

УДК 62-82-112.6(083.13)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНЫХ ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

В. В. ПИНЧУК, С. Ф. АНДРЕЕВ, А. В. ПАРХОМЕНКО

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Введение

В настоящее время гидропривод является одним из основных средств автоматизации и механизации различных технологических процессов. Широко применяется гидропривод в современных металлорежущих и деревообрабатывающих станках, прессах, особенно в шлифовальных, агрегатных и др. Приводы машин, как правило, состоят из наукоемких компонентов: нормализованных аппаратов и агрегатов, серийно изготавливаемых специализированными заводами. Расширение использования гидропривода привело к качественным изменениям в конструкциях гидрооборудования и принципах построения приводов. Возникшее противоречие между возрастающим объемом и сложностью конструкторских работ по проектированию новых машин и оборудования и необходимостью постоянного сокращения сроков их создания и внедрения потребовало иных подходов при конструировании и изготовлении гидроблоков управления (ГУ) приводов. Наиболее полно современным требованиям развития машиностроения соответствует агрегатно-модульная система их построения, обеспечивающая реализацию различных видов машин и оборудования на основе унифицированных узлов. Для создания агрегатно-модульных гидроблоков управления, занимающих основное место в приводах технологических машин, используются унифицированные функциональные блоки типа БФ [1]. Блоки БФ разработаны на основе стандартизированных гидроаппаратов, а унификация их присоединительных размеров осуществлена за счет переходных плит, закрепляемых к стыковой плоскости каждого из аппаратов, что значительно ухудшает показатели материало- и энергоемкости ГУ. Поэтому обоснование и оптимизация геометрических параметров присоединительных размеров системы компонентов для агрегатно-модульного конструирования гидроблоков управления позволит уменьшить их материало- и энергоемкость, повысить качество проектов.

Постановка задачи

Оптимальное проектирование компонентов (узлов, агрегатов) можно рассматривать в рамках общих моделей оптимизации машин как решение, оптимизирующее общий критерий [2].

Для решения задачи по разработке геометрических параметров присоединительных размеров компонентов агрегатно-модульных гидроблоков управления требуется создание математической модели, устанавливающей связь критериев оптимальности с пространственной компоновкой ГУ.

В общем случае исходным требованием при проектировании ГУ является получение конструкции, обеспечивающей минимум затрат на ее изготовление и эксплуатацию при удовлетворительных значениях надежности.

При моделировании настоящей ситуации, где речь идет об улучшении качества конструкции в целом, достаточно адекватное реальности описание проблемы содержит совокупность признаков совершенства входящих компонентов:

$$t_1(x) \rightarrow \underset{x \in D}{\text{extr}}; \quad t_2(x) \rightarrow \underset{x \in D}{\text{extr}}; \quad \dots; \quad t_i(x) \rightarrow \underset{x \in D}{\text{extr}}, \quad (1)$$

где x – вектор управляемых переменных; D – множество допустимых вариантов проектируемой конструкции; $t_i(x), i = 1, 2, \dots, m$ – показатели качества компонентов: вес, трудоемкость изготовления, энергетические характеристики, надежность, прочность и т. п.

При оценке перспективных вариантов компонентов целесообразно ориентироваться на следующий комплекс параметров: соответствие функциональным требованиям, энергопотребление, ресурс, стоимость, включая эксплуатационные затраты [2].

В данном случае оценка ресурса ГУ играет одну из ключевых ролей при их проектировании. Агрегатно-модульный принцип построения ГУ позволяет реализовать концепцию «повторного использования техники» (компонентов), что является бесспорным преимуществом этого подхода.

Под признаками технической системы (гидроблока управления) понимаются характеристики ее свойств, причем они могут быть как качественными, так и количественными. Количественные характеристики называют параметрами. Признаки, используемые для оценки качества изделия, составляют показатели качества. Независимо от принадлежности к той или иной гидравлической системе объекты проектирования характеризуются определенным множеством признаков, отражающим их свойства на всех этапах жизненного цикла. Основными подмножествами признаков являются: показатели назначения, категория качества, показатели надежности, показатели технологичности, уровень унификации и стандартизации, показатели безопасности работы и обслуживания, показатели эстетичности и эргономичности, показатели экологичности, характеристики условий эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, показатели экономичности.

