

работавшей более 10 лет, идет с минимальными затратами для владельцев генерирующего оборудования. Все существующие «полевые» подключения и система ввода/вывода сохраняются, а это 60% системы управления.

Десятый гидроагрегат Воткинской ГЭС первым в стране получил сертификат соответствия участию в НПРЧ (нормированном первичном регулировании частоты).

#### Стратегия Эмерсон — лучшие решения для ГЭС и ГАЭС

Мы искренне надеемся, что описанная стратегия Эмерсон, максимально направленная на комплексное ре-

*Шавлович Зоя Анатольевна — канд. техн. наук, руководитель экспертного центра отдела энергетики в СНГ компании Эмерсон.*

*Контактный телефон (965) 085-68-14.  
E-mail: Zoya.Shavlovich@emerson.com*

шение проблем предприятий в части автоматизации ГЭС и ГАЭС, поможет многим российским предприятиям повысить энергоэффективность, безопасность и уровень надежности.

#### Список литературы

1. Филиппова Т.А., Мисриханов М.Ш., Сидоркин Ю.М., Русина А.Г. Гидроэнергетика. Уч. Пособие. Новосибирск. НГТУ. 2013. 613 с.
2. Савоськин В.В., Черкашин М.В. Решения по вибрационному контролю и диагностике состояния динамического оборудования // Автоматизация в промышленности. 2016. №3.

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ: СОСТАВ, СТРУКТУРА, ФУНКЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

**В.Б. Исаев, Ю.П. Башутин, С.А. Цыгипа, М.Н. Дудкин (Компания Эмерсон)**

*Описаны функциональные возможности решений компании Эмерсон в области автоматизации ТП в резервуарных парках. Приводятся структурные схемы систем учета продукции в резервуарах Rosemount Tank Gauging и МЕТРАН ГСУР-10, перечисляются входящие в их состав измерительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение.*

*Ключевые слова: автоматизация, резервуарные парки, учет продукции, эксплуатационные расходы, измерительные системы.*

#### Назначение систем измерения в резервуарных парках

Товарно-сырьевые парки нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий относятся к объектам общезаводского хозяйства и являются важным элементом производства. Внутри парка резервуары можно разделить на группы в зависимости от назначения. К первой и наиболее ответственной группе относятся резервуары, предназначенные для приемки, отгрузки и хранения товарной нефти и товарных нефтепродуктов. Они используются в учетно-расчетных операциях (коммерческий учет) или в качестве резервных схем для таких операций.

Требования к средствам и методикам (методам) измерения массы нефти и нефтепродуктов в резервуарах, участвующих в учетно-расчетных операциях, сформулированы в обязательных к исполнению нормативных документах (ГОСТ Р 8.595-2004. «ГСИ. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений». ГОСТ Р 8.563-2009. «ГСИ Методики (методы) измерений»).

В системах коммерческого учета для вычисления объема и массы продукта необходимы измерения параметров с максимально высокой точностью. В этом случае в составе системы используются средства измерения уровня, температуры и давления (для автоматического вычисления плотности) с минимальными значениями погрешностей. Измерение хотя бы одного из этих параметров с низкой точностью может привести к существенному увеличению погрешности вычисления объема или массы. Кроме того, необходимо обе-

спечить высокий уровень надежности, так как отказ системы измерения при приемке сырья или отгрузки товарной продукции чреват большими потерями.

Следующую группу резервуаров можно условно отнести к процессам смешения. Например, товарные бензины приготавливаются в процессе смешения из компонентов, число которых может достигать до двух десятков. Для составления рецептуры и приготовления партии товарного продукта необходима точная оперативная информация о количестве каждого компонента в резервуаре. Таким образом, основным требованием к резервуарам для хранения компонентов является оперативный учет объема и массы нефтепродуктов.

