

ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЗОЛОТНИКА ГИДРОАППАРАТА

В. А. Хананов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. А. Карпов

Пропорциональный клапан обеспечивает плавное регулирование величины потока, поступающего в гидромотор. Это дает возможность изменять скорость исполняемого механизма в широком диапазоне от нуля до максимума. Пропорциональная

гидравлика повышает эффективность, увеличивает степень безопасности системы, как результат повышается точность и удобство управления машиной в процессе ее эксплуатации.

Управление подачей рабочей жидкости производят как непосредственно (ручное управление), так и дистанционно (посредством гидравлики, пневматики или электричества). Наиболее эффективно управлять пропорциональным гидрораспределителем с помощью электромагнитов (рис. 1). Когда якорь Э/М действует на шток золотника, который при движении увеличивает окна гидрораспределителя, начинается движение рабочей жидкости с расходом, пропорциональным смещению золотника. Так как расход жидкости строго зависит от смещения золотника, информация о его положении является основным информационным параметром, для качественного управления гидросистемой [1].

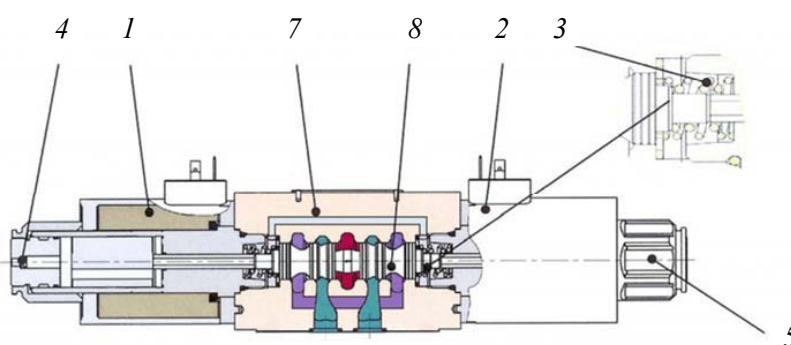


Рис. 1. Вид гидроаппарата:

1, 2 – электромагниты; 3 – пружина; 4 – устройство ручного управления;
5 – контргайка; 7 – корпус гидрораспределителя; 8 – золотник

В настоящее время для измерения перемещений золотника гидроаппарата широко используются индуктивные датчики и датчики холла. Наиболее распространены индуктивные датчики перемещения. К их достоинствам можно отнести простоту и прочность конструкции, отсутствие скользящих контактов, возможность подключения к источникам промышленной частоты, значительную чувствительность. В то же время работа датчика возможна только на переменном токе, а это значит, что точность зависит от стабильности питающего напряжения [2]. Использование таких датчиков на мобильных установках вызывает дополнительные трудности. Системы основанные на датчике Холла лишены вышеперечисленных недостатков, но они требуют установки на шток золотника магнита, что требует высокой прецизионности изготовления конструкции. При перекосе штока изменяется положение магнита относительно датчика холла, что приводит к дополнительной погрешности.

В данной работе осуществлена разработка емкостного датчика для определения положения золотника гидроаппарата. Емкостные преобразователи имеют ряд специфических достоинств и недостатков, определяющих область их применения. Конструкция емкостного датчика проста, он имеет малые массу и размеры. Его подвижные электроды могут быть достаточно жесткими, с высокой собственной частотой, что дает возможность измерять быстропеременные величины. Отличительной особенностью является малая сила притяжения электродов [3]. Кроме того, перекося штока в результирующую погрешность преобразования входит вторым порядком малости.

Основным недостатком емкостных преобразователей является малая их емкость и высокое сопротивление. В работах [3], [4] для уменьшения последнего преобразователя питали напряжением высокой частоты, что приводило к другому недостатку – повышенной сложности вторичных преобразователей. Недостатком является и то, что результат измерения зависит от изменения параметров кабеля.

Современное развитие микроэлектронных устройств позволяет расположить измерительную цепь и вторичный преобразователь в одном корпусе, что исключает погрешность вносимую кабелем.

Для упрощения схемы вторичного преобразователя была использована схема зарядового усилителя. Ее достоинствами является нечувствительность к изменению сопротивления потерь R_x и отсутствие необходимости в источнике переменного напряжения.

Сущность зарядного метода заключается в заряде чувствительного элемента до известного опорного напряжения (замыканием ключей К1 и К3) с последующим его разрядом через измерительную схему (замыканием ключей К2 и К4). Структурная схема такого преобразователя представлена на рис. 2 [5].