Показатели назначения характеризуют эксплуатационно-технологические свойства объекта и прогрессивность его конструкции. По способу определения они могут быть измеряемыми и оцениваемыми в баллах.

К измеряемым показателям относятся: размерные (габаритные размеры всего ГУ и его составных частей), массы (конструктивная масса, общая масса и др.).

К показателям, оцениваемым в баллах, относятся: способ монтажа, демонтажа и др.

Основные показатели технологичности распределены по шести группам: 1) по трудоемкости (изготовления изделия, изготовления по видам работ, подготовки изделия к функционированию, профилактического обслуживания, ремонта изделия); 2) по себестоимости (технологической, подготовки изделия к функционированию, профилактического обслуживания изделия, ремонта изделия); 3) по унификации и взаимозаменяемости (коэффициенты унификации изделия, унификации конструктивных элементов, стандартизации изделия, повторяемости, взаимозаменяемости); 4) по расходу материала (масса изделия, коэффициенты использования материала и применимости материала); 5) по обработке (коэффициенты точности обработки и шероховатости поверхности); 6) по составу конструкции (коэффициенты сборности и перспективного использования в других изделиях).

Отработка конструкции ГУ на технологичность связана со снижением трудоемкости и себестоимости его изготовления, технического обслуживания и ремонта. Не-

которые из приведенных показателей могут иметь абсолютные значения, другие – относительные и удельные.

Уровень стандартизации и унификации характеризует насыщенность объекта стандартными и унифицированными составными частями. Признаки эргономичности отражают соответствие конструкции ГУ гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека, а также его антропометрическим, физиологическим и психофизическим свойствам.

Признаки эстетичности характеризуют выразительность формы, ее соответствие господствующей моде, обеспечение целостности и гармоничности в восприятии. Основные показатели эстетичности: композиционная целостность формы (гармония внешней и внутренней формы, соблюдение принципов повторяемости, равновесия); функциональная целостность формы (соответствие формы назначению и приспособленность ее к выполняемым функциям объекта, соблюдение принципов соподчиненности и соразмерности, принципа единства; товарный вид, определяемый состоянием наружной отделки (профилем конструкционного материала, чистотой выполнения контуров, окружений и сочленений элементов, тщательностью нанесения покрытий, их наглядной выразительностью и т. д.).

Признаки экологичности характеризуют воздействие объекта на окружающую среду. К основным показателям экологических свойств относятся: уровень звука внешнего шума.

Цели проектирования и признаки объекта вступают в бинарные отношения. Описание, включающее цели и признаки, является концептуальным. Оно сводится к построению подмножества признаков, элементы которого вступают в бинарные отношения с элементами выбранного подмножества целей.

В настоящее время процедура определения основных признаков выполняется опытным конструктором, хорошо ориентирующимся в признаковом пространстве объектов конкретной области техники, и совмещается с разработкой технического задания.

То есть совокупность частных критериев (1) лишь сужает допустимое множество D , задавая в нем область Парето – множество компромиссно-оптимальных проектов, оценки которых не могут быть улучшены одновременно по всем частным критериям. Область Парето является важной характеристикой многокритериальной задачи (многокритериальный оптимум всегда находится в области Парето). Однако эта область имеет слишком много элементов, поэтому для выбора оптимального варианта нужна дополнительная информация. Методы Парето, используемые для решения задач инженерного синтеза, позволяют оценивать решение по множеству противоречивых критериев и учитывать опыт конструктора при назначении критериальных ограничений. Выделение множества паретовских решений в ходе исследования пространства параметров ГУ существенно облегчает конструктору поиск оптимальных вариантов, особенно при синтезе структурно-сложных многопараметрических систем на заключительных его этапах.

Исходя из этого, задача многокритериальной оптимизации ГУ может быть записана следующим образом:

$$T = \{t_1(x), t_2(x), \dots, t_m(x)\} \rightarrow \text{opt} \quad x \in D \quad (2)$$

при $t_i(x) \rightarrow \text{extr}$, $i = 1, 2, \dots, m$, где T – набор показателей качества; opt – оператор оптимизации, подлежащий идентификации в процессе решения задачи.