В процессе эксплуатации нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств возникают ситуации, когда проводится плановый ремонт группы установок. Процессы пуска и остановки занимают значительное время, в течение которого производится некондиционная продукция. Аналогичная ситуация возникает, когда необходим оперативный ремонт установки, участвующей в технологической цепочке, в результате чего остальные установки производят продукт, не отвечающий требованиям регламента. В этих случаях необходимы измерения массы в резервуарах хранения некондиционных продуктов для их дальнейшей переработки.

Таким образом, расчет объема и массы продукта является необходимым требованием для всех групп резервуаров. Это объясняется еще и тем, что для составления массового баланса предприятия необходи-

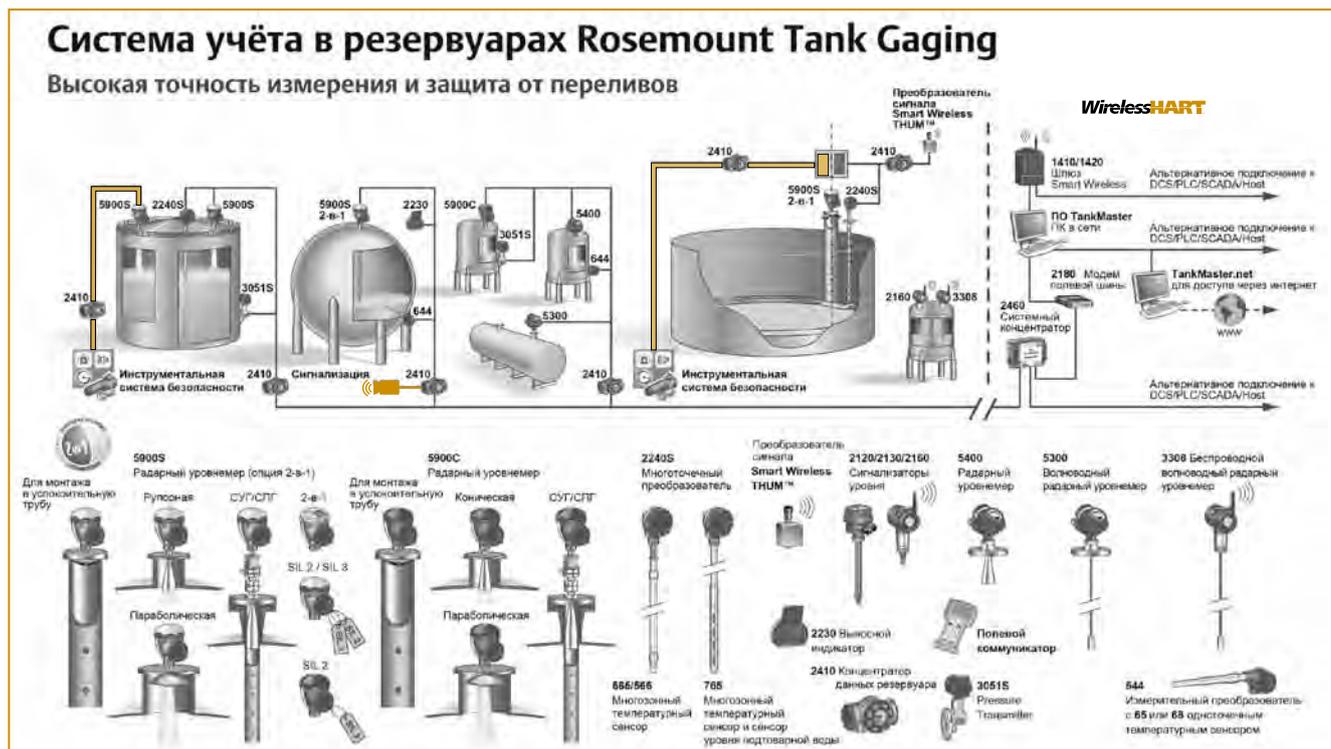


Рис. 1. Структурная схема системы ROSEMOUNT TANK GAUGING и оборудование, входящее в ее состав

ма информация об инвентарных остатках, которые аккумулируются в резервуарных парках. Обнаружение потерь и их источников при расчете массового баланса во многом зависят от погрешности измерения массы нефтепродуктов в резервуарах на момент расчета массового баланса. Таким образом, при выборе системы измерения необходимо соблюдать разумный компромисс между экономической целесообразностью и требованиями к погрешности измерения массы.

