

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РАСХОДОМЕРА МАЛЫХ РАСХОДОВ ЖИДКОСТИ

д.т.н., проф. Юсупбеков А.Н., д.т.н., магистрант каф АПП Ортиков Э.Э.,  
магистрант каф АПП Тухтасинов Д.Х.

*Ташкентский государственный технический университет*

1. Введение. Методы и приборы для измерения расхода жидкостей обладают рядом существенных недостатков, из которых основным является наличие контакта чувствительного элемента с контролируемой средой. Специфические особенности процессов химической технологии определяют необходимость использования вспомогательной аппаратуры для защиты приборов от коррозии, отделения их от взрывоопасных и токсичных сред. Применение бесконтактных методов и приборов для измерения расхода, устраняют этот недостаток. В предыдущей работе рассматривалась задача построения высокоэффективных бесконтактных измерительных преобразователей малых расходов жидких сред (капельного расхода жидкости) [1]. С целью интеллектуализации процессов обработки результатов измерений таких датчиков предлагалось использовать аппарат нейронных сетей [2]. Ниже рассмотрим бесконтактные электромагнитные расходомеры измерения малых потоков жидкости, вопросы интеллектуализации технологических процессов измерения и управления ими.

2. Электромагнитный расходомер малых потоков жидкости. В индукционном [3] расходомере используется эффект возникновения электрического тока в проводнике, перемещающемся в магнитном поле.

Протекающая жидкость отождествляется с проводником, т.е. она должна обладать определенной минимальной проводимостью. Согласно закону Фарадея в обладающей электрической проводимостью жидкости, протекающей через магнитное поле, возникает электрическое поле. Контролируемый поток жидкости движется по армированной изолятором трубе, в стенках которой перпендикулярно направлению магнитного поля (штриховые стрелки) и направлению потока (сплошная стрелка) установлены два диаметрально расположенных электрода. С них снимается напряжение, пропорциональное средней скорости  $v$  потока. Этот образованный высокоомным источником сигнал порядка нескольких милливольт с помощью кабеля проводится к измерительному преобразователю, усиливающему сигнал и осуществляющему его дальнейшую обработку. В стенки трубопровода диаметрально противоположно (заподлицо с внутренней поверхностью трубы) заделаны измерительные электроды. Под действием магнитного поля ионы, находящиеся в жидкости, перемещаются и отдают свои заряды измерительным электродам, создавая в них ЭДС  $E$ , пропорциональную скорости течения жидкости. К электродам подключен измерительный прибор, шкала которого отградуирована в единицах расхода.

Величина ЭДС в случае постоянного магнитного поля определяется основным уравнением электромагнитной индукции

$$E = B d v_{cp},$$

где  $B$  — магнитная индукция в зазоре между полюсами магнита;  $d$  — внутренний диаметр трубопровода (длина проводника);  $v_{cp}$  — средняя скорость потока жидкости.

Выразив скорость через объемный расход  $Q$ , получим (для трубопровода круглого сечения)  $E = 4BQ/(\pi d)$ . Из этой формулы следует, что при однородном магнитном поле ЭДС прямо пропорциональна объемному расходу.

Основным недостатком электромагнитных расходомеров с постоянным магнитным полем является возникновение на электродах гальванической ЭДС и ЭДС поляризации.

Поэтому предпочтительно в электромагнитных расходомерах применять переменное магнитное поле.

Если магнитное поле изменяется во времени  $\tau$  с частотой  $f$ , то для трубопроводов круглого сечения ЭДС:  $E = B_{max} dv_{cp} \sin\omega$ , или  $E = \frac{4Q}{\pi d} B_{max} \sin\omega\tau$ , где  $B_{max} = \frac{B}{\sin\omega\tau}$  — амплитудное значение магнитной индукции;  $\omega = 2\pi f$  — круговая частота.

3. Интеллектуальные датчики (ИД). Эффективность работы АСУТП в значительной мере зависит от интеллектуальности информационно измерительных систем, в частности, применяемых датчиков. Интеллектуальным датчиком [4] считается первичный преобразователь, выполняющий одну (или несколько) из следующих функций: линеаризация, масштабирование, калибровка, нормализация, фильтрация, сжатие, устранение ошибок, статистическая обработка, корректировка нулевого уровня, самодиагностика, обработка результатов измерений.

В состав интеллектуального датчика входят два взаимосвязанных блока: чувствительный элемент (сенсор) и преобразователь(Пр.).

ИД = Сенсор + Преобразователь

Пр. = МП (ОЗУ, ПЗУ) + АЦП + Сетевой контроллер

Выбор микропроцессора определяется техническим заданием на ИИС и зависит от требуемого числа входов и выходов, их типа (аналоговый, дискретный) и необходимого объема памяти. Примером может быть однокристалльный МП с управлением на уровне команд: МП серии К580 (аналог Intel 8080).

*Управляющие функции.* В последнее время все большее число добавочных функций, непосредственно связанных с управлением технологическим процессом, стали возлагать на интеллектуальные датчики (особенно при их использовании с полевой сетью Foundation Fieldbus). Для реализации этих функций в память микропроцессора датчика вводится соответствующий набор типовых программных модулей, а их инициация и параметризация проводятся дистанционно оператором с помощью простейшего графического конфигуратора. В качестве типовых программных модулей используются простейшие арифметические и логические элементы, таймер, элемент чистого запаздывания, интегратор, регуляторы P, I, PI, PD, PID, с помощью которых легко создаются конкретные алгоритмы регулирования разных видов, блокировочные зависимости, алгоритмы смешивания и другие алгоритмы управления технологическими процессами.

4. Предлагаемые ИД системы способны выполнять все функции измерения и контроля в реальном масштабе времени без задействования больших и дорогих ЭВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юсупбеков А.Н., Абдукадыров А.А., Ортиков Э.Э. “Интеллектуализация измерения малых расходов жидкости”/ Андижон машинасозлик институти “Ислом Каримов - Ўзбекистон Республикасининг Биринчи Президенти ва буюк давлат арбоби” мавзусидаги вазирлик миқёсидаги илмий-амалий анжуман 2018 йил 21 февраль. 4-китоб 11-15-бет.

2. Н.Р.Юсупбеков и др. Интеллектуальные системы управления и принятие решений / Ташкент: Государственное научное издательство «Ўзбекистон миллий энциклопедияси», 2014. – 490с.

3. Раннев Г. Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с. ISBN 978-5-7695-5979-2

4. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов» — 3-е изд., перераб. и доп. – Москва.: Машиностроение, 1983. – 424 с.