Определенный интерес с учетом изложенного вызывает здесь выбор показателей качества и назначение критериальных ограничений. Как установлено в [3], в расчетную модель (2) подлежат включению следующие показатели ГУ:

- занимаемый объем и его масса;
- трудоемкость и соответственно стоимость изготовления;
- гидравлические потери давления в системе (энергетические характеристики);
- надежность и прочность;
- шумоизлучение;
- гидравлические утечки рабочей жидкости;
- возможность агрегатирования системы элементов и уровень их унификации в ГУ.

Методы исследований

В нашем случае обеспечение одновременно наилучшего значения всех показателей элементов не достижимо по следующим причинам:

1. Габаритные и присоединительные размеры блоков должны обеспечивать собираемость ГУ, что не позволяет минимизировать все их размеры без исключения.
2. С повышением надежности, а также с улучшением энергетических характеристик блоков увеличиваются их габаритные размеры и вес, повышается трудоемкость изготовления.

Вместе с тем выражение (2) содержит показатели качества, между которыми необходим поиск оптимально-компромиссных решений задачи.

Таким образом, в расчетную модель оптимизации ГУ подлежат включению следующие показатели: занимаемый объем и масса, гидравлические потери давления в системе (энергетические характеристики), трудоемкость и стоимость изготовления [3].

Если исключить гидроаппаратуру, то показатели системы (V – объем гидроблока, S – размер полной поверхности и Δp – гидравлические потери давления) определяют монтажные корпуса. Подача рабочей жидкости обеспечивается посредством сквозного магистрального канала подвода, от которого выполнены соединения к гидроаппаратам в соответствии со схемой, а слив от гидроаппаратов также соединен со сквозным магистральным каналом слива.

Для определения оптимальной формы монтажного корпуса общий критерий оптимальности x , исходя из выражения (2), запишем в следующем виде:

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

где C_1, C_2, C_3 – коэффициенты важности критериев, назначаемые экспертным путем, $\Delta p^*, V^*, S^*$ – нормирующие множители.

Зависимость (3) является математической моделью формы монтажного корпуса, исследование которой позволяет установить оптимальные пространственные компоновки ГУ. Произвольный вариант компоновки гидроблока управления можно представить, как это изображено на рис. 1.

Полученные результаты, их анализ и обсуждение

Установлено, что адекватное реальности описание проблемы оптимального конструирования ГУ содержит совокупность признаков совершенства входящих функциональных блоков. При этом обеспечение одновременно наилучшего значения всех показателей блоков недостижимо.

