СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ «СТРУНА+»
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

Система измерительная «СТРУНА+» и другое оборудование от российской компании ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ» получили широкое распространение на рынке нефтепродуктообеспечения и промышленной автоматизации. Это объясняется высокой метрологической точностью приборов, надежностью, удобством и финансовой конкурентоспособностью. В статье описаны применяемые в системе «СТРУНА+» решения по интеграции уровнемеров, плотномеров, датчиков температуры, давления, загазованности, датчиков подтоварной воды, программного обеспечения, коммуникационных возможностей и т.д. Затронуты вопросы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ).

ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ», г. Королёв

ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ» было основано в 1993 году в подмосковном Королёве специалистами, ранее работавшими в Советском Союзе на нужды оборонной промышленности. Специализацией компании является разработка и производство измерительных систем и датчиков для мониторинга резервуаров с нефтепродуктами, сжиженным углеводородным газом (СУГ), а также с другими жидкостями, которые применяются в химической и пищевой промышленности. Потребителям пришлись по душе высокая точность, удобство и надежность этой продукции, а также ее приемлемая цена. Системы были установлены более чем на 15 тыс. объектов: АЗС, АГЗС, нефтебазах, промышленных предприятиях России и других стран.

Со временем список разработок компании значительно расширился. Сегодня наряду с сигнализаторами предельных уровней (СПУ) для систем ПАЗ и датчиками загазованности оптическими (ДЗО) выпускается главная продукция предприятия – система измерительная «СТРУНА+».

Данная система обеспечивает наивысшую в своем сегменте рынка точность измерений запасов топлива по массе, вследствие чего финансовые потери компаний из-за ошибок учета или логистики поставок минимизируются. Благодаря этому, а также другим преимуществам, о которых упоминалось выше (надежность, удобство, приемлемая цена), к настоящему времени ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ» превратилось в крупную компанию с большой дилерской сетью, чья аппаратура установлена на тысячах объектов России, Белоруссии, Казахстана, Украины, Литвы и Молдовы, а среди основных заказчиков преобладают вертикальноинтегрированные нефтяные компании (ВИНК): ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Татнефть», ОАО НК «СИБНЕФТЬ», ПАО НК «РуссНефть», ПАО «НГК «Славнефть», Росрезерв, ПАО «Сургутнефтегаз» и др.

В статье мы рассмотрим систему «СТРУНА+» для применения в сфере нефтепродуктообеспечения и других отраслях промышленности.

Система измерительная «СТРУНА+»

Автоматическая высокоточная система измерительная «СТРУНА+» позволяет вести учет по массе хранения, приема, отпуска светлых нефтепродуктов, сжиженных углеводородных газов или других жидкостей, параллельно обеспечивая экологическую и пожарную безопасность на АЗС, АГЗС, нефтебазах, промышленных предприятиях, в любых резервуарах с высотой взлива от 0,5 до 18 м. Изначально она создавалась для объектов нефтепродуктообеспечения и в основном служит для этой цели и сегодня, но теперь сфера ее применения расширилась и ее применяют на предприятиях нефтяной, газовой, химической и пищевой отраслей промышленности, где она с высокой точностью может вести учет жидкостей или включаться в контур управления технологическими процессами.

Система «СТРУНА+» выполняет следующие основные задачи:

- осуществляет высокоточные измерения уровня, температуры, плотности, давления, объема и массы светлых нефтепродуктов и СУГ (с учетом массы паровой фазы), а также агрессивных и пищевых жидкостей при приеме, отпуске, хранении и оперативном контроле на АЗС, АГЗС, нефтебазах и промышленных объектах с резервуарами с жидкостями, измеряет довзрывные концентрации горючих паров и газов;
- на основании измеренных параметров позволяет вести коммерческий учет продуктов при хранении, приеме, отпуске;
- обслуживает одной системой до 64 резервуаров, поддерживая возможность интеграции систем в сеть с единым программным обеспечением;
- позволяет подключать резервуары, удаленные на расстояния до 1200 м от шкафов системы «СТРУНА+»;
- контролирует следующие параметры:
  - уровень, температуру, плотность, давление жидкости или СУГ в резервуарах;
  - утечку продукта из резервуара;
  - перелив из резервуара и целостность напорной магистрали при приеме продукта;
  - наличие подтоварной воды в резервуаре;
  - целостность двустенных резервуаров (выполняется путем измерения давления в межстенном пространстве или уровня тосола в расширительном бачке);

Реклама

 довзрывные концентрации паров нефтепродуктов и СУГ в атмосфере рабочей зоны с помощью оптических датчиков загазованности ДЗО;

• имеет возможность управления через блок управления (БУ2) оповещателями достижения заданных порогов параметров, исполнительными механизмами (насосами, клапанами, пускателями, вентиляторами и т.д), а также передачи сигнальных параметров в шкафы автоматики;

• передает информацию в программы верхнего уровня, промышленные контроллеры, общезаводские SCADA-системы, АРМ оператора, шкафы автоматики, выполняет другие коммуникационные функции по удаленной передаче данных, включая передачу измеренных данных по Wi-Fi на планшеты и смартфоны.

