вес ГА, жесткость и устойчивость системы к воздействию вибраций, а, следовательно, и излучаемого ею уровня шума), а также гидравлические потери давления Δp зависят от выбранных размеров элементов.

Целью настоящего исследования явилось определение размеров корпусов и диаметров сверлений в них, позволяющих достигать оптимальных значений V , S и Δp гидроблоков аппаратуры.

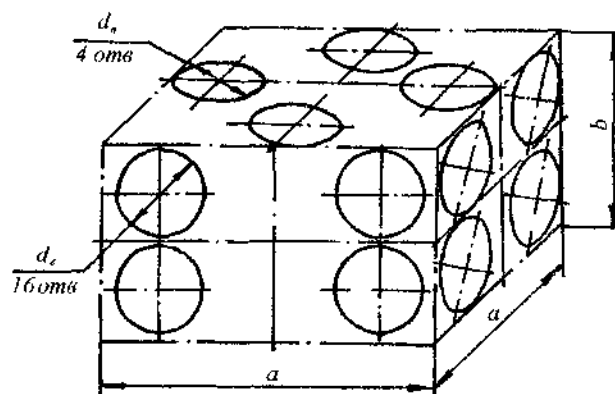


Рис. 1 Схема соединительно-монтажного модуля.

Элементами агрегатного набора являются: соединительно-монтажные модули (СММ), блоки присоединительные (БП), блоки распределителей (БР), блоки замыкающие (БЗ) подвода и переключателя манометра соответственно. Очевидно, что оптимальные параметры ГА (минимальные значения V , S и Δp) будут получены, если в каждом из элементов габаритные размеры $a \times b \times c \rightarrow \min$, а диаметры отверстий для прохода жидкости $d \rightarrow \max$. Как следует из анализа конструктивных схем многие размеры элементов СММ, БР, БП и БЗ зависят друг от друга, а также от присоединительных размеров используемых гидроаппаратов (по условию собираемости ГА). Исходя из этого, размеры БР и БЗ полностью определяются размерами СММ и используемых гидроаппаратов. В свою очередь соотношение размеров плоскостей a и b СММ (рис. 1) может быть определено исходя из присоединительных размеров БП. При этом расчету здесь подлежит соотношение размеров a и b , а также d_1 и d_2 с учетом их влияния на значение параметров Δp , V и S соединительно-монтажного модуля, т.к. величины этих размеров определяют габаритные размеры СММ, диаметры и длину его каналов.

Если объем формы и размер ее наружной поверхности определить как

$$V = a^2 b, S = 4ab, \quad (1)$$

то гидравлические потери давления Δp при проходе жидкости по каналу с диаметром d находим из известной формулы Д.Бернулли

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{v^2}{2}, \quad (2)$$

где λ - коэффициент Дарси [2]; l - длина канала; ρ - плотность жидкости; $v = 4Q / \pi d^2$ - скорость течения жидкости по каналу; Q - расход жидкости по каналу.

Сформируем общий критерий эффективности по принципу:

$$x = \left(c_1 \frac{V}{V_N} + c_2 \frac{S}{S_N} + c_3 \frac{\Delta p_e}{\Delta p_N} + c_4 \frac{\Delta p_r}{\Delta p_N} \right) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $c_1 - c_4$ - коэффициенты важности критериев; $V_N, S_N, \Delta p_N$ - нормирующие множители, в качестве которых примем значения V, S и Δp куба с размером грани a_k .

Следовательно, $V_N = a_k^3, S_N = 4a_k^2, \Delta p_N = \lambda \frac{a_k}{d_k} \rho \frac{8Q^2}{\pi^2 d_k^4}$. Как следует из рис. 1 диаметры каналов находятся в следующих зависимостях от размеров a и b формы: $d_e = a/3, d_z = b/2$, а их длина $l_e = b, l_z = a$. Примем также для куба $d_e = d_z = a_k/3$.

Подставив в (3) значения (1), (2), $V_N, S_N, \Delta p_N$, диаметров d_e, d_z , длин l_e, l_z и, проведя преобразования, получим:

$$x = \left(c_1 \frac{a^2 b}{a_k^3} + c_2 \frac{ab}{a_k^2} + c_3 \frac{ba^4}{a_k^5} + c_4 \frac{2^5 aa_k^4}{3^5 b^5} \right) \rightarrow \min, \quad (4)$$

исследования зависимости (4) при значениях: $a_k = 1, b = (0,1 \div 10)a_k, a = (1 \div 10)b, c_1 = c_2 = 0,25, c_3 = 0,4, c_4 = 0,1$ (применительно к ГА стационарных машин) показывают, что общий критерий x будет оптимальным при $b/a = 0,65$, а $d_z/d_e = 0,975$.

Вместе с тем, значения коэффициентов $c_1 - c_4$ для применения в машинах с различными условиями эксплуатации будут иметь различные значения. Так, если для стационарных машин они определяются исходя из стоимости затрат на металл и электроэнергию, то для мобильных машин более весомое значение имеют параметры V и S , соответственно увеличатся и коэффициенты c_1, c_2 . В связи с этим выполнены также исследования выражения (4) на чувствительность к изменению коэффициентов важности критериев (рис. 2), для $c_1 = c_2 = 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; c_4/c_3 = 1/1,5; 1/2; 1/3; 1/4; 1/5; 1/6; 1/7; 1/8; 1/9; 1/10$. При этом выполнялось условие: $c_1 + c_2 + c_3 + c_4 = 1$.

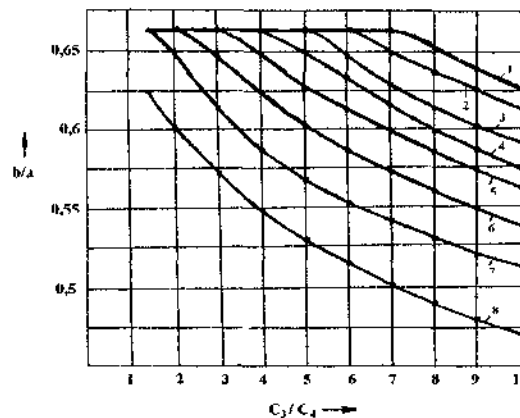


Рис. 2. Зависимость соотношения размеров b/a от коэффициентов важности критериев при $c_1=c_2$, соответственно: 1-0,05; 2-0,1; 3-0,15; 4-0,2; 5-0,25; 6-0,3; 7-0,35; 8-0,4.

Таким образом, размеры СММ, БН, БР, БЗ, позволяющие достигать оптимальных параметров ГА могут быть определены с помощью зависимостей, представленных на рис. 2. Задавая, например, диаметром горизонтального сверления d_2 и соотношением c_3/c_4 , получим остальные размеры, используя зависимости $b/a(c_3/c_4)$ из рис. 2 и соотношение $d_2/d_0=1,5b/a$.

Литература

1. Пинчук В.В., Кислов Н.В. Компонировка блоков аппаратуры приводов машин. - Механизация и автоматизация процессов добычи и переработки торфа, 1986. - С. 116-127.
2. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам./Под ред. Некрасова Б.Б. - Мн.: Высшая школа, 1976. - 416 с.