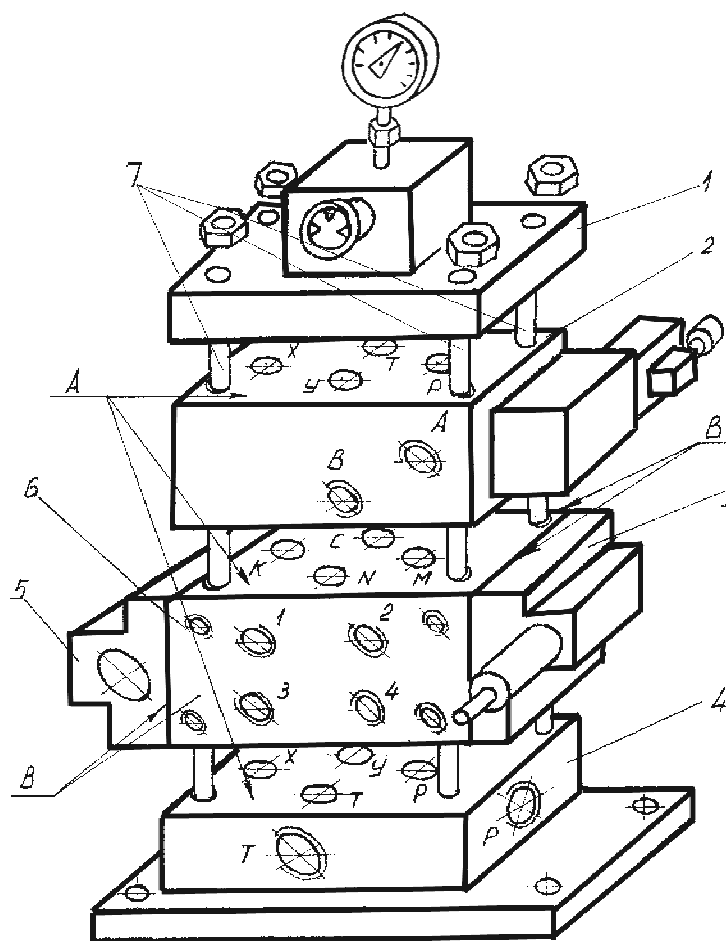


Рис. 1. Гидроблок управления: 1 – блок замыкающий переключателя манометра; 2 – блок распределителя; 3 – блок присоединительный; 4 – блок замыкающий подвода; 5 – блок присоединительный; 6 – соединительно-монтажный модуль; 7 – стяжные шпильки

Проанализируем причины, препятствующие оптимальному проектированию блоков. Исходя из необходимости обеспечить собираемость ГУ, блоки должны иметь присоединительные размеры, позволяющие выполнить это требование. То есть присоединительные размеры различных блоков должны совпадать при их монтаже в ГУ по приведенным на рис. 1 ориентированным плоскостям: горизонтальным *A* и вертикальным *B*. По плоскостям *A* соединяются между собой замыкающие блоки (БЗ), блоки распределителей (БР) и соединительно-монтажные модули (СММ), по плоскостям *B* – СММ и гидроаппараты – присоединительные блоки (БП) [1]. Из этого следует, что оптимизация присоединительных размеров по этим двум плоскостям приводит к оптимизации ГУ в целом [6]. Как следует из рис. 1, обе эти плоскости присутствуют только на СММ и создают его форму, в то время как остальные блоки имеют только по одной плоскости – либо *A*, либо *B*. Фактически разработка присоединительных размеров СММ является основой для повторения размеров и разработки БЗ, БР и БП.

Как установлено в [6], габаритные размеры СММ *a* (по ширине) и *b* (по высоте) можно определить на основе выражений:

$$a = kd \left(2 \sqrt{\frac{P_{НОМ}}{2[\sigma]} + \sqrt{2}} \right) + \sqrt{2}\Delta + 2\Delta_1 + 2\Delta_2 + 2\Delta_3 + d_3; \quad (4)$$

$$b = b_1 + d_1 + 2\Delta = k_1 d_3 \left(1 + 2 \sqrt{0,25 + 8 \frac{P_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} + \sqrt{\frac{P_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \right) - 2kd \sqrt{2 + 0,125 \frac{P_{\text{НОМ}}}{[\sigma]}} + \Delta - \Delta_1 - 2\Delta_3, \quad (5)$$

где k_1 – коэффициент приведения наружного диаметра уплотнительного кольца к диаметру коммуникационных каналов d_3 (на рис. 1 – каналы 1–4); Δ – минимальное расстояние между наружными кромками смежных уплотнительных колец; $\Delta_1 = 1 \div 2$ мм – конструктивный зазор по диаметру шпильки, Δ_2 – конструктивно задаваемый размер стенки между двумя скрещивающимися отверстиями с диаметрами d_2 (на рис. 2 – каналы M, N, K, C) и d_3 (в зависимости от материала СММ Δ_2 принимается равным $4 \div 5$ мм для чугуна и $3 \div 4$ мм для стали); $\Delta_3 = 2 \div 3$ мм – размер стенки от края плоскости B до образующей отверстия d_2 .

Как отмечено выше, второй причиной, препятствующей оптимальному проектированию блоков, является противоречие между параметрами V, S и Δp .

Воспользовавшись выражением (3), с учетом того обстоятельства, что гидравлические потери давления Δp в каналах d и d_3 будут различными, общий критерий сформируем следующим образом:

$$x = \left(C_1 \cdot \frac{V}{V_N} + C_2 \cdot \frac{S}{S_N} + C_3 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p_N} + C_4 \cdot \frac{\Delta p_3}{\Delta p_{N3}} \right) \rightarrow \min, \quad (6)$$

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 d и d_3 ; $V_N, S_N, \Delta p_N$ и Δp_{N3} – нормирующие множители, приводящие показатели $V, S, \Delta p$ и Δp_3 к единому виду.

