Дорошенко В.А.¹, Бутакова Е.Р.¹, Гареев Р.Р.²

Модернизация гидрораспределителей в блоках управления гидро-фицированных машин

¹УрФУ

²ОАО «Пневмостроймашина»
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/sr-10-12-2017-10

idsp: 000001:sr-10-12-2017-10

Аннотация

Рассмотрены особенности применения усовершенствованных гидравлических блоков управления, использующих редуцирование давления, в гидрофицированных строительных и горных машинах.

Блоки управления используются в дорожно-строительных, подъемно-транспортных и горных машинах, таких как экскаваторы, краны, погрузчики, бурильные станки и т.д., для управления рабочими органами агрегатов, в основном, для обеспечения дистанционного управления подачей и мощностью регулируемых насосов и гидромоторов. Для этого в гидросистемах машин устанавливаются золотниковые многосекционные распределители с ручным управлением для обеспечения необходимых скоростей движения и усилий на рабочих органах машин [1,75].

Однако, необходимость повышения скоростей и нагрузочных усилий на рабочих органах и связанное с этим увеличение размеров гидрораспределителей приводит к возникновению недопустимо больших усилий на рукоятках управления гидрораспределителями. Это вызывает перегрузку оператора (машиниста), снижение комфортности условий работы, повышение утомляемости и, в конечном счете, к снижению производительности труда. Применение гидроаппаратов пропорционального, дистанционного управления перемещением золотников гидрораспределителей в значительной мере устраняет недостатки предыдущих конструкций [2,61].

На рис.1 дана конструктивная схема аппарата. Блок управления (БУ) представляет собой систему редукционных клапанов с плавной регулировкой давления на выходе при помощи рычагов или педалей управления. БУ включает следующие основные элементы: корпус 8; толкатели 4, прижимаемые к тарелке 3 пружинами 5; золотники 6, отжимаемые в верхнее нейтральное положение пружинами 5; регулировочные (тарировочные) пружины 7; рычаг управления 1. Функционирование БУ происходит следующим образом. В нейтральном положении рычаг располагается вертикально и все толкатели находятся в верхнем положении. Входы давления (канал Р) закрываются, а отводы потребителю соединяются со сливом (канал Т).

Наклоном рычага 1 при помощи тарелки 3 один из толкателей может быть опущен, что приводит к перекрытию плунжером щели, соединяющей отверстия слива и отвода, соответствующие этому толкателю, и открыванию щели и входу масла под давлением от отверстия: подвод к отверстию и отвод через золотник 6.

В золотнике 6 имеется дросселирующее отверстие, которое обеспечивает падение давления $\Delta p = p_{\text{р}} - p_{\text{ред}}$, которое устанавливается посредством регулировочной пружины 7. При опускании толкателя усилие регулировочной пружины стремится переместить золотник вниз и, уменьшив перепад давления на дросселирующем отверстии, увеличить давление $p_{\text{ред}}$. С другой стороны, это давление стремится переместить золотник вверх, против усилия регулировочной пружины и, перекрыв дросселирующее отверстие, соединить полость отвода к потребителю с полостью слива. Чем больше опущен толкатель, тем больше усилие регулировочной пружины и тем больше $p_{\text{ред}}$. То есть редуцированное давление однозначно определяется усилием настройки регулировочной пружины. Это позволяет оператору или плавно и быстро изменять $p_{\text{ред}}$, или

устанавливать фиксированное значение этого давления. В конце хода толкателя золотник упирается в него и происходит открытие дросселирующего отверстия: полость отвода соединяется с полостью подвода и давление в линии отвода возрастает до давления на входе в регулятор.

Рис. 1. Базовая модель блока управления

Обозначения: 1 – рукоятка; 2 – шарнир; 3 – тарелка; 4 – толкатель;

5 – пружина возвратная; 6 – золотник; 7 – пружина регулировочная; 8 – корпус; 9 – плита; 10 – сферический шарнир.

Регулируемое давление, действующее против усилия опускания толкателя, делает управление рычагом более «чувствительным».

Усовершенствованные блоки управления серии 220ВНМ... производства ОАО «Пневмостроймашина» предназначены для дистанционного управления золотниками гидрораспределителей в системах управления регулируемых насосов, гидромоторов и в гидроприводах других агрегатов. Они выполняют функции регуляторов давления и расхода рабочей жидкости и работают по принципу редукционных клапанов, с давлением на выходе, определяемым положением органа управления (рукоятки).

Для повышения эффективности управления в БУ применены новые принципы распределения жидкости, регулирования давления и расхода. Корпус имеет кольцевые каналы подвода и слива постоянного сечения по длине распределения двух парных отверстий золотника, два парных отверстия золотника предназначены для обеспечения жесткости перемычки между каналами подвода и слива.

Корпус блока из высокопрочного чугуна является одновременно направляющей для золотников. Применен более простой и жесткий золотник с увеличенной длиной направляющей, что увеличивает срок службы золотника и улучшает его центрирование. Нововведение позволило достичь стабильной работы БУ при рабочем давлении на входе до 10 МПа (100 кгс/см²). Блок управления обеспечивает более точное управление рабочими органами, благодаря увеличению точности пропорционального регулирования выходного сигнала (давления, расхода) в пределах $\pm 0,5\%$. Усилие на рукоятке, при работе одним золотником составляет всего 110 Н (1,1 кгс), при работе двумя золотниками – 180 Н (1,8 кгс). Это обеспечивается установкой сферического шарнира с «закрытой» сферой (рис.2).

