

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ СИМАГ-11

Ю.А. Мурашев (ООО "Геолинк")

Описаны принцип работы, конструктивные и функциональные особенности электромагнитных расходомеров (ЭМР) СИМАГ-11. Указаны области их применения.

### Принцип работы электромагнитного расходомера

Любой водный раствор, кроме дистиллированной или глубоко очищенной воды, является электролитом, то есть в нем присутствуют диссоциированные молекулы солей, кислот, оснований. Таким образом, в водном растворе практически всегда есть свободные носители заряда. В естественных условиях число катионов и анионов равно, и жидкость электрически нейтральна.

При движении жидкости по трубопроводу вместе с массой воды переносятся и свободные носители заряда. А направленное движение заряженных частиц является электрическим током. Только в движущейся нейтральной жидкости текут два тока, образованные потоком анионов и катионов, равные по модулю и противоположные по направлению. Если поместить поток жидкости в магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны потоку, то на каждую движущуюся заряженную частицу будет действовать сила Лоренца ( $F_L$ ), направление которой будет перпендикулярно вектору индукции магнитного поля и вектору скорости заряженной частицы. В результате положительно и отрицательно заряженные частицы будут смещаться в противоположные стороны, то есть произойдет разделение объемных зарядов в жидкости. До каких пор заряды будут разделяться? Казалось бы, если магнитное поле достаточно протяженное, то все заряды должны пространственно разделиться? Однако это не так. При разделении объемных зарядов на них из-за электростатического взаимодействия начинает действовать сила Кулона ( $F_K$ ). Если  $F_L$  разделяет заряды, то  $F_K$  притягивает разноименно заряженные частицы. В какой-то момент  $F_L = F_K$ . В основе принципа действия ЭМР лежит именно стационарное равновесие между  $F_L$  и  $F_K$  (рис. 1). Степень разделения зарядов зависит в этом случае от величины  $F_L$ , а она, в свою очередь, — от скорости потока жидкости. Запишем условие наступления такого равновесного состояния с учетом ортогональности векторов скорости и индукции поля:

$$F_L = F_K \text{ или } qvB = qE, \text{ откуда } E = vB,$$

где  $q$  — разделенный заряд;  $v$  — модуль скорости потока;  $B$  — модуль индукции магнитного поля;  $E$  — модуль напряженности электрического поля, создаваемого разделенными зарядами.

Таким образом, разность потенциалов между измерительными электродами зависит только от скоро-

сти течения жидкости, индукции магнитного поля и расстояния между электродами:

$$\Delta\varphi = Ed = vBd,$$

где  $d$  — расстояние между электродами.

Объемный расход  $Q = vS$  и разность потенциалов между электродами прямо пропорциональны скорости течения, а значит, прямо пропорциональны друг другу:

$$\Delta\varphi = QBd/S,$$

где  $S$  — площадь сечения трубы.

Отсюда видно, что измеряемое на электродах напряжение прямо пропорционально объемному расходу проводящей жидкости.

Внутреннее сопротивление такого возникающего магнитогидродинамического источника тока велико. Чтобы электроды не шунтировались металлом трубы, и не происходило разряда разделившихся ионов друг на друга по стенке трубы, внутренняя поверхность ЭМР должна быть покрыта изоляционным материалом — футеровкой. Материал футеровки определяет химическую совместимость и физическую стойкость преобразователя расходомера.

В идеальном случае измеряемый на электродах сигнал прямо пропорционален расходу. На практике на эту простую зависимость влияет множество факторов — электрохимический шум, наводки, турбулентность потока. От того, насколько производителю удастся справиться с этими нюансами, зависят метрологические характеристики и надежность продукта.

### СИМАГ-11 — новое качество измерения расхода

Электромагнитный расходомер СИМАГ-11 является результатом многолетнего сотрудничества компаний Геолинк и SIMA. Этот передовой прибор сочетает качество изготовления проточной части, современный точный и функционально насыщенный электронный блок. В базовой комплектации расходомер имеет настраиваемый импульсный/частотный выход, два входа для датчиков температуры и один для датчика давления, цифровой интерфейс RS-485. Аналоговый выход 4...20 мА опционален. Расходомер имеет ЖК-дисплей и пятикнопочную клавиатуру, развитый набор функций меню, широкий диапазон питающих напряжений. Выпускаются расходомеры на трубы Ду10...1500.

