

INTERNATIONAL CONFERENCE: DYNAMICS OF MINING MACHINES
DYNAMACH '89

Александр ХАНИН

Московский станкоинструментальный институт
Москва СССР

ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ ГИДРОАППАРАТУРА В ГИДРОСИСТЕМАХ ГОРНЫХ МАШИН

Резюме. Для дистанционного управления расходом и давлением рабочей жидкости гидросистем горных машин целесообразно использовать пропорциональную аппаратуру

Качественная работа пропорциональной аппаратуры требует согласования ее конструктивных параметров с параметрами системы в целом с учетом условий и режимов эксплуатации машины.

Для этого предлагается осуществлять предварительный расчет характерных статических и динамических режимов работы гидроаппарата с помощью разработанной методики.

Методика включает построение функциональной схемы гидроаппарата (с учетом внешней гидросистемы), построение структурной схемы гидроаппарата, состоящей из отдельных типовых элементов, моделирующих гидравлическую, механическую, электрическую и магнитную части гидроаппарата и представленных в виде многополюсников, соответствующей функциональной схеме. На следующем этапе производится построение структурной схемы, отражающей граничные условия для гидроаппарата.

Под полученной структурной схеме ЭВМ автоматически строит математическую модель гидроаппарата. Затем производится расчет статических и динамических характеристик.

Разработанная методика значительно упрощает работу инженера-конструктора при расчете пропорциональных гидроаппаратов.

В последние годы для обеспечения дистанционного электрического управления параметрами гидросистем (расходом и давлением рабочей жидкости) различного рода машин: станков, прессов, сельхозмашин используется гидроаппаратура с дистанционным пропорциональным электрическим управлением (ДПУ).

Основные достоинства пропорциональных гидроаппаратов связанные с возможностью стыковки гидравлических систем с электрическими системами управления и обеспечением плавного бесступенчатого регулирования и контроля расхода и давления рабочей жидкости очень важны в тех отраслях где иногда присутствие человека в зоне действия машины не желательно или возможно. В особенности это актуально для горных машин.

Существующую гамму гидроаппаратов с пропорциональным электрическим управлением по типу регулируемого выходного параметра можно разделить на две группы:

- гидроаппаратура для управления давлением,
- гидроаппаратура для управления расходом.

В первую группу гидроаппаратов, освоенных отечественной промышленностью, входят предохранительные клапаны типа МКПД и МКПВ, редукционные клапаны типа МКРВП.

Ко второй группе относятся регуляторы потока типа ДД, гидрораспределители типа РП и гидродроссели типа ДВП (табл. 1).

Каждый из перечисленных выше гидроаппаратов включает: согласующий электронный блок, электромеханический преобразователь, в качестве которого используется пропорциональный электромагнит, гидромеханическую ступень, непосредственно связанную с внешней гидросистемой и иногда датчик обратной связи.

Внешний управляющий электрический сигнал (рис. 1) усиливается согласующим электронным блоком и подается на пропорциональный электромагнит, который в свою очередь генерирует механическое воздействие, в виде силы на якоре электромагнита или перемещения якоря электромагнита, пропорциональное входному электрическому сигналу. Это воздействие воспринимается гидромеханической ступенью аппарата и превращается в пропорциональное изменение величины давления или расхода в гидросистеме.

Часто потребителю гидроаппаратуры с ДДУ необходимо согласовать характеристики гидроаппарата с гидросистемой, переделать серийно выпускаемый аппарат, либо сконструировать новый аппарат под условия и задачи характерные для того или иного предприятия. При этом для правильного выбора конструктивных параметров нового гидроаппарата необходимо иметь зависимость этих параметров от его определяющих функциональных характеристик. Разработчика чаще всего интересуют статические и динамические (частотные и переходные характеристики).

Уравнения, задающие указанную связь, удобно получить анализируя работу аппарата с точки зрения законов гидромеханики и теории электричества, а именно:

- закона сохранения массы рабочей жидкости;
- второго закона Ньютона;
- закона сохранения механической энергии;
- уравнения состояния рабочей жидкости;
- закона Ома и закона сохранения энергии для электрической цепи пропорционального электромагнита;
- законов Максвелла для определения усилия на якоре пропорционального электромагнита.