Блок имеет меньшее гидросопротивление рабочих отводов на слив. Конструкция позволяет расширить области применения БУ, за счет увеличения сечения отводящих каналов и проходных сечений в золотнике.

Имеется возможность устанавливать блоки управления на плиту, также стыковать к блоку плиты с различно расположенными рабочими каналами, блоки клапанов «или» с различной логикой и возможность применять блок без плиты, с установкой на плиту собственного изготовления. Предусмотрены модификации, включающие установку клапанов «или», позволяющие создавать сигнал по давлению в дополнительных отводах. Рукоятка может быть снабжена от одной до четырех электрическими релейными кнопками, при нажатии на которые замыкаются электрические цепи сигнализации или дополнительного управления. Так же данные блоки управления бывают с наклонной рукояткой влево и вправо под определенный угол отклонения (15° и 27°).

Так же можно получить БУ различных вариаций по давлению редуцирования. В линейке аппаратов, производимых заводом ПСМ представлены такие диапазоны, как: 0,5...2,5 МПа; 0,5...2,0 МПа; 0,6...1,6 МПа; 0,6...1,9 МПа и т.д. Эти параметры достигаются путем подбора линейных размеров толкателя и усилий редуцируемой пружины рабочих каналов.

Рассмотрим пример подбора нужного диапазона редуцированного давления, в зависимости от угла наклона рукоятки, при котором имеет место линейная зона характеристики регулирования.

Площадь золотника определится по формуле:

$$S = \pi d^2 / 4$$

Рис. 2. Блок управления

Редуцированное давление находим как

$$p_{ред} = F / S$$

Для расчета возьмем золотник диаметром 6 мм.

$$S = \pi d^2 / 4 = 3.14 \cdot 6^2 / 4 = 28,26 \text{ мм}^2.$$

Для примера рассмотрим пружину №1: $L_1 = 28,5 \text{ мм}$, $L_2 = 23 \text{ мм}$.

$$p_{ред1} = F_1 / S = 18,1 \text{ Н} / 28,26 \text{ мм}^2 = 0,64 \text{ МПа};$$

$$p_{ред2} = F_2 / S = 45 \text{ Н} / 28,26 \text{ мм}^2 = 1,6 \text{ МПа}.$$

Отсюда следует, что диапазон редуцирования давления при выборе толкателя №2 и пружины №1 будет составлять 0,64 ... 1,6 МПа (6...16 кгс/см²).

От глубины внутреннего отверстия толкателя 4 зависит ход золотника 6; исходя из типа выбранного толкателя, можно определить необходимую длину регулировочной пружины 7. На заводе "Пневмостроймашина" изготавливается три толкателя (рис.1) с глубиной внутреннего отверстия $L_0 = 6,5 \text{ мм}$; $L_0 = 8,5 \text{ мм}$; $L_0 = 10,5 \text{ мм}$.

Поскольку усилие регулировочной пружины 7 и создаваемое ею давление линейно зависят от длины сжатия h , то расчетами можно получить график зависимости редуцируемого давления $p_{ред}$ от h от степени перекрытия пропускных отверстий диафрагм (рис. 3).

Рис.3. График зависимости давления редуцирования от хода золотника и степени перекрытия

Здесь зона 0 – h_1 соответствует холостому ходу рабочего органа, зона h_1 – h_2 – регулируемому давлению и расходу, зона h_2 – h_3 – работе без регулировки с давлением $p_3 > p_{ред}$.

Рис. 4. Схема для подбора размеров пружины

Здесь: L_0 – глубина внутреннего отверстия толкателя, L_1 – максимальное растяжение пружины, $L_2 = L_1 - h$ – минимальное сжатие пружины; ход золотника $h = L - b$ (головка золотника).

Подбор пружины можно также осуществить по специальной номограмме (рис. 5) с использованием конструктивной схемы (рис. 4), а также по данным таблиц 1 и 2.

Таблица 1.

Размеры и усилия пружин

Длины и усилия	Пружина 1	Пружина 2	Пружина 3	Пружина 4	Пружина 5
L_1 , мм	28,5				
L_2 , мм	21,3	25	23	21	
F_1 , Н	18,1	14	14,4	5,71	18,2
F_2 , Н	52,6	72	52,5	50,3	45,28

Таблица 2.

Размеры толкателей

Толкатели	L_0 , мм	h , мм
№ 1	10,5	7,5
№ 2	8,5	5,5
№ 3	6,5	3,5

Рис. 5

1. Чмиль В.П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2011 – 320 с.
2. Каталог гидравлики ОАО «Пневмостроймашина». Екатеринбург: 2005.

Кузнецов А.А., Мурзин А.Н.

Анализ течения жидкости в тягоизмерительном устройстве поршневого типа для авиационного двигателя с большой тягой

ПАО «Кузнецов»
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/sr-10-12-2017-11

ids: 000001:sr-10-12-2017-11

Аннотация

В статье рассмотрено конструктивное исполнение гидростатической мессдозы (ГМ). Выделен основной элемент мессдозы, влияющий на гидравлическое сопротивление – щели между поршнем и цилиндром. В работе рассмотрено вихревое течение в мессдозе в ламинарном и турбулентном режимах (получены в ANSYS FLUENT). В статье приведена схема гидростатической мессдозы и отражены результаты эксперимента.