

УДК 681.3.06

# МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ УРОВНЕМЕР

**В. Ю. КУЗЬМИНОВ** – Директор ООО «Первая Приборная Фабрика»

**А. Г. ФРОЛОВ** – Главный инженер ООО НПО «Неотехнология»

**Ни одна, пусть самая современная и «навороченная» АСУ ТП, не даст эффекта без хорошего полевого оборудования. Бессмысленно надеяться на изощренность методов управления, математические модели производства и т.п., получая искаженную информацию о реальном состоянии технологического процесса [1]. Основа управления, контроля или регулирования – достоверная исходная информация. Только высокая и гарантированная точность результатов измерений обеспечит правильность принимаемых решений.**

Основным направлением ученых и разработчиков измерительных датчиков, является их интеллектуализация, позволяющая улучшить характеристики, уменьшить погрешности при обработке сигнала, повысить быстродействие. Перспективным направлением является также функция самодиагностики. Однако не следует забывать, что в современных условиях определяющим является влияние экономических факторов: соотношение цена – качество, жизненный цикл датчика, затраты на обслуживание и т.п.

Обратимся к уровнемерии. Ее задача является широко распространенной и очень важной для управления различными технологическими процессами во многих отраслях промышленности. При наличии большого разнообразия уровнемеров, отличающихся методом измерения и различных сред измерения, рассмотрим уровнемер для жидкостей и нефтепродуктов. Анализ известных сегодня уровнемеров, применяемых в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, показал, что перспективными и относительно новыми приборами измерения уровня являются ультразвуковые магнитострикционные преобразователи уровня. Их отличает сравнительно низкая себестоимость изготовления, высокая точность измерений, широкий диапазон преобразования уровня с разрешением не хуже 1,0 мм. Простая конструкция первичного преобразователя уровня удешевляет настройки и обслуживание, обеспечивает высокую эксплуатационную надежность.

Мировыми лидерами в исследованиях, разработке и производстве являются крупнейшие фирмы-производители: MTS (США), Balluff (Германия), Schlumberger Industries (Франция) и другие. В России производством данной группы приборов занимаются производственные ЗАО ПТФ «НОВИНТЕХ» (г. Королев, Московская область), НПП «СЕНСОР» (г. Заречный, Пензенская область), «Первая Приборная фабрика» (г. Рязань). Отличительной особенностью зарубежных магнитострикционных приборов является высокая стоимость и сложность конструкции при лучших технических и эксплуатационных характеристиках по сравнению с известными отечественными аналогами.

Принципу работы магнитострикционных преобразователей посвящено много статей, публикаций, авторских свидетельств и патентов. Рассмотрим два практических метода изготовления магнитострикционных преобразователей на примере продукции «Первой Приборной Фабрики» (г. Рязань) и американской корпорации MTS Systems.

Магнитострикционный преобразователь производства «Первой Приборной фабрики» (Рис. 1) содержит узел возбуждения и звукопровод, охваченный электрическими обмотками. Звукопровод и обмотки размещены по всей длине преобразователя. В узле возбуждения периодически создаются короткие импульсы упругой деформации. Эти колебания, распространяясь по звукопроводу, наводят ЭДС в обмотках в зонах действия магнитной системы поплавков.