Использование этих законов для описания процессов, происходящих внутри аппарата, позволяет получить систему дифференциальных и алгебраических уравнений, которая образует математическую модель аппарата. Многократное решение этой системы уравнений при заданных начальных и граничных условиях дает возможность получить необходимое уравнение связи.

Построение математической модели и расчет гидроаппарата является трудным процессом, требующим от разработчика определенной квалификации. Для облегчения этого процесса совместно Мосстанкином и НПО ЭНИМС разработана

методика и пакет программ, позволяющие автоматизировать отдельные этапы построения математических моделей и расчета гидроаппаратов.

Функциональная схема гидроаппарата представляется в виде структурной схемы, состоящей из следующих типовых элементов: основных элементов, моделирующих проточные магистрали гидроаппарата типа "дрессель" и "тройник" и вспомогательных элементов типа "поршень" и "внешнее усилие".

В существующем варианте разработанный банк типовых элементов ориентирован на гидроаппаратуру с ДПУ, но может быть пополнен элементами характерными для других областей гидропривода.

Типовые элементы представлены в виде многополюсников, выходы которых однозначно связаны со входами математическими соотношениями представляющими математическую модель элемента, что значительно упрощает построение связей между входами и выходами различных элементов при построении структурной схемы гидроаппарата.

Полученная структурная схема является основной для построения математической модели гидроаппарата.

Расчет гидроаппарата возможен только после задания условий его взаимодействия с внешней гидравлической электрической или электронной системами. При этом указанные внешние системы рассматриваются в упрощенном варианте, отражающем основные особенности их работы и представляются в виде типовых структурных схем построенных из многополюсников.

Для построения окончательной структурной схемы гидроаппарата, работающего в контакте с внешними системами, необходимо установить взаимосвязь между структурной схемой гидроаппарата и структурной схемой внешних систем.


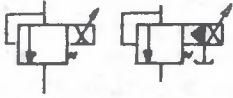
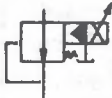

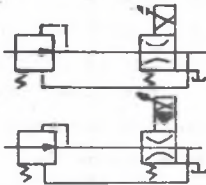
Автоматизация построения математической модели гидроаппарата по полученной структурной схеме осуществляется с помощью пакета прикладных программ "PRONID".

Графический редактор, входящий в систему "PRONID" позволяет строить на экране дисплея графическое изображение функциональной схемы гидроаппарата.



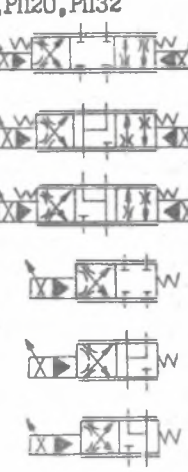
Возможно проведение расчета статических и динамических режимов работы гидроаппарата, причем введение элемента типа "мнимая емкость" в структурную схему гидроаппарата позволяет при расчете статических и динамических режимов использовать единый метод интегрирования дифференциальных уравнений, при этом расчет статических режимов проводится "методом установления".

Предлагаемая методика и пакет прикладных программ ориентированы на инженера-конструктора, занимающегося проектированием гидравлических аппаратов, и позволяют проводить расчеты без использования знаний из области программирования, теории математического моделирования и численных методов расчета.

