

УДК 62-82-112.6 (083.13)

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРЕГАТНОГО НАБОРА ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

В. В. ПИНЧУК⁺, А. В. ЛИФАНОВ

УО Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, 246746, пр. Октября, 48, г. Гомель, Беларусь.

В статье приведены результаты исследований зависимости параметров гидроблоков управления от изменения геометрических размеров элементов агрегатного набора: соединительно-монтажных модулей, присоединительных блоков, узлов реверса и замыкающих блоков. Установлен алгоритм проектирования элементов агрегатного набора, позволяющий получить оптимальные параметры гидроблоков управления в целом.

Введение

С учетом требований, предъявляемых к технике по срокам разработки и изготовления, стоимости, трудоемкости работ и т.п. агрегатирование конструкций гидроблоков управления (ГУ) для машин и механизмов с автоматизированным циклом управления, на сегодняшний день является наиболее перспективным направлением.

Применяемые в настоящее время на практике элементы агрегатного набора ГУ: соединительно-монтажные модули (СММ), блоки присоединительные (БП), блоки распределителей (БР), блоки замыкающие (БЗ) подвода и переключателя манометра соответственно [1] не в полной мере отвечают требованиям сегодняшнего дня с точки зрения их параметров.

Целью настоящего исследования явилось определение размеров корпусов и диаметров сверлений в них СММ, БП, БР, БЗ, позволяющих достигать оптимальные параметры ГУ, спроектированные на их основе.

Методика проведения работ

Исходя из необходимости обеспечить собираемость ГУ элементы агрегатного набора должны иметь присоединительные размеры, позволяющие выполнить это требование. То есть, их присоединительные размеры должны быть идентичными по двум ориентированным плоскостям: горизонтальным и вертикальным. По горизонтальным плоскостям соединяются между собой БЗ, БР и СММ, а по вертикальным БП и СММ. Обе эти плоскости присутствуют только на СММ и создают его форму. Фактически разработка при-

соединительных размеров СММ является основой для определения размеров и разработки БЗ, БР, БП.

В свою очередь, соотношение размеров плоскостей a и b СММ (рис. 1) оказывает решающее значение на параметры ГУ в целом. В связи с этим расчету подлежит соотношение размеров a и b , а также d_v и d_t с учетом их влияния на значение параметров гидравлических потерь давления Δp , объема V и площади наружной поверхности S соединительно-монтажного модуля, т.к. величины этих размеров определяют габаритные размеры СММ, диаметры и длину его каналов.

Площадь S здесь складывается из площадей вертикальных плоскостей СММ, на которые при сборке ГУ могут устанавливаться БП. Горизонтальные же плоскости в расчет не принимаются, т.к. они служат для модульного соединения БЗ, БР и СММ и всегда будут обращены внутрь ГУ.

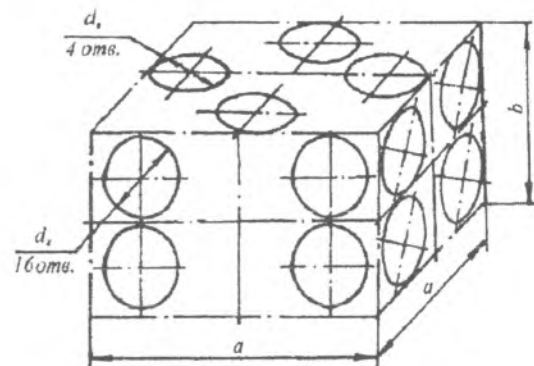


Рис. 1. Схема соединительно-монтажного модуля

⁺ Автор, с которым следует вести переписку

Если объем формы и площадь 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 Дарси

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

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

Используя методы оптимизации по Парето [2] сформируем общий критерий эффективности по принципу:

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

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 диа-

метры каналов находятся в следующих зависимостях от размеров a и b формы: $d_b = a/3, d_r = b/2$, а их длина $l_b = b, l_r = a$. Примем также для куба $d_b = d_r = a_k/2$.

Подставив в (3) значения (1), (2), $V_N, S_N, \Delta p_N$, диаметров d_b, d_r , длин l_b, l_r и, проведя преобразования, получим:

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

Результаты выполненных работ

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 ГУ стационарных машин) показывают, что общий критерий x будет иметь минимальное значение при $b/a = 0,65, a d_r/d_b = 0,975$.

