Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVI, вып. 1, 1968 г.

УДК 622.234.5

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ХОДОВЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ПОДЗЕМНЫХ ГИДРОМОНИТОРОВ

Л. П. Северин, Б. С. Маховиков, А. Б. Незаметдинов

В связи с разработкой новой техники для высокопроизводительных гидрошахт на одно из первых мест в ближайшее время ставится проблема создания автономных добычных и проходческих машин. Такими машинами могут быть самоходные гидромониторы высокого давления.

Институтом ВНИИГидроуголь принципиально решена проблема создания самоходных дистанционно управляемых гидромониторов системы УГП и ГПС, прошедших стадию опытной проверки на гидрошахтах и обеспечивающих обработку водяной струей угольного забоя заданных размеров в определенной последовательности.

Задача, связанная с созданием системы программного управления ходовой тележкой гидромонитора для автоматического поддержания оптимального расстояния между грудью забоя и насадком гидромониторного ствола, еще практически не решена. Важным этапом в ее решении является разработанный в Ленинградском горном институте оптический метод получения информации о местоположении забоя. На его основе создан автомат программного управления самоходным гидромонитором [Северин, Бутусов, Жилкина, 1963].

По принципиальной схеме светового дальномера (рис. 1) грудь забоя *3* освещается узким световым пучком *2* от светильника *1*, расположенного на одном из водоподводящих каналов ствола самоходного гидромонитора (например, на правом). Световое пятно *4* с груди забоя через фотообъектив *5* проектируется на дифференциальное фотосопротивление *6* светового дальномера, который размещен на другом водоподводящем канале (например, левом). Осветитель и объектив с фотосопротивлением устанавливается на некотором расстоянии B друг от друга, называемом базой измерителя.

Если расстояние L от забоя до фотообъектива изменяется до L', а база измерителя B сохраняется, то изображение пятна *7* на фотосопротивлении *6* переместится в поперечном направлении относительно оси симметрии фотосопротивления в зависимости от удаления или приближения забоя.

Дифференциальное фотосопротивление *6*, включенное в два соседних плеча электрического моста с источником питания *8* и напряжениями U_1 и U_2, будет реагировать на изменение положения светового пятна, в результате чего мост разбалансируется. При этом на выходе моста появится сигнал $\Delta U = U_1 - U_2$ с полярностью, зависящей от относительного положения забоя и гидромонитора. Этот сигнал, пропорциональный изменению расстояния $\Delta L = L' - L$, используется в схеме управления реверсивным приводом самоходной тележки гидромонитора. Точность измерения расстояний L' и L зависит, как показали эксперименты, от базы B, величины относительного отверстия фотообъектива и значения коэффициента усиления схемы.

Дифференциальное фотосопротивление *6* состоит из двух, расположенных вплотную одинаковых элементов. При равной степени освещенности обоих фотоэлементов мост прибора будет сбалансирован, т. е. на выходе усилителя сигнала не появится. Это отвечает вполне определенному наперед заданному расстоянию между забоем и гидромонитором. На изменение этого

расстояния автомат реагирует появлением напряжения разбалансировки определенной полярности, которое подается в систему автоматического управления движением ходовой тележки гидромонитора.

Система настраивается на расстояние, равное оптимальному для выбранных параметров гидроотбойки, при котором производительность гидромонитора будет наивысшей.

Опытные образцы разработанного авторами светового дальномера снабжены объективами Юпитер-8 и фотосопротивлениями типа ФСД с отношением темнового сопротивления к световому порядка 500 и максимальной удельной чувствительностью до $2 \cdot 10^4$ *мка/лм·в*. Эти показатели существенно превышают параметры фотоэлементов типа ФСК [Корндорф, 1965].

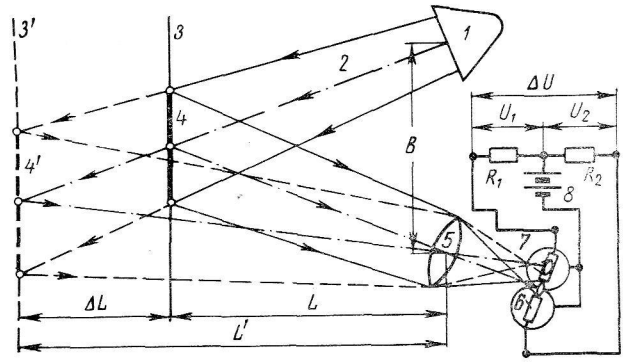


Рис. 1. Принципиальная схема светового дальномера.