Требования к безопасности (системе ПАЗ) для раз-

ных групп резервуаров зависят от многих факторов, и поэтому их необходимо формировать на основании оценки рисков (HAZOP) и определения уровня SIL контуров ПАЗ независимой экспертной организацией (ГОСТ Р МЭК 61511. п.3. Риски и полнота безопасности. Общие требования. Требование №-116 ФЗ, приказа № 96). Это позволит исключить необоснованные затраты на систему ПАЗ и обеспечить безопасность производства [1, 2].



Рис. 2. Структурная схема системы Метран ГСУР-10

### Функциональные возможности измерительных систем Rosemount Tank Gauging и МЕТРАН ГСУР-10

Информационно-измерительные системы Rosemount Tank Gauging (рис. 1) и МЕТРАН ГСУР-10 (рис. 2) отвечают всем вышеперечисленным требованиям и могут использоваться в различных модификациях. В зависимости от решаемых задач они выполняют функции системы коммерческого или оперативного учета и системы обеспечения безопасности производства.

Системы имеют две основные функции — измерение (уровень, температура, гидростатическое давление, давление паров и пр.) и вычисление (объем, плотность и масса) с требуемой для ведения учетных операций точно-

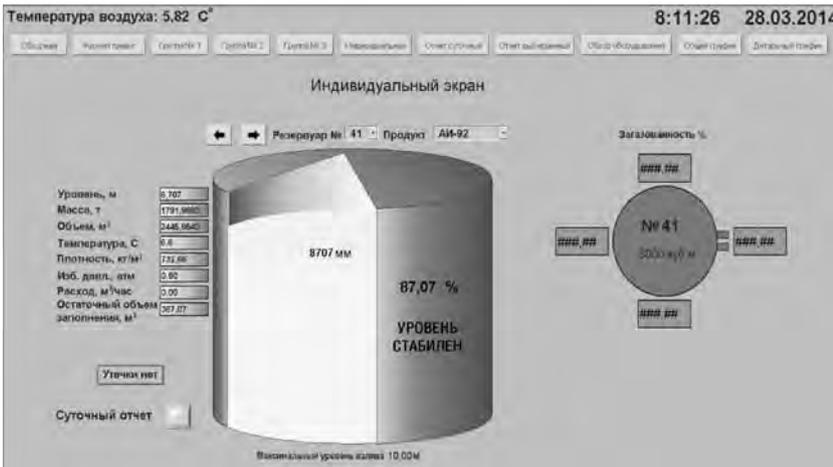


Рис. 3. Пример графического интерфейса пользователя

стью либо с точностью, достаточной для оперативного контроля. Системы обеспечивают полный контроль за состоянием резервуарных парков, параметрами продукта в резервуарах, а также вычисление объема и массы нефти и нефтепродуктов в резервуарах любых типов: под давлением и без избыточного давления, с фиксированной или плавающей крышей, в вертикальных или горизонтальных цилиндрических и сферических резервуарах. Системы позволяют гибко изменять конфигурацию на основе использования стандартных протоколов связи. Особым достоинством системы Rosemount Tank Gauging является ее полное соответствие требованиям уровня SIL2 и SIL3 по обеспечению безопасности производства согласно требованиям IEC 61508.