Вместе с тем, значения коэффициентов $c_1 - c_4$ при расчетах общего критерия эффективности СММ для машин с различными условиями эксплуатации также будут различны. Если для стационарных машин они назначаются преимущественно с учетом стоимости затрат на металл и электроэнергию, то для мобильных машин более весомое значение имеют вес и габаритные размеры, т. е. параметры V и S , соответственно увеличиваются коэффициенты c_1, c_2 . В связи с этим проведен анализ выражения (4) на чувствитель-

ность 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: $c_1 + c_2 + c_3 + c_4 = 1$.

Полученная диаграмма показывает, что с увеличением важности критериев V и S оптимальные значения отношений b/a и, соответственно, d_r/d_b имеют тенденцию к уменьшению. Здесь d_r – диаметр горизонтальных коммуникационных каналов в СММ, d_b – соответственно вертикальных (сквозных магистральных). Оптимальные значения d_r/d_b уменьшаются также при увеличении соотношения $\Delta p_b/\Delta p_r$ гидравлических потерь давления в вертикальных и горизонтальных каналах СММ. Проектирование СММ, БП, БР, БЗ с учетом полученных результатов исследований предлагается выполнять в следующей последовательности:

1. Исходя из требуемой пропускной способности СММ необходимо выбрать диаметр горизонтального отверстия d_r .

2. С учетом одновременно работающих, согласно принципиальной схемы исполнительных гидромеханизмов, принимают соотношение C_3/C_4 .

3. Задать величину коэффициентов C_1 и C_2 , определяющих степень важности объема V и площади наружной поверхности S по отношению к гидравлическим потерям давления Δp в нем.

4. По диаграмме (рис. 2) с учетом заданных C_3/C_4 и C_1/C_2 определяют значение b/a .

5. Исходя из соотношения $d_r/d_b = 1,5b/a$, находят диаметр сверления d_b .

6. С учетом полученных значений d_r и d_b выполняют проектирование СММ.

7. По условию собираемости ГУ проводят проектирование БП, БР, БЗ.

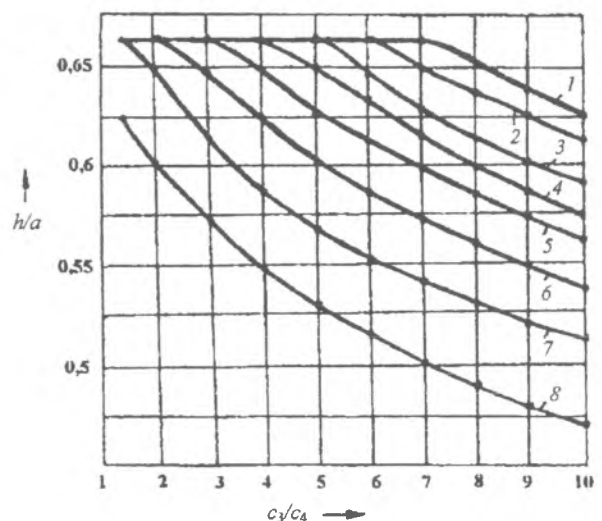


Рис. 2. Зависимость соотношения размеров b/a от коэффициентов важности критериев при $c_1 = c_2$, соответственно: 1 – 0,05; 2 – 0,1; 3 – 0,15; 4 – 0,2; 5 – 0,25; 6 – 0,3; 7 – 0,35; 8 – 0,4.

Литература

1. **Оксененко А. Я., Ожунев А. Е., Пинчук В. В. и др.** Создание конструкций гидроприводов машин методом агрегатирования. – М.: НИИМАШ. – 1985
2. **Почтман Ю. И.** Модели и методы многокритериальной оптимизации конструкций. – Днепропетровск: Днепропетровский университет. – 1984

Pinchuk V.V. and Lifanov A.V.

Optimum designing of elements of the modular set in control hydrounits.

Research of dependence of parameters of control hydrounits on the geometrical sizes of elements of a modular set, namely connecting-assembly modules, connecting blocks, units of reverser and closing blocks was resulted. The algorithm of designing of elements of the modular set was established allowing one to receive the optimum parameters of control hydrounits as a whole.

Поступила в редакцию 20.06.2003.

© В. В. Пинчук, А. В. Лифанов, 2005.