К преимуществам систем «СТРУНА+» относятся: возможность измерения массы СУГ с учетом массы паровой фазы, оперативная перенастройка диапазонов измерений плотности при смене типа топлива, функции самоконтроля, метрологическая поверка без демонтажа оборудования, широкие коммуникационные возможности, межповерочный интервал 4 года, развитая функциональность, наращиваемая при необходимости по модульному принципу. Однако в первую очередь мы хотели бы заострить внимание на особой точности измерений запасов топлива по массе – наивысшей в данном сегменте рынка, так как этот фактор играет ключевую роль в коммерческом учете нефтепродуктов. Остановимся на нем подробней.

Плотномеры систем измерительных «СТРУНА+»

В состав системы «СТРУНА+» входит различное оборудование собственной разработки (рис. 1), где применены уникальные решения, что подтверждается десятками патентов на изобретения. В частности, компания «НТФ НОВИНТЕХ» одной из первых в России разработала и запатентовала уникальные плотномеры с высокими метрологическими характеристиками для реализации измерения массы нефтепродуктов и СУГ. В настоящее время производится целая линейка этих датчиков, позволяющих измерять плотность жидкостей в диапазоне от 450 до 1500 кг/м3. В соответствии с концепцией комплексного измерения всех параметров продукта в резервуарах основные измерительные датчики интегрированы в один первичный преобразователь параметров (ППП). То есть в зависимости от требований заказчика, вида продукта, типа резервуара ППП могут быть в различных вариантах исполнения и комплектоваться необходимыми датчиками. В частности, могут быть различные варианты плотномера и их количество на одном ППП, может отсутствовать датчик подтоварной воды, или к одному кабелю подключения ППП может быть подключен датчик давления или датчик уровня тосола в расширительном бачке межстенного пространства двустенного резервуара.

Погрешность ППП с погружным плотномером системы «СТРУНА+» составляет ±0,5 кг/м3 во всем диапазоне температур эксплуатации. До 5 погружных плотномеров может быть установлено на один резервуар для учета расслоения продукта. Такие плотномеры применяются и на РГС, РВС, и на резервуарах СУГ. Учет по массе СУГ с наиболее низкой погрешностью измерения плотности ±0,5 кг/м3 и учетом массы паровой фазы реализован только в системах измерительных «СТРУНА+» и не имеет аналогов по точности при коммерческом учете на АГЗС.

У компании была и другая запатентованная модель ППП с «поверхностным» плотномером с погрешностью ±1,5 кг/м3, который прослужил много лет благодаря сочетанию хороших метрологических характеристик и невысокой цены. Однако в настоящее время он снят с производства, а на замену ему в начале 2021 года выпущен новый вариант исполнения ППП с плотномером с кожухом. Такой плотномер обеспечивает погрешность измерения плотности ±0,5 кг/м3, но при этом является более экономичным, поскольку ППП реализован на одной штанге, а не на двух, как в случае с погружным плотномером, и дополнительно защищен от вихревых потоков нефтепродуктов.

Минимальный измеряемый уровень продукта у ППП с плотномером с кожухом составляет 250 мм. В случае если в резервуаре РГС требуется уменьшить величину уровня «мертвого» остатка нефтепродуктов до 120 мм, а также определять наличие подтоварной воды на уровне 25 мм и 80 мм или измерять плотность в нескольких точках по высоте взлива, рекомендуется применять двуштанговый вариант ППП с погружным плотномером. Этот вариант исполнения ППП наиболее востребован заказчиками НТФ «НОВИНТЕХ», так как отличается наилучшими характеристиками и универсальностью применения (можно применять на различных жидкостях).

Необходимо отметить, что раньше

в большинстве систем мониторинга больших резервуаров РВС с высотами до 18 м для измерения массы хранения нефтепродуктов и других жидкостей наиболее часто применялись системы с радарным, микроволновым или магнитострикционным методом измерения уровня продукта и гидростатическим методом измерения массы продукта с отдельным каналом многоточечного измерения температуры продукта. Основным недостатком таких систем была и есть невозможность точно измерять массу нефтепродуктов гидростатическим методом измерения при малом уровне наполнения резервуара. Этот уровень в зависимости от требуемой погрешности измерения массы способен достигать 2-3 м. Ввиду больших объемов резервуаров «мертвый», неизмеряемый, остаток продукта в РВС может достигать многих десятков тонн, что неприемлемо для коммерческого учета. Кроме того, прецизионные датчики давления применяемые при гидростатическом методе измерения, со временем имеют тенденцию к «смещению нуля» и требуют калибровки на воздухе раз в 3 месяца. В системах «СТРУНА+» с многоточечным измерением плотности продукта в нескольких точках таких существенных недостатков нет во всем диапазоне изменения уровня (рис. 2).