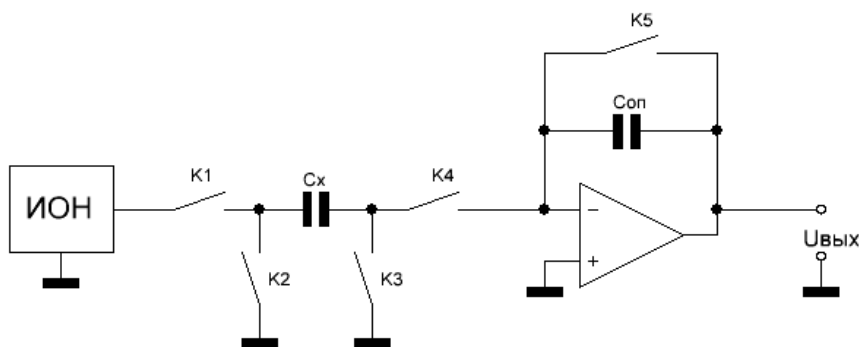


Рис. 2. Структурная схема зарядового усилителя:
ИОН – источник опорного напряжения; C_x – межэлектродная емкость;
 $C_{оп}$ – опорная емкость; К1–К5 – полупроводниковые ключи

Выходное напряжение $U_{вых}$ определяется по формуле [5]:

$$U_{вых} = N \frac{-U_{вх} C_x}{C_{оп} (1 - e^{-\frac{t}{R_{кл} C_{оп}}})}, \quad (1)$$

где t – период переключений; $R_{кл}$ – сопротивление открытого ключа; N – количество переключений ключа К1–К4 перед сбросом (замыканием ключа К5).

Преимуществом этой схемы является дифференциальное включение датчика, что приводит к нечувствительности преобразователя к паразитным емкостям ключей. Достигается это потому, что одна обкладка подключена к низкоомному входу источника постоянного напряжения, а вторая – к входу ОУ, находящимся под напряжением близким к нулю («виртуальная земля»). Таким образом, все паразитные емкости подключенные к обкладкам конденсаторного датчика постоянно находятся под нулевым потенциалом и не оказывают влияния на выходное напряжение.

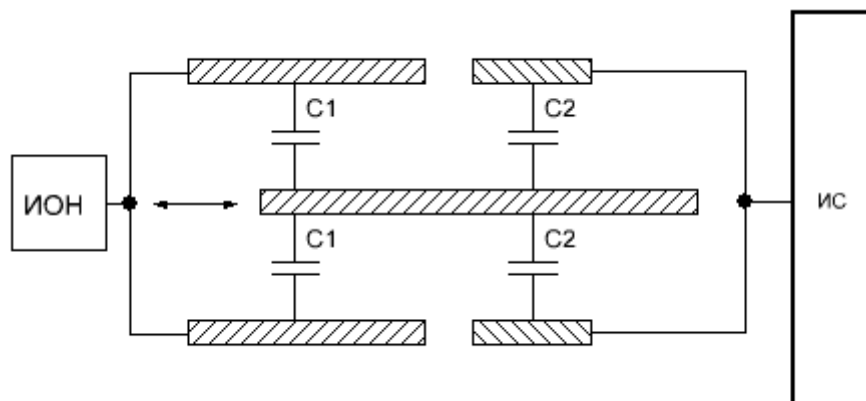


Рис. 3. Вид первичного преобразователя

На рис. 3 представлен вид первичного преобразователя. Он состоит из двух соосных цилиндров и металлического штока. Преимуществом такой конструкции является отсутствие скользящего контакта между измерительной схемой (ИС) и штоком золотника гидрораспределителя. Значительно снижена погрешность от несоосности и перекосов штока ввиду применения цилиндрических электродов. Таким образом, данный датчик является бесконтактным.

Заключение. В ходе проделанной работы была осуществлена разработка бесконтактного емкостного датчика положения золотника гидроаппарата. Разработанное устройство обладает достаточными метрологическими характеристиками и низкой ценой.

Литература

1. Шольц, Д. Гидравлика. Основной курс : учебник / Д. Шольц – Киев : ДП «Фесто», 2002. – 126 с.
2. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
3. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон. – М. : Техносфера, 2007. – 384 с.
4. Ацюковский, В. А. Емкостные дифференциальные датчики перемещения / В. А. Ацюковский. – М. : Госэнергоиздат, 1960. – 104 с.
5. Мулявка, Я. Схемы на операционных усилителях с переключаемыми конденсаторами / Я. Мулявка ; пер. с пол. – М. : Мир, 1992. – 416 с.
6. Гриневич, Ф. Б. Измерительные компенсационно-мостовые устройства с емкостными датчиками / Ф. Б. Гриневич, А. И. Новик – Киев : Наук. думка, 1987. – 112 с.