

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОНТАЖНОГО КОРПУСА ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

А. В. Пархоменко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. В. Пинчук

Практика машиностроительного производства показывает, что существует четко определенная тенденция сокращения периода функционирования машин и оборудования, расширение их производственных возможностей. Возникшее противоречие между возрастающим объемом и сложностью конструкторских работ по созданию гидрофицированных машин и необходимостью постоянного сокращения сроков их создания и внедрения требует разработки новых принципов построения, конструирования и изготовления как самих машин и оборудования, так и его составных частей и систем, в том числе гидроприводов. Наиболее полно современным требованиям развития машиностроения с этой точки зрения соответствует агрегатно-модульная система их построения, обеспечивающая реализацию различных видов машин и оборудования на основе унифицированных узлов, серийно выпускаемых специализированными предприятиями.

В связи с изложенным, первоочередной задачей является разработка и исследование набора элементов, позволяющих выполнять построение гидроблоков управления машин и механизмов методом агрегатирования.

Элементами агрегатного набора являются: соединительно-монтажные модули (СММ), блоки присоединительные (БП), узлы реверса, блоки распределителей (БР), блоки замыкающие (БЗ) переключателя манометра и основания, соответственно [1].

Величины занимаемого гидроблока управления (ГУ) объема V , размера его наружной поверхности S (с настоящими показателями связаны вес ГУ, а также жесткость и устойчивость системы к воздействию вибраций, а, следовательно, и излучаемого им уровня шума), а также гидравлические потери давления Δp зависят от выбранных размеров составляющих элементов.

Очевидно, что оптимальные параметры ГУ (минимальные значения V , S и Δp) будут получены, если в каждом из элементов габаритные размеры $a \cdot b \cdot c \rightarrow \min$, 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 ГУ). Исходя из этого, размеры БР и БЗ полностью определяются размерами СММ. При этом рассмотрению здесь подлежит соотношение размеров a и b , определяющих отношение d/d_3 (рис. 1), с учетом их влияния на значение параметров Δp , V и S соединительно-монтажного модуля, т. к. величины этих размеров определяют габаритные размеры СММ, длину и диаметры его каналов.

С учетом изложенного, целью исследований явилась разработка математической модели, позволяющей достичь оптимальных значений V , S и Δp СММ.

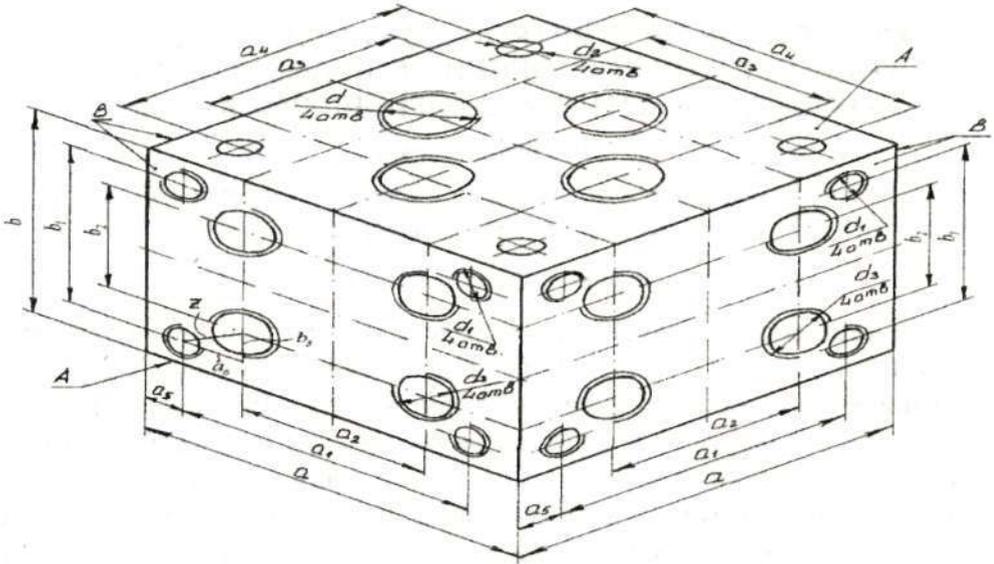


Рис. 1. Соединительно-монтажный модуль

На рис. 1 представлен соединительно-монтажный модуль. Размеры СММ и расположение отверстий по всем четырем плоскостям B одинаковы, т. к. на каждую из них может быть установлен БП. Отверстия диаметром d являются магистральными каналами ГУ, по которым проходит поток рабочей жидкости с расходом Q , в то время как отверстия с размером d_3 – коммуникационные каналы, служащие для соединения между собой БП в соответствии с принципиальной гидросхемой привода (ПС) и через них, в зависимости от исполнения ПС проходит поток рабочей жидкости $Q_1 < Q$.

