

СТЕНД ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Макаров Д.С.¹, Уфимцев А.В.², Филипас А.А.³

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники 8Т11, e-mail: dsm36@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Т11, e-mail: avi34@tpu.ru

³Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: filipas@tpu.ru

Аннотация

В данной работе исследуются сложные гидродинамические процессы с использованием интегрированной гидравлической и пневматической систем на стенде. Жидкость перекачивается по трубам с помощью насосов, а гидроаккумуляторы генерируют внешнее давление. Работа направлена на изучение воздействия пневматики в поведении жидкостей.

Ключевые слова: Стенд физического подобия, пневматика, компрессор, рабочее давление, гидроаккумулятор.

Введение

Исследование и моделирование сложных гидродинамических процессов являются актуальными задачами в современной науке и технике. Для эффективного изучения таких процессов широко применяются методы физического подобия и создание соответствующих стендов. В реализации данного стенда одним из важных аспектов таких исследований является анализ работы пневматической системы. Рассмотрим исследование пневматической системы, её структуру, функции и возможности применения для анализа процессов.

Описание алгоритма

В данном стенде заложен принцип перекачки нефтяного потока по трубопроводу через нефтеперекачивающие станции, которые находятся под давлением. Одним из примеров реализации работы с помощью данного стенда является реализация утечки в трубопроводе. Метод определения утечки по изменению давления вдоль трубопровода основывается на обнаружении понижения давления если возникла утечка на участке, котором производится контроль. Предполагается, что алгоритм определения может быть реализован с помощью четырёх датчиков давления, расположенных по длине трубопровода. Жидкость, которая накачивается насосами, проходит через систему из трёх гидроаккумуляторов, которые расположены последовательно друг за другом. Между гидроаккумуляторами расположены регулирующие клапаны, расходомеры и датчики давления. Последние располагаются между первым и вторым, вторым и третьим.

Теперь отдельно рассмотрим пневматическую часть данного стенда. На рисунке 1 представлена 3Д модель пневматической части стенда. Она состоит из компрессора, который будет подавать в систему давление, регулирующий клапан, датчик давления, чтобы отслеживать какое давление у нас подаётся в ту или иную ячейку и гидроаккумулятор.

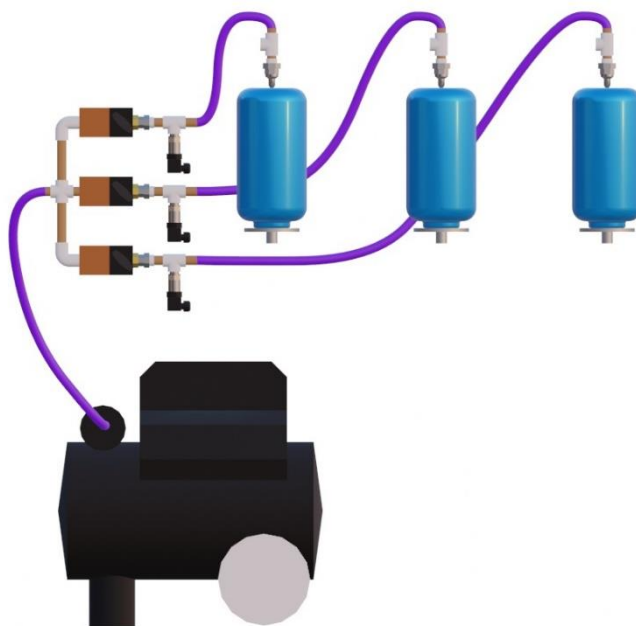


Рис. 1. 3Д модель пневматической части

Сам по себе гидроаккумулятор это сосуд, работающий под давлением, который позволяет накапливать энергию и передавать её в гидросистему потоком жидкости, находящейся под давлением. Для накопления жидкости внутри гидроаккумулятора установлена резиновая груша. Снаружи же этой груши внутри сосуда поддерживается давление, которое можно использовать для перекачки жидкости в другое место по трубопроводу. В совокупности именно с помощью гидроаккумуляторов имитируется давление в начале, середине, конце трубопровода всего стенда, эта часть стенда и является основной.

Для того, чтобы поддерживать в системе определённое давление и заряжать гидроаккумуляторы, нужен компрессор – энергетическая машина для повышения давления перемещения газа или смесей газов.