Определим параметры $V, S, \Delta p$ и Δp_3 :

$$V = a^2 \cdot b; \quad (7)$$

$$S = 4 \cdot a \cdot b; \quad (8)$$

$$\Delta p = \lambda \cdot \left(\frac{b}{d} \right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d^4}; \quad (9)$$

$$\Delta p_3 = \lambda \cdot \left(\frac{a}{d_3} \right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_3^4}. \quad (10)$$

В качестве нормирующих множителей $V_N, S_N, \Delta p_N, \Delta p_{N3}$ примем соответствующие значения параллелепипеда с размерами граней $a_N = 3 \cdot d$ и $b_N = 2 \cdot d_3$ (рис. 2).

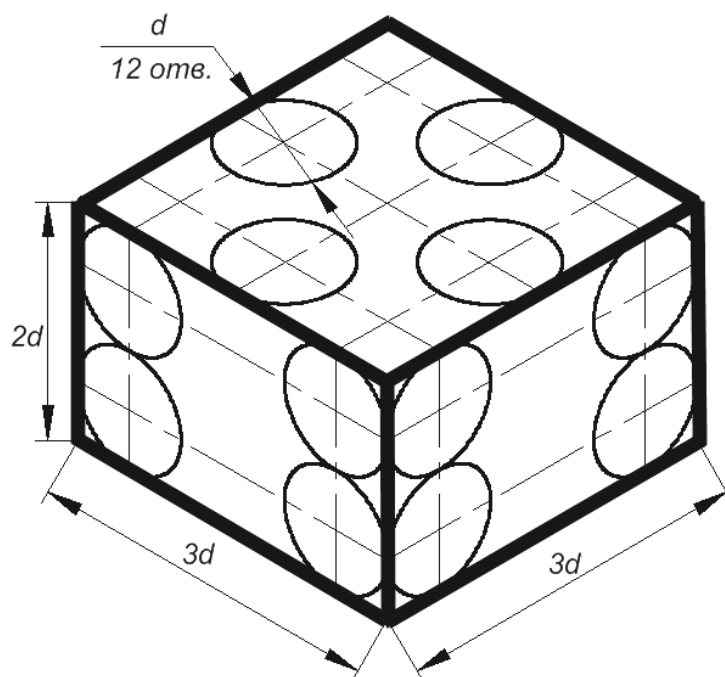


Рис. 2. Нормирующий параллелепипед с размерами граней a_N и b_N

Следовательно,

$$V_N = 18 \cdot d^2 \cdot d_3; \quad (11)$$

$$S_N = 24 \cdot d \cdot d_3; \quad (12)$$

$$\Delta p_N = \lambda \cdot \left(\frac{2 \cdot d_3}{d} \right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d^4}; \quad (13)$$

$$\Delta p_{N3} = \lambda \cdot \left(\frac{3 \cdot d}{d_3} \right) \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_3^4}. \quad (14)$$

Диаметры каналов, если не учитывать крепеж, находятся в следующей зависимости от размеров a_N и b_N формы: $a_N = 3 \cdot d$, $b_N = 2 \cdot d_3$, а их длина $l_N = b_N$, $l_{N3} = a_N$. Подставив в (6) выражения (7)–(14), после преобразований получим:

$$x = \left(\frac{C_1 \cdot a^2 \cdot b}{18 \cdot d^2 \cdot d_3} + \frac{C_2 \cdot a \cdot b}{6 \cdot d_3 \cdot d} + \frac{C_3 \cdot b}{2 \cdot d_3} + \frac{C_4 \cdot a}{3 \cdot d} \right) \rightarrow \min. \quad (15)$$

Следует отметить, что значения коэффициентов C_1 – C_4 будут различными при расчетах общего критерия x применительно к машинам с различными условиями эксплуатации. Так, для стационарных машин они определяются исходя из стоимости затрат на металл и электроэнергию, а для мобильных машин более весомое значение имеют параметры V и S , соответственно увеличиваются и коэффициенты C_1 и C_2 . В связи с этим выполнено исследование значений x на чувствительность к изменению коэффициентов важности критериев для вектора $C_1 = C_2 = 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4$. Каждому заданному значению $C_{1,J} = C_{2,J}$ ($J = 1, 2, \dots, 8$) соответствуют строки матриц

