

## СПОСОБЫ МОНТАЖА ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

ПИНЧУК В. В.

*Гомельский технический университет имени П. О. Сухого*

Оптимальное построение гидроблоков управления (ГУ) приводов машин и механизмов с применением прогрессивных методов проектирования и производства возможно в том случае, если будут известны основные закономерности, присущие им как объекту и представленные в виде математического описания (модели). Построение математической модели – важнейший этап синтеза ГУ. На этом этапе должны быть выявлены основные параметры и критерии, в той или иной мере влияющие на процесс синтеза ГУ. Это позволяет установить нужное количество подлежащих разработке частей ГУ, необходимых для решения указанной задачи.

Исследования, проведенные во ВНИИгидроприводе, позволили выявить и сформулировать основные принципы построения гидравлических схем приводов машин [1], что является основой для разработки и создания отдельных унифицированных функциональных блоков. Вместе с тем вопросы сравнения и оценки различных способов монтажа ГУ до настоящего времени изучены мало.

По классификации [2], монтаж ГУ является трубным: отдельные гидроаппараты соединяются друг с другом и поддерживаются в основном посредством трубопроводов. Такая компоновка ГУ в настоящее время практически не используется из-за высокой трудоемкости изготовления и низкой надежности трубных соединений.

Щитовой монтаж – установка гидроаппаратов притычного исполнения на передней плоскости монтажного щита. В этом случае соединение гидроаппаратов по схеме обеспечивается системой трубопроводов, жестко присоединенных к задней стенке щита. Щитовой монтаж находит все более ограниченное применение из-за большого числа дорогостоящих трубопроводов, значительных гидравлических потерь давления, больших «мертвых» объемов

жидкости. Кроме того, монтажный щит, подобно диафрагме, усиливает уровень шума гидросистемы. Однако в машиностроении СНГ щитовой монтаж все еще имеет широкое распространение.

Система продольного монтажа – монтаж гидроаппаратов на унифицированных корпусах, которые допускают возможность непосредственного соединения друг с другом. Этот вид монтажа обеспечивает замену соединительных трубопроводов между аппаратами просверленными корпусами, что устраняет недостатки трубного и щитового монтажа. Продольный монтаж получил достаточно широкое промышленное применение благодаря своей гибкости при создании различных гидросистем. Система продольного монтажа рационально дополняется вертикальными сопряжениями, т. е. гидроаппаратурой модульного монтажа, благодаря чему создаются довольно компактные ГУ.

Блочный монтаж – монтаж, при котором все управление машиной концентрируется в одном или нескольких соединенных между собой корпусах. При этом различают два вида блочного монтажа: систему на основе унифицированных функциональных блоков (вертикальный монтаж) и чисто блочный монтаж. Система функциональных блоков включает набор стандартных конструкций, каждая из которых представляет повторяющиеся в гидроприводах машин схемы, несущие определенное функциональное значение. При чисто блочном монтаже управление машиной концентрируется в одном блоке. Такая компоновка гидроаппаратуры наиболее полно соответствует требованию о наименьшем пространстве для монтажа. Однако такие его недостатки, как отсутствие унификации монтажных корпусов и невозможность даже незначительных изменений в гидросхеме привода, делают его пригодным только для серийных машин. Чисто блочный монтаж на-

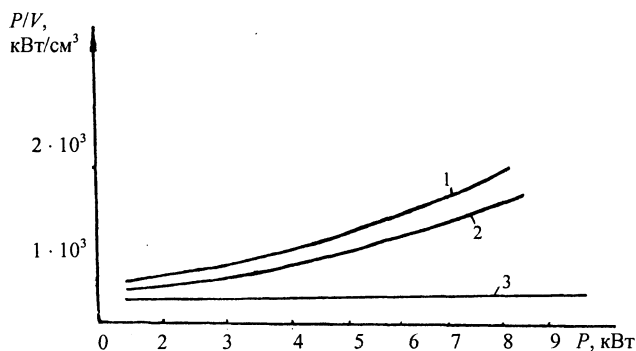


Рис. 1. Концентрация мощности в различных системах монтажа для гидроаппаратов  $D_y = 6$  и  $10$  мм: 1 – блочный монтаж; 2 – вертикальный и продольный; 3 – трубный

иболее распространен на основе гидроаппаратуры вставного исполнения. В странах СНГ наибольшее распространение получил чисто блочный монтаж на основе притычной и модульной аппаратуры. По данным [2], концентрация мощности в единице объема для различных видов монтажа изменяется в соответствии с зависимостями, представленными на рис. 1, а стоимость от объема – на рис. 2. Приведенные зависимости позволяют утверждать, что при блочном монтаже конструкции приводов дешевле, материалоемкость ниже, а сама система является менее шумной в работе, так как ГУ более компактный и жесткий. Если учитывать требование обеспечения возможности агрегатирования, то наиболее полно этому удовлетворяют продольный монтаж и система унифицированных функциональных блоков.