Для регулирования подачи компрессором давления используются регулирующие клапаны с ручным дублером для дистанционного управления потоком среды.

Путем совместного использования компрессора, электромагнитных клапанов, гидроаккумуляторов можно создать высокочастотные колебания в пневматической системе с перекачиваемой жидкостью. Создание таких колебаний в системе позволяет анализировать пробои и утечки.

Для создания высокочастотных колебаний в пневматической в данной конфигурации системы могут быть созданы путем модуляции давления, поступающего из компрессора, с помощью соответствующих управляемых клапанов, то есть при имеющихся в наличии электромагнитных клапанов в системе можно управлять ими таким образом, чтобы периодически открывать и закрывать подачу давления, что в свою очередь может создавать периодические колебания в системе.

Гидроаккумуляторы также могут быть задействованы для сглаживания колебаний и обеспечения стабильного давления в системе, что важно для создания высокочастотных колебаний.

При генерации высокочастотных колебаний система подвергается воздействию высокочастотных волн, которые могут выявить утечки или пробои в системе. Путем анализа реакции системы на эти колебания можно выявить возможное местоположение утечки и принять меры по их устранению.

Таким образом можно рассмотреть применение акустического метода, который позволяет выявить утечки по звукам, которые возникают из-за протечек в системе. Высокочастотные колебания создают в системе характерные звуковые волны, которые можно прослушивать с помощью специальных датчиков или микрофонов.

Применение акустического метода для локализации утечек может позволить точно определить местонахождение проблемного участка в системе. Например, путем измерения акустических сигналов и анализа их спектра можно определить, где именно происходит утечка или неплотность в системе.

Таким образом, сочетание высокочастотных колебаний и акустического метода позволяет эффективно проводить диагностику и локализацию утечек в гидравлических системах, что помогает быстро обнаружить и устранить проблемы, повышая надежность и эффективность работы системы.

Также с помощью пневматической части можно создавать противодействие в гидравлической части. С помощью созданного противодействия можно регулировать уровень расхода утечки (увеличивать или уменьшать). Но стоит учесть, что при сильной подаче давления в гидравлической части системы компрессором могут возникнуть воздушные пробки, которые могут привести к неполной или нестабильной передаче давления, что в итоге отразится на работе оборудования, этот фактор также стоит учитывать.

Для визуализации работы пневматической части было использовано программное обеспечение «CoDeSyS». Пример собранной схемы пневматической части в ПО «CodeSyS» представлен на рисунке 2.