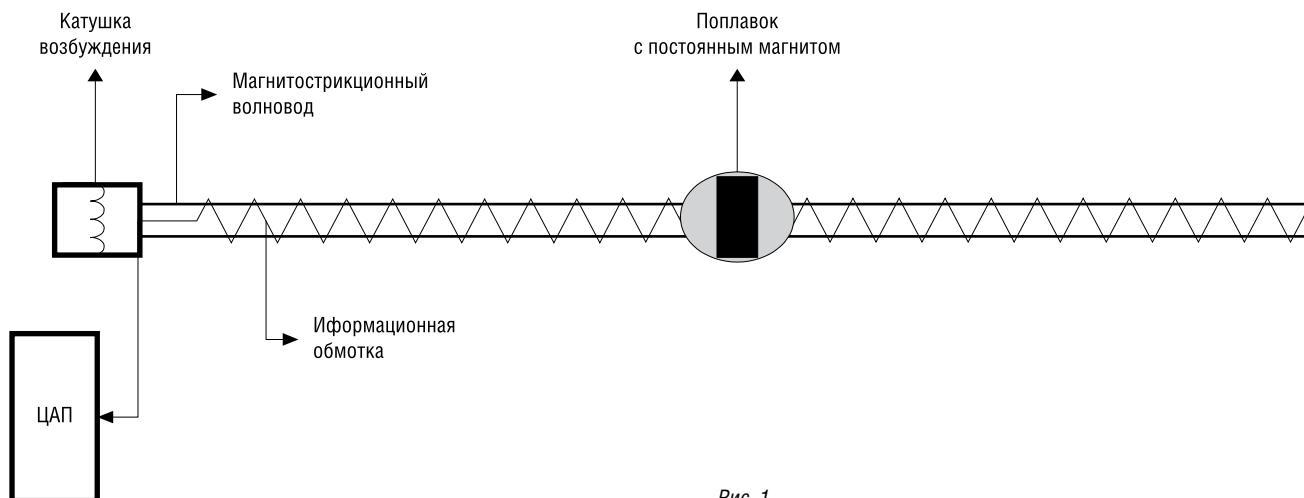


Рис. 1

Сигналы с обмоток после усиления и формирования преобразуются в цифровые значения измеренных уровней. Преобразование выполняется с учетом изменения скорости распространения колебаний в звукопроводе в рабочем диапазоне температуры и вызванного факторами старения, что позволяет минимизировать дополнительную температурную погрешность измерений и обеспечивает их долговременную стабильность. Принципы построения датчиков обеспечивают высокоточные, стабильные в течение срока службы измерения уровня в жестких условиях эксплуатации. Периодическая поверка датчиков проводится без демонтажа, в условиях эксплуатации.

«Стержнем» измерительной системы корпорации MTS Systems (Рис. 2) является ферромагнитный измерительный элемент, использующийся как волновод, по которому распространяется торсионная ультразвуковая волна до преобразователя импульсов. Измеряемая позиция определяется положением постоянного магнита, который окружает волновод. Этот магнит создает магнитное поле в волноводе и связан с объектом измерения.

При измерении короткий импульс тока посылается из электронной части сенсора с помощью волновода. При перемещении импульса возникает радиальное магнитное поле вокруг волновода. При пересечении с магнитным полем постоянного магнита-позиционера, возникает,

согласно эффекту Видемана, пластическая деформация магнитострикционного волновода, которая является высокодинамичным процессом, вследствие скорости токового импульса. Из-за этого возникает ультразвуковая торсионная волна, которая распространяется от места возникновения в оба конца волновода, однако в одном из концов она полностью гасится и, таким образом, помехи и искажения сигнала исключаются. Детектирование и обработка торсионного импульса происходит на другом конце волновода в специальном преобразователе. Преобразователь торсионных импульсов состоит из расположенной поперек волновода и жестко связанной с ним полосы из магнитострикционного металла; детектирующей катушки индуктивности и одного неподвижного постоянного магнита.

В преобразователе торсионного импульса, сверхзвуковая волна вызывает изменение намагниченности металлической полосы согласно эффекта Виллари. Следующее из этого временное изменение поля постоянного магнита индуцирует электрический ток катушке индуктивности. Этот возникающий электрический сигнал окончательно обрабатывается электроникой датчика.

Торсионная ультразвуковая волна перемещается по волноводу с постоянной скоростью звука. Точное определение позиции получается измерением времени между стартом токового импульса и времени возникновения ответного электрического сигнала, которое определяется в преобразователе торсионных импульсов при детектировании ультразвуковой волны [2].

Основным преимуществом отечественных преобразователей перед зарубежными аналогами является простота конструктивного выполнения, отсутствие промежуточных магнитоакустических каналов передачи информации, возможность удаления электронного усилительного каскада от источника сигнала обмотки акустоэлектрического преобразователя на определенное расстояние. Использование этого преимущества для дальнейшего развития, и совершенствования преобразователей, позволяет значительно повысить их надежность, технологичность, и быстродействие, а также возможность нормального их функционирования в широком температурном, ударном и вибрационном диапазоне, в агрессивных средах.