Ведущие иностранные фирмы по производству гидрооборудования разработали и используют в практике элементы системы продольного монтажа, позволяющие создавать ГУ методом агрегатирования на основе стандартных узлов. В СНГ этот вид монтажа был разработан ВНИИгидроприводом.

По данным [3], на основе продольного монтажа может быть решена задача создания ГУ на базе унифицированных узлов до 70...75 % выпускаемых гидроприводов.

Альтернативным вариантом продольному монтажу является система унифицированных функциональных блоков вертикального (башенного) монтажа. Такие системы разработаны

и используются практически всеми ведущими иностранными фирмами по производству гидрооборудования («Рексрот», «Бош», «Херион», «Паркер-Ханнифин» и др.) [4, 5].

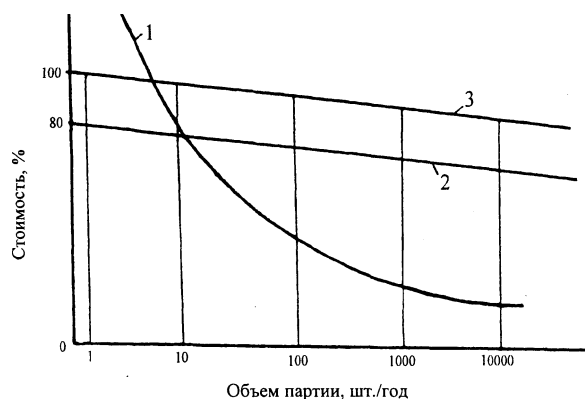


Рис. 2. Зависимость стоимости от объема партии в различных системах монтажа: 1 – блочный монтаж; 2 – вертикальный и продольный; 3 – трубный

Функциональные блоки вертикального монтажа представляют собой конструктивные исполнения отдельных законченных элементов схем. Причем сами их элементы по возможности унифицированы и сгруппированы. Например, выделены элемент схемы управления быстрым подводом и медленной подачей, элемент предохранения и разгрузки и т. д. Корпус блока выполнен в виде параллелепипеда, а аппараты установлены с трех-четырёх его плоскостей, две остальные используются для модульного присоединения других аналогичных блоков. При соединении между собой блоков с целью конструктивного решения конкретной принципиальной схемы (ПС) аппаратура собирается в виде вертикальной блочной колонки. Приводы машин, выполненные на базе данных блоков обладают по сравнению с приводами на основе продольного монтажа повышенным КПД системы, пониженным уровнем шума, более низкой материалоемкостью, компактностью конструкции.

Недостатками функциональных блоков вертикального монтажа являются ограниченные возможности при конструктивном решении принципиальной гидросхемы приводов. Несмотря на проведенную унификацию элементов схем, они не охватывают всех возможных сочетаний гидроаппаратов, необходимых для решения той или иной задачи в приводе. Вследствие

этого требующиеся комбинации аппаратов обеспечиваются путем наращивания количества исполнений блоков по выполняемым ими схемам, что в свою очередь приводит к увеличению номенклатурности, снижению уровня унификации ГУ и практически исключает возможность организации их централизованного производства.

Расширение использования гидропривода в технике привело к качественным изменениям в конструкциях гидрооборудования и принципиальных построениях приводов. При этом наиболее полно современным требованиям машиностроения соответствует агрегатно-модульная система их построения. Однако для ГУ эта проблема до настоящего времени не решена.

Многими организациями выполняется проектирование ГУ, разработки которых, как правило, взаимонезависимы. При этом составные части проектируемого ГУ рассматриваются как оригинальные, присущие только данной конструкции, предопределенные ее особенностями и функциональным назначением. Сложившиеся взгляды на агрегатно-модульное конструирование ГУ ориентированы преимущественно на конструктивное устройство элементной базы (гидроаппаратов) и носят несистематизированный характер. В свою очередь, при создании конструкции гидроаппаратов наиболее полную реализацию находит стремление получить наивысшие показатели по отдельным гидроаппаратам, без учета их совместного использования в ГУ. С целью обеспечения взаимозаменяемости гидроаппаратов различных фирм-производителей элементная база стандартизована по присоединительным размерам (международные рекомендации по стандартизации ISO, СЕТОР, ГОСТ 26890, ГОСТ 27790), что оказывает консервативное влияние на решение настоящей проблемы.