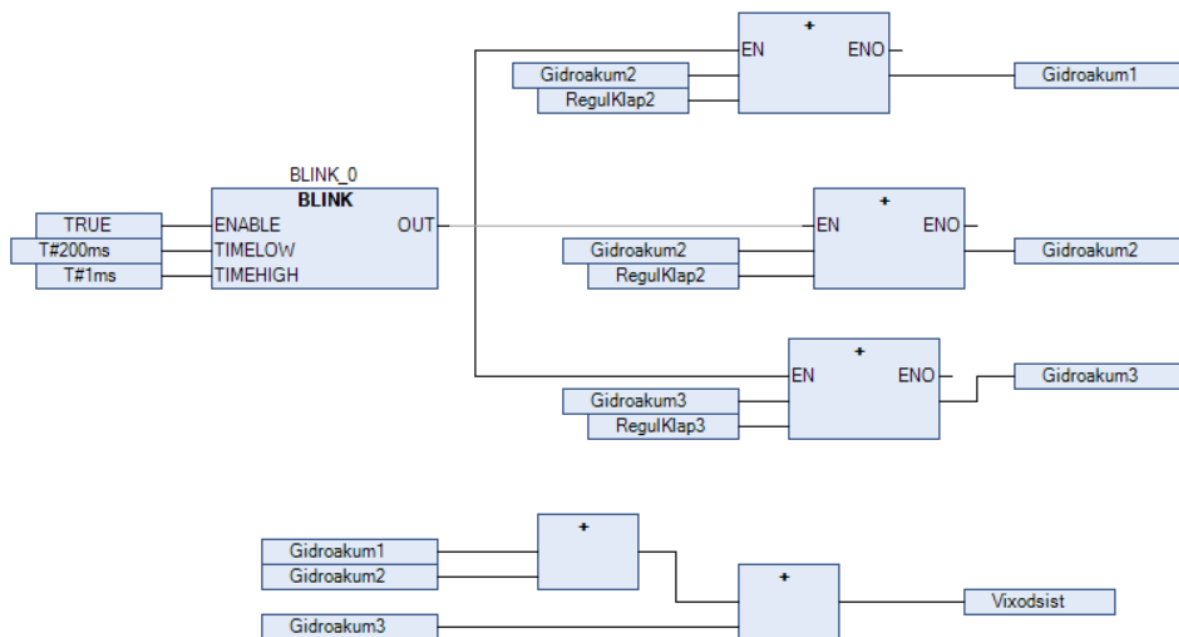


Рис. 2. Собранная пневматическая часть в ПО «CodeSyS»

Здесь мы можем видеть, что компрессором создается постоянное давление, входными переменными «RegulKlap1», «RegulKlap2» и «RegulKlap3» задается степень открытия и степень пропускания сигнала от компрессора и эти значения записываются в переменные «Gidroakum1», «Gidroakum2» и «Gidroakum3» далее все эти значения будут складываться между собой для того, чтобы определить значения на выходе системы.

Пример запуска программы в ПО «CodeSyS» представлен на рисунке 3.

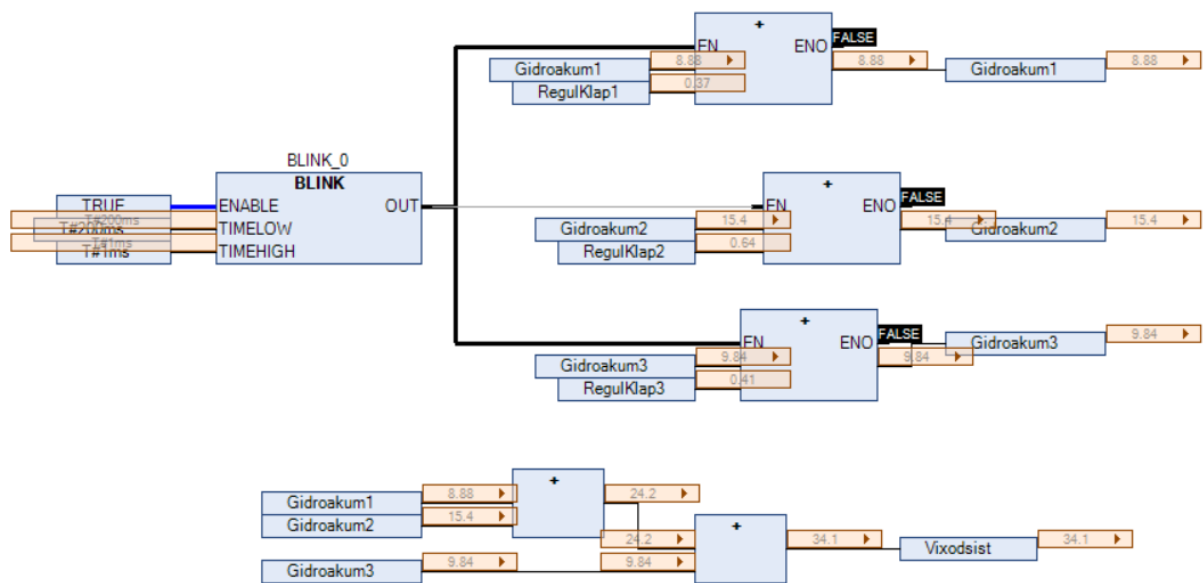


Рис. 3. Работа программы в ПО «CodeSys»

Для более лучшей визуализации было использовано следующее программное обеспечение «SimpleScada». Пример собранной модели представлен на рисунке 4.