Таблица I
Гидроаппараты с ДПУ

# п/п	Наименование гидроаппарата	Регулируемый параметр	Графическое изображение
1	Предохранительные клапаны типа МКПЦД	давление	
2	Предохранительные клапаны типа МКПВВ	То же	
3	Редукционные клапаны типа МКРВВ	То же	
4	Гидросеали типа ДВП	Расход	
5	Регуляторы потока типа ДД	То же	

Продолжение табл. I

№ п/п	Наименование гидроаппарата	Регулируемый параметр	Графическое изображение
6	Гидрораспределители типа РП	Расход	РП6 
			РП10 
			РП6, РП20, РП32 

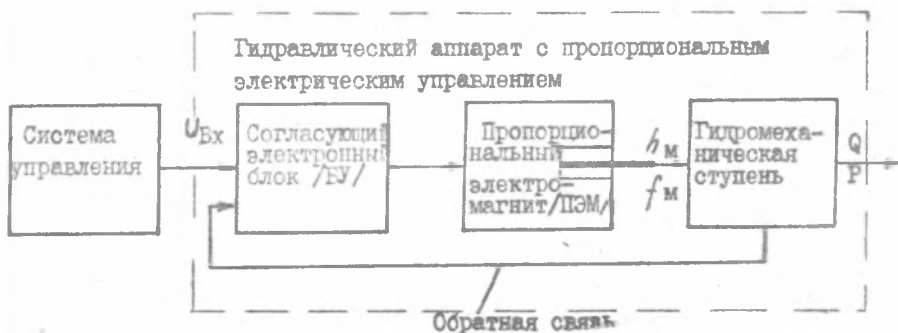


Рис. 1

Рецензент: Doc. dr inż. Karol Reich

ELEMENTY STEROWANIA PROPORCJONALNEGO W UKŁADACH HYDRAULICZNYCH MASZYN GÓRNICZYCH

S t r e s z c z e n i e

Dla zdalnego sterowania natężeniem przepływu i ciśnienia cieczy roboczej układów hydraulicznych maszyn górniczych celowym jest stosowanie elementów sterowania proporcjonalnego.

Właściwa praca hydraulicznego układu napędowego wymaga zgodności własności samego elementu sterowania oraz podzespołów elektroniczno-elektrycznych w odniesieniu do założonego cyklogramu pracy maszyny. W tak rozumianym układzie napędowym zaleca się określenie wstępnych charakterystyk statycznych i dynamicznych oraz rzeczywistych przebiegów w zmianach obciążenia i prędkości.

Metodyka ta obejmuje zbudowanie schematu funkcjonalnego układu hydraulicznego (z uwzględnieniem układu zewnętrznego), zbudowanie jego schematu strukturalnego, składającego się z oddzielnych typowych elementów modelujących: hydrauliczną, mechaniczną i elektromagnetyczną część układu napędowego, którą przedstawia się w postaci wielu bloków odpowiadających schematowi funkcjonalnemu.

Na następnym etapie tworzy się schemat strukturalny odzwierciedlający graniczne warunki pracy dla elementu sterowania proporcjonalnego.

Z otrzymanego schematu strukturalnego EMC automatycznie buduje model matematyczny urządzenia układu napędowego. Następnie przeprowadza się obliczenia charakterystyk statycznych i dynamicznych zastosowanych elementów.

Opracowana metodyka znacznie upraszcza pracę inżyniera - konstruktora przy obliczaniu układów napędowych z zastosowanymi elementami sterowania proporcjonalnego.

PROPORTIAL HYDROUNIT IN HYDROSYSTEMS OF MINING MACHINES

S u m m a r y

It is advisable to use proportional devices for remote control of consumption and pressure of working fluid in mining machines hydrosystems.

High precision functioning of proportional devices demands coordination of their design characteristics with the characteristics of the entire system considering conditions of the machines operation.

For this end it is suggested to carry out preliminary computing of typical static and dynamic conditions of hydro devices operation with the help of the methods developed.

The methods comprise developing the functional layout of the hydraulic device (taking under consideration external hydrosystem), developing the structural layout of the hydraulic device which consists of separate typical elements simulating the hydraulic device's mechanical, hydraulic, elec-

tric and magnetic components in the form of polygonal elements according to its functional layout. The next step helps developing a structural layout demonstrating boundary conditions of the hydraulic device.

Having elaborated the structural layout the computer automatically develops the mathematical model of the hydraulic device and then computation of static and dynamic characteristics is carried out.

The method developed significantly simplifies the task of designing proportional hydraulic devices.