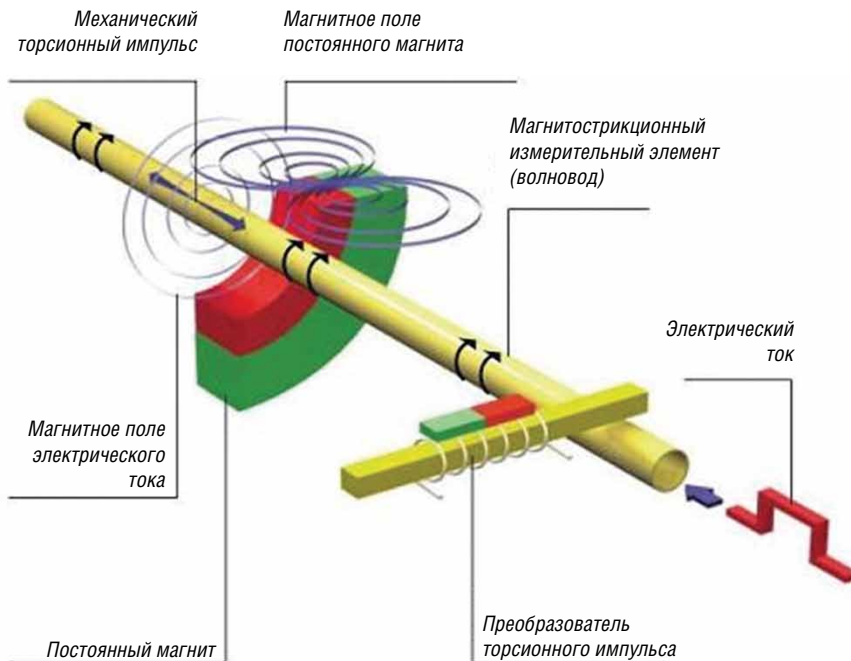


Рис. 2

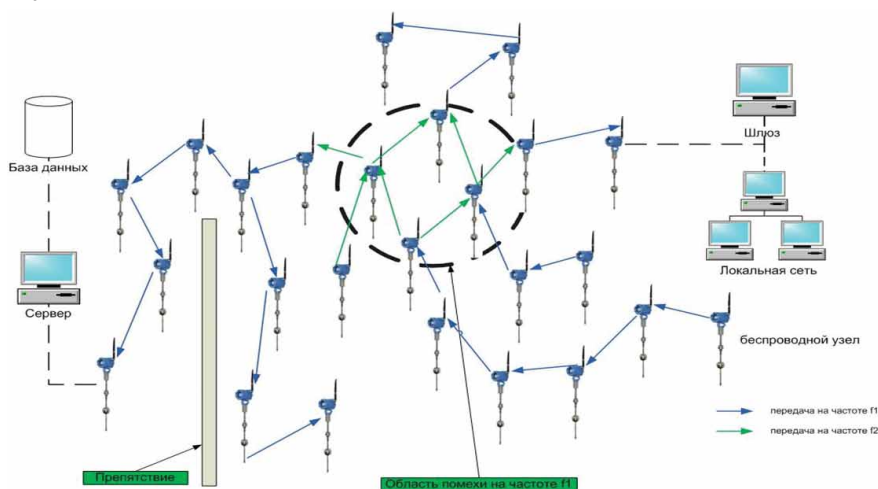


Рис. 3

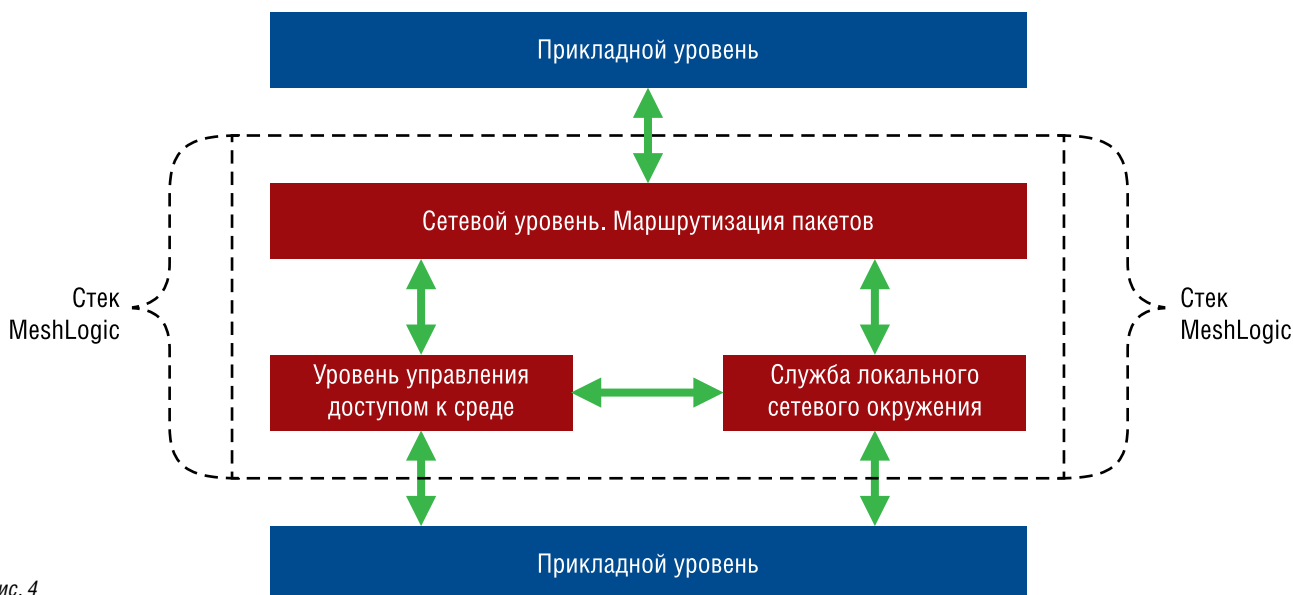


Рис. 4

Дальнейшее развитие магнитоотрицательных преобразователей направлено на оптимизацию параметров с помощью математической модели [3], разработку способов повышения точности и быстродействия [4], повышение точности магнитоотрицательных преобразователей на основе спектрального анализа характеристик их волноводов [5], повышение точности и помехозащищенности магнитоотрицательных преобразователей на основе DSP технологий [6], исследования по совершенствованию и созданию магнитоотрицательного преобразователя, работающих в специальных условиях эксплуатации [7].

Еще одним немаловажным фактором является способ передачи информации от датчиков на верхний уровень. Появление беспроводных сенсорных сетей позволило решить следующие задачи:

- Отказаться от прокладки кабелей для электропитания и передачи данных;
- Понизить стоимость монтажа, пуско-наладки и технического обслуживания датчиков;
- Понизить ограничения при внедрении новых датчиков на эксплуатируемом объекте;
- Возможность внедрения новых датчиков на эксплуатируемом объекте без вмешательства в процесс функционирования.

На рис. 3 показана организация связи многоячейковой сети. Она характеризуется:

- Масштабируемостью: большое количество узлов в сети (~102...104);
- Энергетической эффективностью: длительный срок эксплуатации;
- Самоорганизацией: адаптируемость к условиям окружения;
- Многоячейковой топологией: отказоустойчивость и гибкость;
- Совместной обработкой информации.

Магнитоотрицательные преобразователи производства «Первой Приборной фабрики» опираются на платформу беспроводных сетей MeshLogic (Рис. 4), также отечественной разработки.