Габаритные размеры a и b СММ, как установлено в источнике [2], определяются по следующим зависимостям:

$$a = k \cdot d \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{2 \cdot [\sigma]}} + \sqrt{2} \right) + \sqrt{2} \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta_1 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_3 + d_3; \quad (1)$$

$$b = k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{0,25 + 8 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} + \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{2 + 0,125 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]}} + \Delta - \Delta_1 - 2 \cdot \Delta_3. \quad (2)$$

Сформируем общий критерий эффективности СММ по принципу

$$x = \left(C_1 \cdot \frac{V}{V_N} + C_2 \cdot \frac{S}{S_N} + C_3 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p_N} + C_4 \cdot \frac{\Delta p_3}{\Delta p_N} \right) \rightarrow \min, \quad (3)$$

где C_1, C_2, C_3, C_4 – коэффициенты важности критериев; $\Delta p, \Delta p_3$ – гидравлические потери давления в каналах с диаметрами, соответственно; V_N, S_N – нормирующие множители, в качестве которых примем значения $V, S, \Delta p$ куба с размером грани a_k .

Следовательно, d и d_3 .

$$V_N = a_k^3, S_N = 4 \cdot a_k^2, \Delta p_N = \lambda \cdot \left(\frac{a_k}{d_k}\right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d_k^4}. \quad (4)$$

Тогда параметры V , S , Δp и Δp_3 определяются

$$V = a^2 \cdot b; \quad (5)$$

$$S = 4 \cdot a \cdot b; \quad (6)$$

$$\Delta p = \lambda \cdot \left(\frac{a}{d}\right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d^4}; \quad (7)$$

$$\Delta p_3 = \lambda \cdot \left(\frac{a}{d_3}\right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_3^4}. \quad (8)$$

Подставив в (3) выражение (4)–(8), после преобразований получим

$$\begin{aligned} x = & \left[C_1 \cdot \frac{1}{a_k^3} \cdot \left(k \cdot d \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{2 \cdot [\sigma]}} + \sqrt{2} \right) + \sqrt{2} \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta_1 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_3 + d_3 \right)^2 \times \right. \\ & \times \left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{0,25 + 8 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1} + \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{2 + 0,125 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]} + \Delta - \Delta_1 - 2 \cdot \Delta_3} \right) + \\ & + C_2 \cdot \frac{1}{a_k^2} \cdot \left(k \cdot d \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{2 \cdot [\sigma]}} + \sqrt{2} \right) + \sqrt{2} \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta_1 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_3 + d_3 \right) \times \\ & \times \left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{0,25 + 8 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1} + \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{2 + 0,125 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]} + \Delta - \Delta_1 - 2 \cdot \Delta_3} \right) + \\ & + C_3 \cdot a_k^4 \cdot \frac{k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{0,25 + 8 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1} + \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{2 + 0,125 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]} + \Delta - \Delta_1 - 2 \cdot \Delta_3}}{\left(k \cdot d \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{2 \cdot [\sigma]}} + \sqrt{2} \right) + \sqrt{2} \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta_1 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_3 + d_3 \right)^5} + \\ & \left. + \frac{C_4 \cdot a_k^4 \cdot 3,6 \cdot \left(k \cdot d \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ном}}}{2 \cdot [\sigma]}} + \sqrt{2} \right) + \sqrt{2} \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta_1 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_3 + d_3 \right)}{\left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{0,25 + 8 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1} + \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{2 + 0,125 \cdot \frac{P_{\text{ном}}}{[\sigma]} + \Delta - \Delta_1 - 2 \cdot \Delta_3} \right)^5} \right] \rightarrow \min. \quad (9) \end{aligned}$$

Очевидно, что исследование выражения (9) позволяет выполнить разработку конструкций СММ и на его основе, с учетом условия собираемости ГУ, конструкций БП, БР, БЗ.

Литература

1. Создание конструкций гидроприводов машин методом агрегатирования / А. Я. Оксененко [и др.]. – Москва : НИИМАШ, 1985. – 77 с.
2. Пинчук, В. В. Проектирование унифицированных функциональных блоков / В. В. Пинчук, В. В. Кислов // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2001. – № 2 – С. 63–68.