коэффициентов $C_{3,J,I}$ и $C_{4,J,I}$ ($J = 1, 2, \dots, 8$), ($I = 1, 2, \dots, 10$), определяемых по условиям: $C_4/C_3 = 1/1,15; 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8$; и $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 1$. Матрицы значений коэффициентов C_3 и C_4 приведены на рис. 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$C_3 =$	1	0.5	0.667	0.75	0.8	0.833	0.857	0.875	0.889	0.9	0.909
	2	0.45	0.6	0.675	0.72	0.75	0.771	0.788	0.8	0.81	0.818
	3	0.4	0.533	0.6	0.64	0.667	0.686	0.7	0.711	0.72	0.727
	4	0.35	0.467	0.525	0.56	0.583	0.6	0.613	0.622	0.63	0.636
	5	0.3	0.4	0.45	0.48	0.5	0.514	0.525	0.533	0.54	0.545
	6	0.25	0.333	0.375	0.4	0.417	0.429	0.438	0.444	0.45	0.455
	7	0.2	0.267	0.3	0.32	0.333	0.343	0.35	0.356	0.36	0.364
	8	0.15	0.2	0.225	0.24	0.25	0.257	0.262	0.267	0.27	0.273

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$C_4 =$	1	0.5	0.667	0.75	0.8	0.833	0.857	0.875	0.889	0.9	0.909
	2	0.225	0.3	0.337	0.36	0.375	0.386	0.394	0.4	0.405	0.409
	3	0.133	0.178	0.2	0.213	0.222	0.229	0.233	0.237	0.24	0.242
	4	0.088	0.117	0.131	0.14	0.146	0.15	0.153	0.156	0.157	0.159
	5	0.06	0.08	0.09	0.096	0.1	0.103	0.105	0.107	0.108	0.109
	6	0.042	0.056	0.063	0.067	0.069	0.071	0.073	0.074	0.075	0.076
	7	0.029	0.038	0.043	0.046	0.048	0.049	0.05	0.051	0.051	0.052
	8	0.019	0.025	0.028	0.03	0.031	0.032	0.033	0.033	0.034	0.034

Рис. 3. Матрицы значений коэффициентов C_3 и C_4

Общий критерий x был представлен как многопараметрическая функция $x = f(C_1, C_3, C_4, d/d_3)$. Подставим в (15) соотношения (4) и (5), и после преобразований определяем функционал:

$$\begin{aligned}
 x = & \left[\frac{C_1}{18 \cdot d^2 \cdot d_3} \cdot \left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) \right) + 2 \cdot \Delta_3 + (1 + \sqrt{2}) \cdot \Delta \right) \times \right. \\
 & \times \left(d + d_3 + \frac{k_1 \cdot d_3}{\sqrt{2}} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \right) + 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{2 \cdot [\sigma]}} + 4 \cdot \Delta_3 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_1 + \sqrt{2} \cdot \Delta \right)^2 + \\
 & + \frac{C_2}{6 \cdot d_3 \cdot d} \cdot \left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) \right) + 2 \cdot \Delta_3 + (1 + \sqrt{2}) \cdot \Delta \right) \times \\
 & \times \left(d + d_3 + \frac{k_1 \cdot d_3}{\sqrt{2}} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \right) + 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{2 \cdot [\sigma]}} + 4 \cdot \Delta_3 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_1 + \sqrt{2} \cdot \Delta \right) + \\
 & + \frac{C_3}{2 \cdot d_3} \cdot \left(k_1 \cdot d_3 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) \right) + 2 \cdot \Delta_3 + (1 + \sqrt{2}) \cdot \Delta \right) + \\
 & + \frac{C_4}{3 \cdot d} \times \\
 & \left. \times \left(d + d_3 + \frac{k_1 \cdot d_3}{\sqrt{2}} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{[\sigma]_1}} \right) + 2 \cdot k \cdot d \cdot \sqrt{\frac{p_{\text{НОМ}}}{2 \cdot [\sigma]}} + 4 \cdot \Delta_3 + 2 \cdot \Delta_2 + 2 \cdot \Delta_1 + \sqrt{2} \cdot \Delta \right) \right] \rightarrow \min. \quad (16)
 \end{aligned}$$

Исследование выражения (16) позволяет выполнить разработку конструкций СММ и на его основе, с учетом условия собираемости ГУ, – конструкций БП, БР и БЗ. Результаты исследований приведены на рис. 4–6.