Таким образом, прецизионные погружные плотномеры систем «СТРУНА+» и датчики ППП для РВС на данный момент не имеют аналогов, дают наиболее точное измерение массы

хранения жидких продуктов и успешно конкурируют с отечественными и зарубежными значительно более дорогими системами и датчиками, представленными на рынке.

Метрологическая надежность

По сравнению с измерительными системами для РГС других производителей, в которых используются малогабаритные датчики, система «СТРУНА+» имеет большой запас метрологической надежности. Дело в том, что при сертификации таких приборов не учитывается ряд дестабилизирующих факторов, таких как налипание загрязнений из нефтепродуктов и отложение парафинов при долговременной эксплуатации. Эти факторы в системе «СТРУНА+» практически не влияют на результаты измерений из-за большого объема и массы поплавков уровня и плотности, а датчики ППП практически не требуют обслуживания при правильной эксплуатации.

Существует мнение, что резервуар как техническое устройство, обладающее измерительными функциями, можно вообще исключить из процесса измерений массы нефтепродуктов при приемо-сдаточных операциях на нефтебазах и АЗС, применив массовые расходомеры при проведении операций приема и отпуска нефтепродуктов. Такой подход, по нашему мнению, является спорным и не учитывает все аспекты учетных операций с нефтепродуктами на нефтебазах и АЗС. Погрешность измерений массы нефтепродуктов с помощью поточных массовых расходомеров значительно зависит от дозы принятого или отпущенного нефтепродукта и величины расхода. В массовых расходомерах нормируется относительная погрешность измерений массового расхода нефтепродукта, а его плотность является расчетной величиной, вычисляемой через объем нефтепродукта, прошедший через расходомер. При небольших расходах, характерных для начала и окончания любой сливо-наливной операции, или при расходах отпуска через колонку на АЗС, могут быть превышены заявленные пределы погрешности измерений массы нефтепродукта.

В случае отказа от оснащения резервуарных парков для хранения нефтепродуктов системами измерений, состоящими из уровнемеров и прецизионных точечных плотномеров, таких как в системах измерительных «СТРУНА+», невозможно будет зафиксировать утечки нефтепродуктов из резервуаров, проконтролировать перелив продукта, обнаружить случайную или умышленную убыль нефтепродукта в обход массовых расходомеров, обнаружить случайное смешение разных нефтепродуктов в резервуарах хранения, что может приводить к негативным последствиям. При выходе из строя массового расходомера учет нефтепродуктов на нефтебазе или АЗС становится бесконтрольным во всех резервуарах. Необходимо учитывать стоимость решений на основе массовых расходомеров по сравнению с комплексными измерительными системами в резервуарных парках.

Применение в системах «СТРУНА+» аттестованной методики измерений массы нефтепродуктов с погрешностью измерений плотности ±0,5 кг/м3, позволяет достичь высокой метрологической точности и надёжности измерений при хранении, приёме и отпуске нефтепродукта, а программное обеспечение даёт рекомендации по дозе приёма и отпуска нефтепродукта для достижения заданной погрешности измерения массы нефтепродукта или даёт результат вычисленной погрешности принятой или отпущенной дозы.

Поэтому к использованию для учетных операций на нефтебазах и АЗС только поточных массовых расходомеров остаются вопросы, особенно с учётом недавних событий с масштабной экологической катастрофой при незафиксированной вовремя утечке нефтепродукта из РВС.

Коммуникационные возможности системы

«СТРУНА+» – современная автоматизированная система, которая наделена всеми необходимыми функциями по сбору, хранению и передаче данных.

В плане подключения система предоставляет довольно широкие возможности, которые заказчик выбирает, исходя из своих потребностей. Она может быть оборудована: выходами USB, RS-485 (до 4 шт.; по заказу выходы RS-485 могут дополняться конверторами интерфейсов RS-485 / USB или RS-485

/ RS-232), RS-232, Ethernet, Wi-Fi, радиоканалом ZigBee до 1000 м, GSM-терминалом с передачей измеренных данных по сотовой связи. Поддерживаются коммуникационные протоколы: ModbuSTRUNA+ (в стандарте Modbus RTU), TCP/IP, HTTP, спецификация OPCDA. Есть встроенный веб-сервер.