Как показала экспериментальная проверка, в оптической части нашего дальномера теряется почти половина светового потока, вследствие чего ток, протекающий через установленные фотосопротивления, не превышает 4 *мка*. Такая же величина потерь получена теоретическим расчетом [Литвак, 1961]. Так как 4 *мка* недостаточно для приведения в действие каких-либо электромеханических преобразователей, был разработан полупроводниковый усилитель мощности с коэффициентом усиления $5 \cdot 10^4$ (рис. 2). В качестве источника

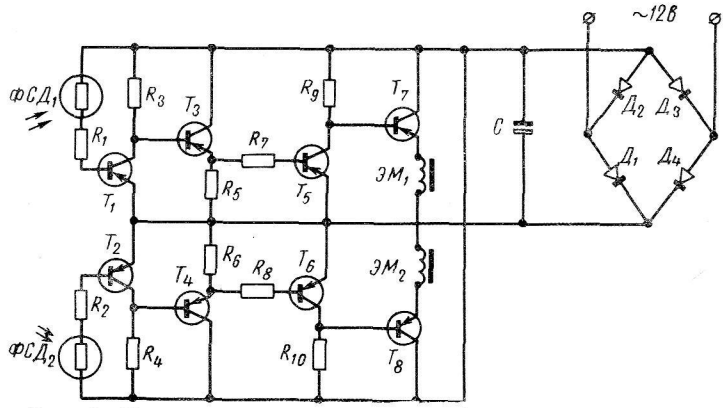


Рис. 2. Принципиальная схема усилителя на транзисторах:

T_1—T_4 — триоды типа П13 — П15; T_5—T_8 — триоды типа П201 — П203; $Д_1$—$Д_4$ — диоды типа Д203 — Д205; $R_1 = R_2 = 6{,}8$ *ком*; $R_3 = R_4 = 30$ *ком*; $R_5 = R_6 = 20$ *ком*; $R_7 = R_8 = 5{,}1$ *ком*; $R_9 = R_{10} = 0{,}15$ *ком*; $C = 15$ *мкф*; $ЭМ_1$ и $ЭМ_2$ — катушки правого и левого электромагнитов; $ФСД_1$ и $ФСД_2$ — фотосопротивления.

электроэнергии для питания электрической части системы и создания светового пятна на забое использован шахтный гидросветильник типа ГС-60м. Стандартная рефлекторная головка с электролампой, входящей в комплект гидросветильника, без специальной фокусировки не создает направленного на гидрозабой пучка света с четко выраженным световым пятном. Для улучшения оптической части осветителя были опробованы лампы-фары типа ИКФ и автомобильные лампы типа А26, фокусировалась стандартная лампа и подбирались различные защитные стекла гидросветильника.

В результате установлено, что необходимая направленность светового пучка обеспечивается при наилучшей фокусировке стандартной для ГС-60м лампы со стеклом, изготовленным мастерскими ГОИ им. С. И. Вавилова.