Конструктивное исполнение. Для различных применений можно вы-

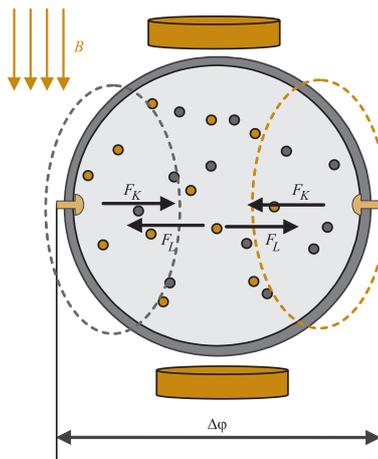


Рис. 1

брать отдельное или компактное конструктивное исполнение расходомера (рис. 2 и 3). В отдельном исполнении вторичный преобразователь СИМАГА имеет качественный пластиковый корпус, обеспечивающий степень пылевлагозащитности IP65. Электронная часть и первичный преобразователь в этом случае соединяются при помощи специального кабеля. Удаление электронного блока от проточной части может достигать 30 м. В компактном исполнении вторичный преобразователь размещается в герметичном промышленном алюминиевом корпусе непосредственно на проточной части. Это обеспечивает более высокую помехозащищенность прибора. Если отдельное исполнение, как наиболее бюджетное, популярно в ЖКХ, то компактное чаще всего востребовано на промышленных предприятиях. В расходомере используются первичные преобразователи с фланцевым креплением, что позволяет точно позиционировать проточную часть расходомера в измерительной линии, повышая качество измерения.

*Футеровка внутри первичного преобразователя* выполняется технической резиной или фторопластом. Резиновая футеровка предназначена для неагрессивных сред и температур жидкости до 70°C (чаще всего для измерения расхода чистой воды). Фторопласт применяется для агрессивных жидкостей и высоких температур (до 150°C), например, для измерения расхода осадка на очистных сооружениях, расхода аммиачной воды на станциях водоподготовки, растворов кислот и щелочей на химических комбинатах, растворов целлюлозы на ЦБК.

*Измерительные электроды.* Правильный выбор материала измерительных электродов чрезвычайно важен для продолжительной эксплуатации ЭМР. Если среда агрессивная, то отсутствие химической стойкости материала электрода к среде приведет к его коррозии, разрушению, нарушению герметичности первичного преобразователя. Для различных сред электроды могут изготавливаться из нержавеющей стали, а также хастеллоя, титана, тантала, платины.

*Очистка электродов.* Электроды — чувствительная часть ЭМР, соприкасающаяся со средой. От их состояния в процессе эксплуатации зависит стабильность метрологических характеристик. Содержащиеся в водных растворах соли, гидроксиды и жиры могут образовывать на поверхности электродов пленку, что повлияет на показания прибора. СИМАГ имеет встроенную систему автоматической очистки электродов. Действует она

просто. С задаваемой в меню периодичностью на измерительные электроды подается небольшое напряжение, в результате чего на них начинает протекать электрохимическая реакция электролиза воды. Результатом электролиза является выделение пузырьков газообразного водорода и кислорода на металлической поверхности, которые и разрушают пленку загрязнителя.

*Обнаружение "пустой трубы"* — встроенная функция СИМАГ. Измерительные электроды расположены на уровне половины сечения потока, и при их обнажении любой ЭМР будет подвергаться воздействию промышленных наводок, что приведет к ошибочным показаниям. Специальный алгоритм анализа сигнала позволяет обнаруживать обнажение электродов и прекращать измерение. Тем не менее все расходомеры, принцип действия которых основан на измерении скорости потока, предназначены для работы на заполненной трубе. Это заполнение должно обеспечиваться конструктивно правильным монтажом первичного преобразователя на восходящем участке трубопровода, обустройством П-образных сифонов и колен, обеспечивающих заполнение сенсора даже при опустошении всего остального трубопровода.

#### Особенности применения ЭМР

В узлах учета тепловой энергии расходомер СИМАГ-11 может использоваться в сочетании с тепловычислителем СИМАТ-61, что упрощает подключения датчиков и сокращает протяженность кабелей. Измеренные значения расхода жидкости, температуры и давления в цифровой форме поступают по интерфейсу RS-485 в тепловычислитель, производящий расчеты количества тепловой энергии в соответствии с заложеной в него конфигурацией контуров теплоснабжения. Один тепловычислитель осуществляет расчеты для 30 независимых контуров теплоснабжения.

Надежный сенсор СИМАГ-11 и точный и функциональный электронный блок обеспечивают расходомеру прекрасное соотношение качество/цена. Ряд встроенных функций (очистка электродов, обнаружение пустой трубы) в сочетании с различными материалами футеровки и электродов позволяют использовать СИМАГ при измерении расхода чистой воды и агрессивных сред.

Уже более десятилетия расходомеры СИМА и их преемник СИМАГ-11 успешно применяются на территории России, доказывая их исключительную надежность, стабильность качества исполнения и метрологических характеристик.

*Мурашев Юрий Александрович — ген. директор ООО "Геолинк".*

*Контактный телефон (495) 380-16-82, доб.346. [Http://www.geolink.ru](http://www.geolink.ru)*



Рис. 2



Рис. 3