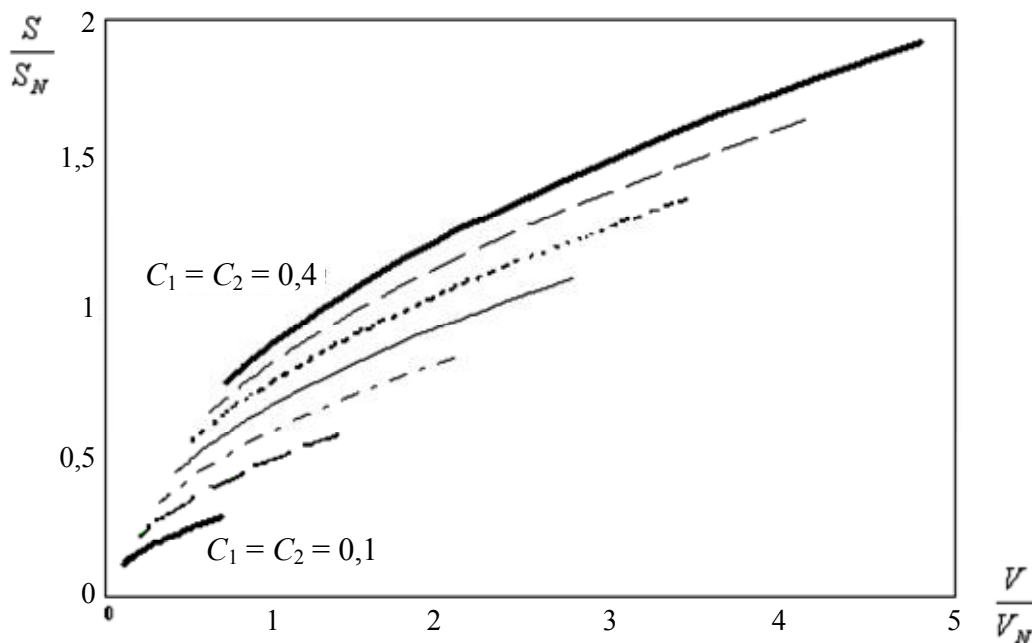


Рис. 4. Диаграммы Парето при одинаковых потерях давления в каналах d и d_3

Анализ рис. 5 показывает, что при принятых значениях C_1-C_2 , V/V_N и S/S_N , увеличение значений коэффициентов C_1 и C_2 приводит к повышению эффективности ГУ по вполне понятным причинам. Повышается эффективность также с уменьшением объема V и площади наружной поверхности S .

Исследования общего критерия x от соотношения диаметров d/d_3 при изменениях коэффициентов C_1-C_4 (рис. 5) и изменении числа СММ в ГУ от 1 до 8 (рис. 6) показывают на возможность оптимального решения при увеличении отношения d/d_3 и числа СММ в ГУ.

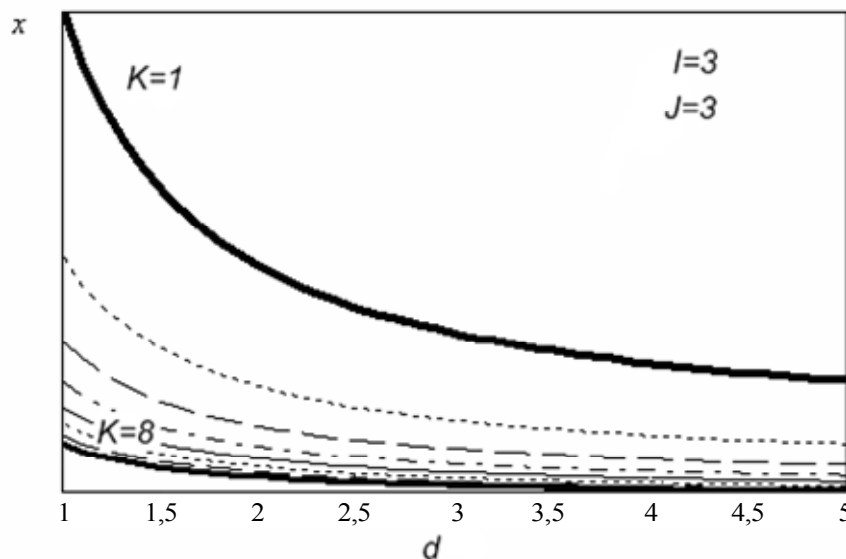


Рис. 5. Изменение функционала x при изменении числа СММ в ГУ ($K = 1, 2, \dots, 8$)