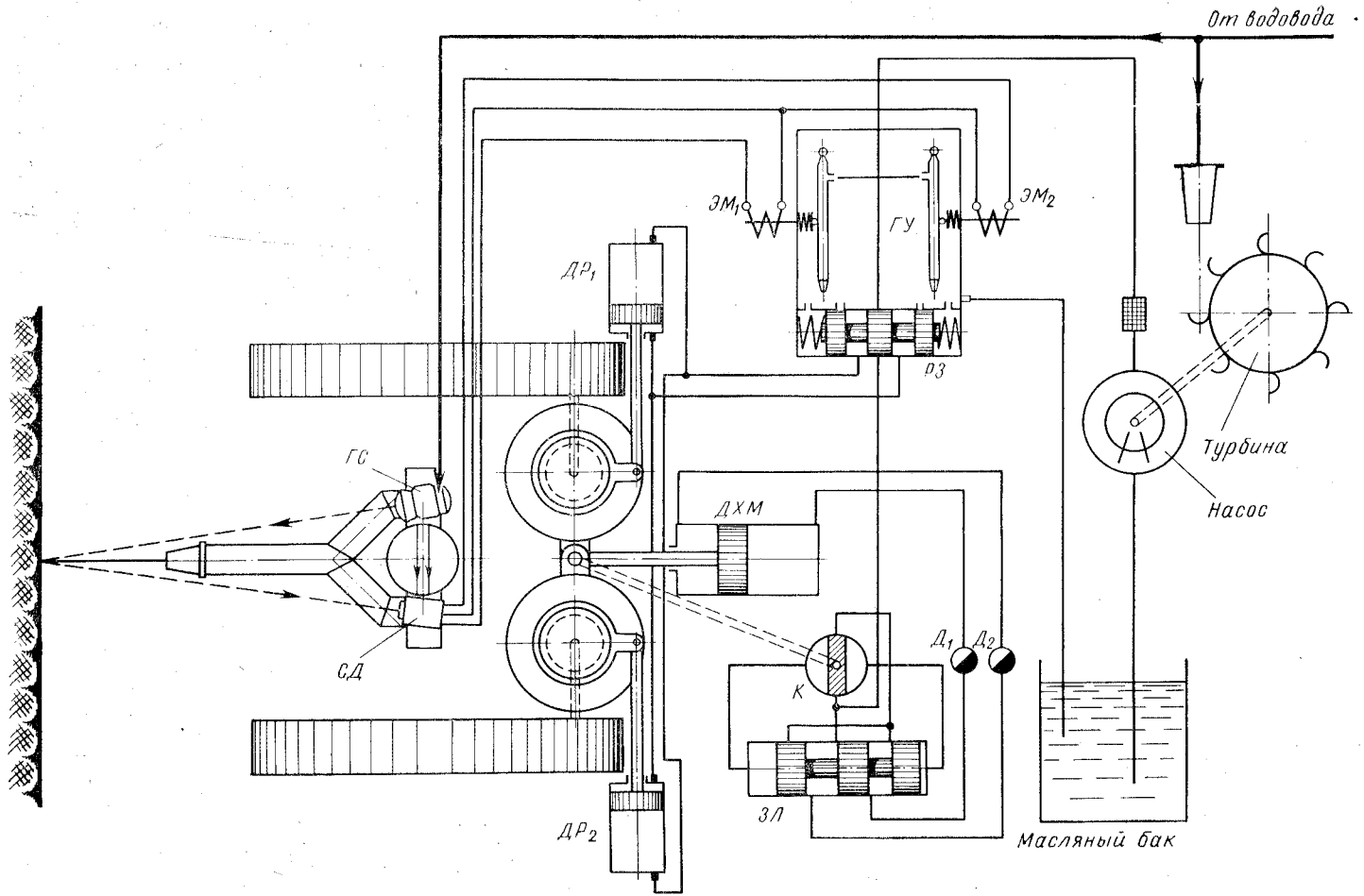


Рис. 3. Электрогидравлическая схема автоматического управления ходовой частью подземного гидромонитора УГП-3:

СД — световой дальномер; *ГС* — гидросветильник ГС-60м; $ЭМ_1$ и $ЭМ_2$ — электромагниты управления; *ГУ* — гидроусилитель струйный; *РЗ* — распределительный золотник; *ЗЛ* — золотник обратной связи; $Д_1$ и $Д_2$ — дроссельные краны; *ДХМ* — домкрат ходового механизма; $ДР_1$ и $ДР_2$ — домкраты реверса; *К* — кран обратной связи.

Описанные электрические элементы составляют измерительную часть системы. Поскольку механизмы движения и реверса всех существующих образцов гидромониторных тележек снабжены гидравлическим приводом, силовая часть системы управления содержит электромеханический преобразователь полученного сигнала и гидроусилитель мощности. В качестве электромеханического преобразователя в описываемой системе применен прямоходовой электромагнит. Так как мощность электрической цепи дальномера, с учетом безопасности работы в газовой и влажной среде гидрошахты, должна быть крайне незначительной, малым оказывается и усилие на сердечнике магнита. Получаемый от электромагнитов механический сигнал подлежит дальнейшему усилению, а затем уже преобразованию в гидравлический сигнал, непосредственно используемый в механогидравлической системе привода ходового механизма гидромонитора. Соответственно в гидравлическом усилителе были использованы рычажные системы со струйными трубками. Они управляются относительно малыми тяговыми усилиями.

Таким образом, снимаемый с электронного усилителя сигнал рассогласования подается на катушки электромагнитов гидроусилителя и струйные усилительные трубки занимают нужное положение. При отсутствии тока на электромагнитах, когда гидромонитор достигает заданного расстояния до забоя, цилиндрическая пружина возвращает струйную трубку в нейтральное положение.

Для повышения надежности работы гидроусилителя мощности необходимо либо значительно раздвинуть его приемные сопла, либо применить две струйные трубки вместо одной. В первом случае, в связи с увеличением хода сердечника, усложняется создание электромагнита на нужное тяговое усилие и очень затрудняется изоляция электромагнитов от масла, которое оказывает дополнительные сопротивления перемещению сердечников, чем снижается тяговая способность электромагнитов. Все эти осложнения снимает введение двух струйных трубок.

Для достижения изоляции от масла электромагниты установлены над масляной ванной. Тогда при достаточно надежной герметизации корпуса гидроусилителя, которая обеспечивает сжатие находящегося там воздуха, масло в магниты не попадает. Так как давление и полезный расход масла на выходе из струйной трубки невелики, необходим второй каскад гидравлического усиления в виде распределительного золотника.

Принципиальная схема разработанной авторами системы управления гидравлическим приводом применительно к самоходной машине УГП-3 конструкции института ВНИИГидроуголь приведена на рис. 3. Аппаратура этой системы автоматического управления ходовым механизмом, изготовленная в Ленинградском горном институте и опробованная на макете самоходного гидромонитора с электромеханическим приводом, а затем на специальном испытательном стенде с гидросистемой хода и реверса, обеспечивает время переходного процесса 0,3 *сек* и погрешность отслеживания расстояния около 5 *см*. Так как конструкция привода гидромонитора, использующая гидродомкраты, допускает лишь медленное передвижение машины и не предъявляет высоких требований к параметрам регулирования, полученные характеристики вполне приемлемы.

Стендовые испытания предложенной автоматической системы управления на промышленном образце самоходного гидромонитора УГП-3 в Новокузнецке подтвердили результаты лабораторных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Кориндорф С. Ф. Фотоэлектрические измерительные устройства в машиностроении. Машгиз, 1965.

Литвак В. И. *Фотореле в системах автоматического контроля и регулирования*. Госэнергоиздат, 1961.

Северин Л. П., Бутусов К. П., Жилкина Е. В. Автомат управления самоходным гидромонитором. Описание к свидетельству № 154513. Бюлл. изобр. и товарных знаков СССР № 10, 1963.