Отсутствие научных принципов агрегатно-модульного конструирования ГУ и совместимости модульных составных частей ограничивает потенциальные возможности их применения как одного из приоритетных направлений. В результате проектируемые ГУ обладают увеличенными габаритными размерами, снижаются показатели их материало- и энергоемкости, увеличиваются сроки и затраты на проектирование и освоение изделий в производстве.

Вместе с тем оптимизировать конструкции ГУ, учитывая многокритериальный характер задачи, возможно применением методов оптимизации по Парето, используемых для решения задач инженерного синтеза [5]. Указанные методы позволяют оценивать решение по множеству противоречивых критериев и учитывать опыт конструктора при назначении критерильных ограничений. Выделение множества паретовских решений в ходе исследования пространства параметров ГУ существенно облегчает поиск конструктора оптимальных вариантов, особенно при синтезе структурно-сложных многопараметрических систем на заключительных его этапах.

Задача оптимизации в нашем случае состоит в определении наилучшего значения  $F$ , т. е.

$$F \rightarrow \text{extr}, x \in D, \quad (1)$$

где  $x$  – вектор управляемых переменных;  $D$  – множество допустимых вариантов проектируемой конструкции (т. е. конкретное значение  $x$ , определяемое некоторым числом ограничений);  $F$  – функционал цели, описывающий эффект от выбора того или иного варианта проектируемого ГУ.

Расчетная модель оптимизации (1) является интегральным критерием оптимальности, согласно которому оптимальным параметрам ГУ отвечает наилучшее значение  $F$ .

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

$$t_1(x) \rightarrow \text{extr}, t_2(x) \rightarrow \text{extr} \dots t_m(x) \rightarrow \text{extr}, \quad (2)$$

$$x \in D \qquad x \in D \qquad x \in D$$

где  $t_i(x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$  – показатели качества входящих функциональных блоков: вес, трудоемкость изготовления, энергетические характеристики, надежность, прочность и т. п.

То есть совокупность частных критериев (2) 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.

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

$$T = \{t_1(x), t_2(x), \dots, t_m(x)\} \rightarrow \underset{x \in D}{\text{opt}} \quad (3)$$

при  $t_i(x) \rightarrow \text{extr}, i = 1, 2, 3, \dots, m,$

где  $T$  – набор показателей качества;  $\text{opt}$  – оператор оптимизации, подлежащий идентификации в процессе решения задачи.

С учетом изложенного решение многокритериальной задачи оптимизации ГУ включает два этапа:

1. Этап формирования интегрального критерия оптимальности (или этап построения расчетной модели оптимизации), связанный с редукцией (3) к стандартной экстремальной задаче (1).

2. Этап численной реализации построенной модели оптимизации.

### ВЫВОДЫ

1. Потребности современного машиностроительного комплекса в более совершенных технике и технологии, автоматизации конструирования и производства гидрооборудования ста-

вят перед специализированными организациями проблему разработки научных основ агрегатно-модульного конструирования и оптимизации параметров как ГУ машин и механизмов, так и их составных частей – стандартизованной элементной базы.

2. Наиболее целесообразным представляется применение методов оптимизации по Парето, используемых для решения задач инженерного синтеза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Модульный монтаж гидравлических приводов / А. Я. Аксененко, Ф. А. Научук, Р. А. Филатов и др. – М.: НИИмаш, 1979. – 38 с.
2. Eberstheuser Н. Das Proektierung hidraulischen Anlagen // Ölhydraulik und Pneumatik. – 1984. – № 12. – S. 775–786.
3. Создание конструкций гидроприводов машин методом агрегатирования / А. Я. Оксененко, А. Е. Окунев, В. В. Пинчук и др. – М.: НИИмаш, 1985. – 77 с.
4. Пинчук В. В. Синтез гидроблоков управления на основе унифицированной элементной базы. – Мн.: Технопринт, 2002. – 140 с.
5. Почтман Ю. М. Модели и методы многокритериальной оптимизации конструкции. – Днепропетровск, 1984. – 132 с.

УДК 621.436

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МАЛОГАБАРИТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Асп. ШКУРКО Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Мощностные, экономические и экологические показатели двигателя зависят от рационального сочетания конструктивных параметров дизеля, нахождение которых – сложная оптимизационная задача. Решить ее только расчетным путем практически невозможно, необходим эксперимент. Поэтому была создана экспериментальная установка, включающая объект исследования, установленный на тормозном стенде, пульт дистанционного управления, дат-

чики и измерительную аппаратуру. Объектом исследования стали малогабаритные дизели Гомельского завода пусковых двигателей (ГЗПД).

Тормозной агрегат представляет собой динамометр постоянного тока MS 713-4, управляемый дистанционным пультом при помощи комплекса исполнительных механизмов, установленных непосредственно на стенде и объекте исследования. Крутящий момент, снимае-