Вычисление объема и массы продукта проводится по показаниям датчиков уровня, температуры, давления и уровня подтоварной воды (уровень межфазного раздела "продукт-вода"). Вычисления осуществляются на основе стандартов API, ISO и ГОСТ. Значение уровня продукта калибруется по показаниям эталонной измерительной рулетки относительно реперной точки, являющейся базовой высотой. Вычисление средней температуры производится с использованием алгоритмов API, основанных на учете показаний термоэлементов, находящихся в продукте. Дополнительно могут вычисляться расход продукта (м³/ч), приведенная плотность, масса, объем брутто, приведенный объем брутто.

Вычисление объема продукта производится с использованием градуировочной таблицы резервуара, которая вводится в БД — максимально до 5000 точек. Вычисление объема в сферических и горизонтальных цилиндрических резервуарах осуществляется с использованием квадратичной интерполяции, что позволяет уменьшить число вводимых точек градуировочной таблицы резервуара.

Расчет массы продукта производится в реальном масштабе времени с использованием данных об уровне продукта, средней температуры и его плотности, определяемой на основе показаний датчика

гидростатического давления жидкости (продукта). В некоторых случаях необходимо использовать датчик измерения избыточного давления для компенсации давления в газовом пространстве резервуара.

Значения измеренных параметров от установленных на резервуаре датчиков передаются по полевой шине Tankbus в концентратор данных Rosemount 2410, который устанавливается в резервуарном парке.

Системные концентраторы данных Rosemount 2160/2460 осуществляют сбор данных измерений с модулей Rosemount 2410 и/или с уровнемеров и передают эти данные на рабочую станцию с ПО TankMaster, а также

одновременно на вход контроллера системы управления. Кроме этого, датчики, устанавливаемые на резервуаре, могут подключаться по шине Foundation Fieldbus напрямую к контроллерам систем управления без использования модуля связи Rosemount 2410. Режим «Эмуляции» позволяет включать уровнемеры Rosemount 5900S в состав существующих систем других производителей. Это может быть использовано при поэтапной замене устаревших измерительных систем в резервуарных парках, расходы на эксплуатацию которых ежегодно увеличиваются.

Полевая шина Tankbus работает с использованием стандарта передачи данных Foundation Fieldbus, который обеспечивает включение в состав системы любого полевого устройства, работающего с использованием этого протокола связи.

Подключение системы Rosemount Tank Gauging к системам "верхнего уровня" может быть осуществлено с использованием промышленных стандартов: по протоколу Modbus, по технологии OPC или по протоколу IEC 62591 (WirelessHART). Использование WirelessHART существенно сокращает затраты на проектирование, закупку, прокладку кабельных трасс и ввод в эксплуатацию оборудования автоматизации резервуарных парков. При этом не требуется проведение огневых и сварочных работ. По сравнению с другими системами интервал времени между началом проектирования и вводом в эксплуатации для системы Smart Wireless значительно меньше. Для передачи данных между резервуаром и центром сбора информации не требуется прямая видимость. Использование беспроводных линий связи в системе позволяет снизить затраты на подсистему передачи данных более чем на 40%. Беспроводные линии связи позволяют включить в состав системы удаленные резервуары, работа с которыми в составе системы была бы технически невозможна из-за длины кабельной трассы более 4 км. Использование этих резервуаров позволяет исключить ручные замеры, повысить оперативность и надежность

контроля за состоянием продукта, а также эффективность их использования.

Система МЕТРАН ГСУР-10 использует протокол IEC 62591 (WirelessHART) для беспроводного сбора данных от средств измерений, установленных на резервуарах передачи их на «верхний уровень». Система МЕТРАН ГСУР-10 является отечественным продуктом и производится АО «ПГ «Метран» (г. Челябинск).

#### Программное обеспечение Rosemount Tank Gauging и МЕТРАН ГСУР-10

Программное обеспечение рассматриваемых систем обеспечивает настройку полевого оборудования, а также настройку систем для выполнения задач учета и передачи данных измерений и вычисления в систему более высокого уровня. Кроме того, ПО предоставляет возможность создания графического интерфейса пользователя для отображения информации, измеряемой и вычисляемой системами (рис. 3). Отображение всех значений параметров продукта в резервуаре (измеренных и вычисленных) осуществляется в одном окне.