Основная топология – многоячейковая сеть. В сети все узлы равноправны и являются маршрутизаторами. Не требуется планирование размещения узлов в пространстве. В беспроводной сети используются приемопередатчики с расширением спектра методом прямой последовательности в диапазоне 2,4 ГГц. Для обеспечения помехоустойчивости реализована распределенная система динамического выбора частотного канала.

Таким образом, уровень отечественных разработок не уступает по техническим характеристикам зарубежным аналогам, но имеет более привлекательную стоимость.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. – М.: Инфа-Инженерия, 2008. – 928 с.
2. www.sensor.ru Козлов Е. Ю. Магнитоотрицательные датчики уровня и линейных перемещений Temposonics компании MTS Sensors.
3. Пчелинцева О. Н. Моделирование бездемферных магнитоотрицательных преобразователей уровня на крутильных волнах. Автореферат на соискание степени к.т.н.
4. Герасимова Л. Н. Магнитоотрицательные преобразователи положения с повышенной точностью и быстродействием. Автореферат на соискание степени к.т.н.
5. Радов М. Ю. Повышение точности магнитоотрицательных преобразователей на основе спектрального анализа характеристик их волноводов. Автореферат на соискание степени д.т.н.
6. Вдовин А. Ю. Повышение точности и помехозащищенности магнитоотрицательных преобразователей на основе DSP технологий. Автореферат на соискание степени д.т.н.
7. Прошкин В. Н. Конструкторско-технологические способы совершенствования магнитоотрицательных преобразователей линейных перемещений для специальных условий эксплуатации. Автореферат на соискание степени д.т.н.
8. www.meshlogic.ru ■



ПЕРВАЯ ПРИБОРНАЯ ФАБРИКА

**ООО «Первая приборная фабрика»**  
**390000, г. Рязань, ул. 3 Бутырки, 1**  
**тел./факс (4912) 95-04-87, 95-04-89, 99-36-21**  
**e-mail: market@rossens.ru**  
**www.rossens.ru**