

сходный с хонингованием: следы деформирующих шариков образуют сетку и пересекаются под углом примерно 16 градусов.

Несмотря на небольшие скорости обработки (частота вращения шпинделя станка не превышала 100 мин^{-1}) достигнуты высокие показатели производительности. Многоэлементный осциллирующий выглаживатель отверстий позволяет получать указанные результаты обработки с производительностью, превышающей $22000 \text{ мм}^2/\text{мин}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашкевич М.Ф., Геращенко В.В. Планетарные шариковые и роликовые редукторы и их испытания. — Мн.: БелНИИНТИ, 1992. — 248 с.

УДК 62-82-112.6 (083.13)

В.В. Пинчук, А. В. Лифанов

МОНТАЖ ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

*Гомельский технический университет им. П. О. Сухого
Гомель, Беларусь*

Оптимальное построение гидроблоков управления (ГУ) приводов машин и механизмов с применением прогрессивных методов проектирования и производства возможны в том случае, если будут известны основные закономерности, присущие им как объекту и представленные в виде математического описания (модели). Построение математической модели является важнейшим этапом 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, предложенной Х. Эбертсхойзером, способы монтажа ГУ подразделяются на трубный, щитовой и блочный (в различных исполнениях) [2]. При этом различают следующие виды блочного монтажа: систе-

ма продольного монтажа, система на основе унифицированных функциональных блоков (вертикальный монтаж) и чисто блочный. По данным источника [2] концентрация мощности в единице объема для различных видов монтажа изменяется в соответствии с зависимостями, представленными на рис. 1, а стоимость от серийности 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 удовлетворяет продольный монтаж и система унифицированных функциональных блоков.

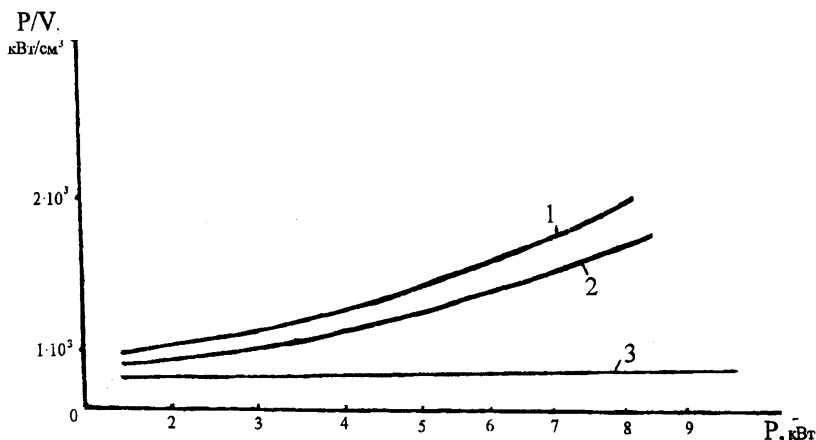


Рис. 1. Концентрация мощности в различных системах монтажа для гидроаппаратов $D_y = 6$ и 10 мм (1 — блочный монтаж; 2 — вертикальный и продольный монтаж; 3 — трубный монтаж)

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 ВНИИГидропривода [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 («Рекс-рот», «Бош», «Херион», «Паркер-Ханнифин» и др.) [4,5].

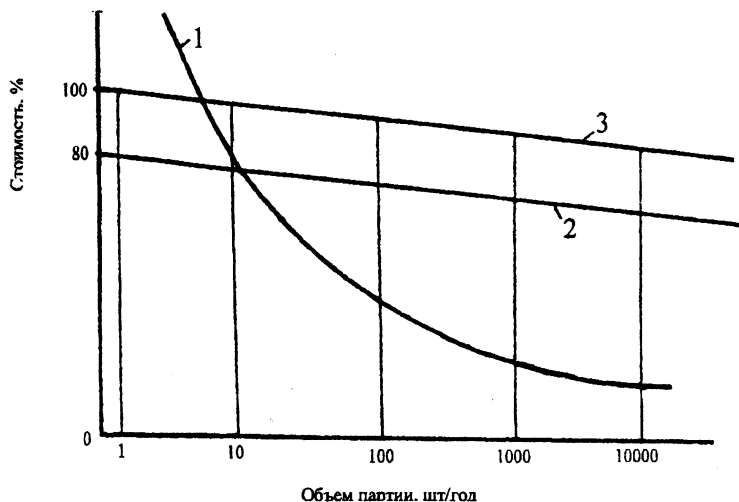


Рис. 2. Зависимость стоимости от объема партии в различных системах монтажа (1 — блочный монтаж; 2 — вертикальный и продольный монтаж; 3 — трубный монтаж)

Функциональные блоки вертикального монтажа представляют собой конструктивные исполнения отдельных законченных элементов схем. Причем сами элементы схем по возможности унифицированы и сгруппированы между собой. Например, выделен 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

ной 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.

Оценивая приведенную информацию следует отметить, что расширение использования гидропривода в технике привело к качественным изменениям в конструкциях гидрооборудования и принципиальных построениях приводов. Наиболее полно современным требованиям развития машиностроения соответствует агрегатно-модульная система построения машин на основе унифицированных узлов и агрегатов, однако для ГУ эта проблема до настоящего времени не решена.

Многими организациями выполняется проектирование ГУ, разработки которых, как правило, взаимнонеувязаны. При этом составные части проектируемого ГУ рассматривается 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 несут несистематизированный характер. В свою очередь, при создании конструкции гидроаппаратов наиболее полную реализацию находит стремление получить наивысшие показатели по отдельным гидроаппаратам, без учета совместного их использования в ГУ. При этом, 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, учитывая изложенное выше, оказывает консервативные влияния 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 материал- 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 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.

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

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

$$x \in D$$

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

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

$$x \in D \quad x \in D \quad x \in D$$

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:

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

$$x \in D$$

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

где T — набор показателей качества; opt — оператор оптимизации, подлежащий идентификации в процессе решения задачи.

С учетом изложенного, решение многокритериальной задачи оптимизации ГУ включает в себя 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.

Таким образом, с учетом изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Потребности современного машиностроительного комплекса в более совершенной технике и технологии, автоматизации конструирования и производства гидрооборудования ставят 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 в данном случае применение методов оптимизации по Парето, используемых для решения задач инженерного синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксененко А. Я., Научук Ф. А., Филагов Р. А. и др. Модульный монтаж гидравлических приводов. — М.: НИИМАШ, 1979. — 38 с.
2. Eberstheuser H. Das Proektierung hidraulischen Anlagen. // ЦИHydraulik und Pneumatik. — 1984. — № 12. — S. 775–786.
3. Создание конструкций гидроприводов машин методом агрегатирования. Оксененко А. Я., Окунев А. Е., Пинчук В. В. 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: Днепропетровский университет, 1984. — 132 с.