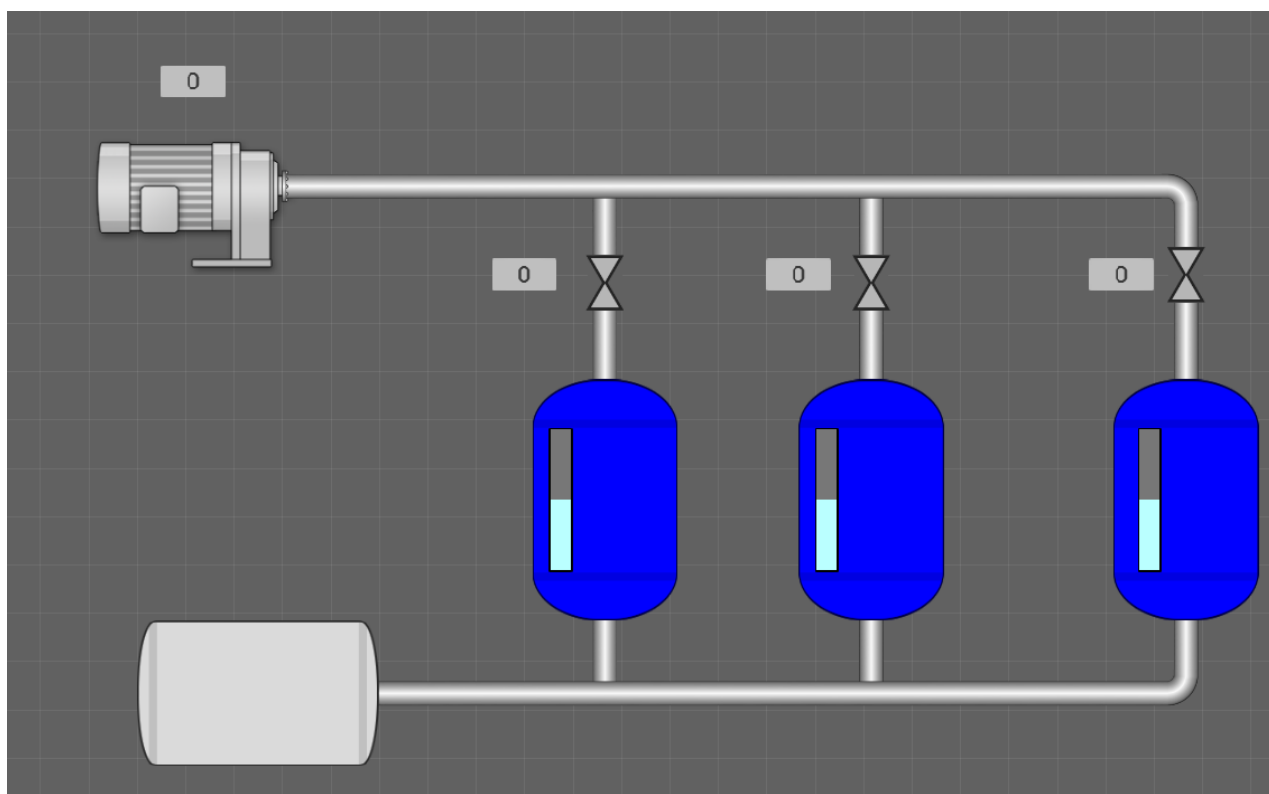


Рис. 4. Визуализация собранной схемы в ПО «SimpleScada»

Заключение

В ходе выполнения данной работы были изучены основные законы пневматики, методы обнаружения утечек с помощью пневматики, а также была разработана модель в ПО «CodeSys» и была проведена визуализация проекта с помощью ПО «SimpleScada».

Ценность данной работы заключается в возможности различного применения стенда физического подобию, например, обучение нового персонала технологическим процессам. На них

можно демонстрировать работу оборудования, процессы производства без непосредственного воздействия на рабочее оборудование, также можно моделировать различные процессы реальных условий и проводить оптимизацию технологических процессов.

Список использованных источников

1. Филипас А.А. Разработка стенда физического подобия "Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости" / А.А. Филипас, А.В. Мигель // Современные проблемы машиностроения: сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, г. Томск. 26-30 октября 2020 г. – Томск: Томский политехнический университет, 2020. – [С. 216-217].
2. Донской, А.С. Основы пневмоавтоматики: Учебное пособие/ А.С. Донской. – Санкт–Петербургский политехнический университет Петра Великого: Политехнического университета, 2016. – 77 с.
3. Костенко, Л.Н. Обоснование параметров и разработка устройства противодействия впрыску регулировочных стенов топливных систем дизелей: специальность 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Костенко Леонид Николаевич. – Уфа, 2013. – 16 с.
4. Красильников, А. В. Методика проектной оценки характеристик системы поддержания давления гидродинамического стенда / А. В. Красильников // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 71-75.