Программное обеспечение может выполнять также следующие функции:

- сигнализация достижения контролируемыми параметрами заданных значений;
- контроль за значениями параметров продукта, и выдача сигнала тревоги в случае их выхода за установленные пределы;
- контроль за возможными утечками продукта в резервуарах по значениям уровня и объема, приведенного к эталонной температуре;
- прогноз времени заполнения и опорожнения резервуаров.

В ПО возможно организовать разграничение функций и полномочий пользователей (до 20 уровней).

При группировке резервуаров по сортам или видам продукта, по расположению или другому признаку в группы на экран дисплея рабочего места оператора (и/или на печать) может выводиться любая информация по каждому резервуару и суммарная по группе резервуаров.

Реализация систем позволяет сократить эксплуатационные расходы, повысить эффективность работы персонала, обеспечить снижение потерь нефтепродуктов на этапах приема, хранения и отгрузки за счет повышения точности измерения и учета. Только повышение точности учета позволяет окупить затраты на установку системы за 1...2 г.

Системы обеспечивают централизацию и повышение эффективности управления и контроля ТП в резервуарных парках, а также информируют персонал в штатных режимах и аварийных ситуациях.

*Исаев Владимир Борисович — эксперт по автоматизации процессов нефтепереработки,*

*Башутин Юрий Павлович — специалист по автоматизации ТП,*

*Цыгина Сергей Александрович — руководитель подразделения регуляторов,*

*Дудкин Максим Николаевич — специалист по автоматизации резервуарных парков компании Эмерсон.*

*Контактный телефон (495) 995-95-59.*

*E-mail: Vladimir.Isayev@Emerson.com*

#### Средства обеспечения надежности и безопасности

Системы учета продукции в резервуарах могут быть дополнены аппаратно-программным обеспечением, расширяющим функции АСУТП в резервуарных парках. Эти средства направлены на: повышение надежности и безопасности эксплуатации; обеспечение защиты во всем спектре возможных аварийных ситуаций; исключение непредвиденных расходов при устранении последствий аварий; повышение качества готового продукта и снижение его себестоимости; минимизацию количества опасных выбросов в атмосферу. Все это достигается за счет применения инновационных запатентованных технологий и конструкции, адаптированных к суровым российским условиям эксплуатации.

К таким программно-аппаратным комплексам относятся:

- системы поддержания и восстановления газовой подушки;
- предохранительные клапаны с максимальным быстродействием и пропускной способностью;
- регуляторы, обладающие классом протечки VI по ANSI, точностью поддержания давления не хуже 1,5% на беспрецедентно низком уровне в единицы миллибар;
- огнепреградители, пламегасители и прерыватели детонации с максимально низким сопротивлением потоку;
- системы рекуперации паров;
- инновационные смотровые и пробоотборные люки, исключая утечки в атмосферу;
- системы материально-технического обеспечения (отгрузки в ж/д цистерны, автоцистерны, пр.).

Все перечисленные системы и оборудование производятся компанией Эмерсон, в том числе на российском предприятии компании АО «ПГ «Метран».

#### Заключение

Таким образом, компания Эмерсон предлагает «из одних рук» комплексное решение для автоматизации технологических и учетных операций для резервуарных парков различного назначения, направленное на повышение эффективности, надежности, безопасности производства, сокращению потерь продукции и эксплуатационных расходов.

#### Список литературы

1. Паришин А. Д., Кирюшин П. Н. Прогрессивное развитие систем ПА3: DeltaV SIS с технологией электронной кроссировки//Автоматизация в промышленности. 2016. № 3.
2. Кирюшин П. Н. Система ПА3 от риска к безопасности//Автоматизация в промышленности. 2016. № 3.