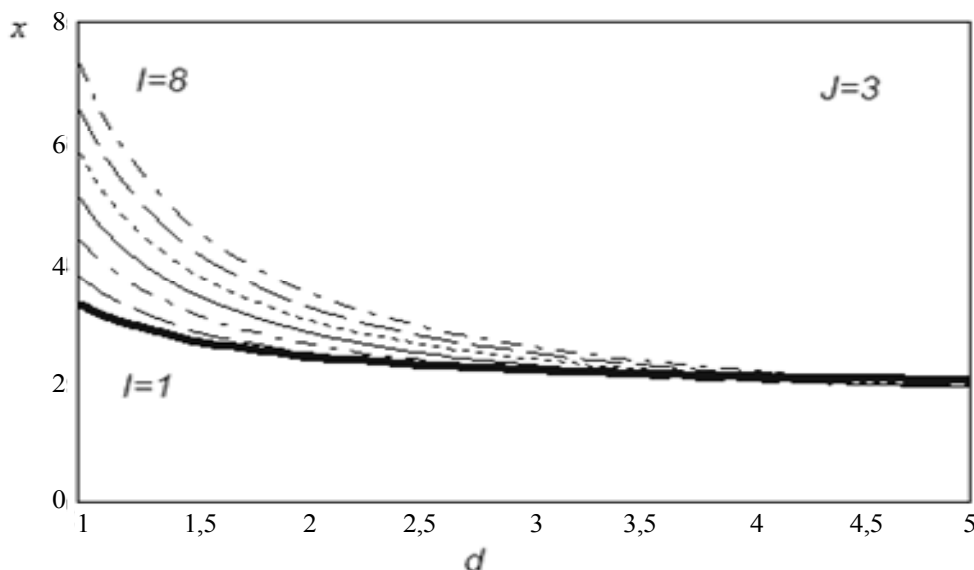


Рис. 6. Зависимость функционала x от изменения коэффициентов $C_1 = C_2$

Анализ исследований показал, что с увеличением важности критериев V и S , оптимальные значения x , а соответственно d/d_3 , имеют тенденцию к уменьшению. Оптимальное значение d/d_3 увеличивается также при увеличении соотношения гидравлических потерь давления в вертикальных и горизонтальных каналах СММ.

Заключение

Использование полученных результатов исследования общего критерия оптимальности ТУ позволяет выполнить расчет и конструирование оптимизированных по геометрическим параметрам компонентов агрегатно-модульных гидроблоков управления. Результаты выполненных исследований использованы при разработке унифицированных функциональных блоков типа БВ.

Литература

1. Пинчук, В. В. Синтез гидроблоков управления на основе унифицированной элементной базы / В. В. Пинчук. – Минск : Технопринт, 2001. – 140 с.
2. Альгин, В. Б. Проектирование оптимальных машин и проблема ресурса. / В. Б. Альгин // Современные методы проектирования машин. – 2004. – Т. 1, вып. 2. – С. 93–100.
3. Пинчук, В. В. Методологические основы инженерного синтеза гидроблоков управления / В. В. Пинчук, А. В. Лифанов // Материалы, технологии, инструмент. – 2004. – № 4. – С. 41–43.
4. Пинчук, В. В. Оптимальное проектирование элементов агрегатного набора гидроблоков управления / В. В. Пинчук, А. В. Лифанов // Материалы, технологии, инструмент. – 2005. – Т. 10, № 3. – С. 49–51.
5. Альтшуль, А. Д. Гидравлические сопротивления / А. Д. Альтшуль. – Москва : Недра, 1976. – 215 с.
6. Пинчук, В. В. Проектирование унифицированных функциональных блоков / В. В. Пинчук, Н. В. Кислов // Весці нац. акад. навук Беларусі. Сер. фізіка-тэхн. навук. – 2001. – № 2. – С. 63–68.

Получено 11.02.2010 г.