Возможны два основных исполнения системы с различными коммуникационными возможностями: базовое (с интерфейсами RS-485, USB) и с блоком сервера БСР1 (с дополнительными интерфейсами RS-485, TCP-IP, Wi-Fi).

В базовом варианте измеренные значения и диагностическая информация выводятся на локальный блок индикации системы (БИ1) – ее основное средство человеко-машинного интерфейса. Передать данные на персональный компьютер в этом случае можно через интерфейсы RS-485 и USB. Оба выхода поддерживают внешний транспортный протокол Modbus STRUNA+. Шкафы устройств распределительных (УР) могут располагаться или в отапливаемых помещениях операторных, или в термошкафах. На больших объектах типа нефтебазы при «кустовом» подключении ППП или ДЗО между термошкафами устройств распределительных и операторной возможна реализация беспроводной связи между УР и ПК или прокладка оптоволокна с соединением всех УР и ПК по TCP-IP. Дополнительные коммуникационные возможности можно реализовать с помощью преобразователей интерфейсов, которыми при необходимости дополняют систему. Так, выходы RS-485 по заказу комплектуются конверторами интерфейсов RS-485 / USB или RS-485 / RS-232.

При дополнении системы блоком БСР1 в первую очередь появляется возможность удаленного мониторинга и управления в режиме реального времени: по протоколу HTTP можно контролировать состояние системы через веб-браузер, настраивать метрологические параметры (тип продукта, смещение уровня, поправки по плотности, загрузка градуировочных таблиц и т.д.), менять алгоритмы контроля и управления. Кроме того, блок сервера выполняет функцию журнала событий, происходящих в настройках измерительной системы, подсистемы управления и модификации параметров, а также архивирует тренды измеренных параметров. БСР1 поддерживает подключение малогабаритного термопринтера для печати текущих показаний измеряемых параметров, заносит историю измерений по всем метрологическим каналам на внутреннюю карту памяти с заданным интервалом, оборудован беспроводным модулем и может работать в режиме точки доступа Wi-Fi, что удобно при настройке системы с планшета или смартфона.

С системой «СТРУНА+» может поставляться сетевая клиент-серверная программа АРМ «СТРУНА МВИ», осуществляющая расчеты по аттестованным методикам выполнения измерений (МВИ) массы продукта, ведущая расчет рекомендаций по хранению, приему и отпуску доз продукта с нормированной точностью, производящая автоматическую запись всех измеренных параметров во встроенную базу данных с выдачей трендов параметров за любой промежуток времени хранения данных. Также данное ПО, обеспечивая интеграцию, может поддерживать обмен данными с программами сторонних производителей по протоколам TCP/IP или OPC-DA (для SCADA-систем), через таблицы базы данных и файлы XML (для программы бухгалтерии 1С). Количество клиентских рабочих мест в локальной сети не ограничено в программе. Программа «Сервер Струна» входит в состав АРМ «СТРУНА МВИ», но может поставляться отдельно, как OPC или TCP IP-сервер.

Сигнализаторы предельных уровней (СПУ)

СПУ – это отдельная независимая система, которая обеспечивает выполнение функции противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) резервуаров в соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (с изменениями на 26 ноября 2015 года). Причем сами датчики имеют не только требуемые сигналы «предупредительный» и «аварийный», но и сигнал «норма». Особенно можно выделить датчик предельных уровней с буем для резервуаров с понтоном, который позволяет вывести безопасность указанных резервуаров на качественно новый уровень. Ключевой особенностью датчика является то, что он способен реагировать как на касание понтона, так и на касание с продуктом, в случае если понтон застрял, перекосился или утонул. Данное решение является запатентованным и не имеет аналогов на рынке.

Датчики загазованности оптические (ДЗО)

ДЗО сертифицированы и как самостоятельное средство измерений, и в составе измерительной системы «СТРУНА+» с возможностью магистрального монтажа до 5 ДЗО на один канал системы на расстояниях до 1200 м. Для поверки ДЗО легко извлекаются из конвертора интерфейсов без демонтажа кабельных соединений, имеют степень защиты IP66, допускающую их временное затопление, не выходят из строя при предельных концентрациях загазованности объекта, не требуют прокладки кабеля в бронерукаве, запатентованы, имеют срок службы 20 лет. Отличительными и исключительными чертами ДЗО являются цена и применение вида взрывозащиты типа «искробезопасная электрическая цепь» в отличие от большинства оптических аналогов, у которых применяется массивная «взрывонепроницаемая оболочка» с дорогостоящими бронированными кабелями.

Заключение

Система измерительная «СТРУНА+», как и другая продукция НТФ «НОВИНТЕХ», на данный момент является достойным конкурентом лучших мировых аналогов из-за запатентованных прецизионных плотномеров, позволяет проводить импортозамещение отечественными измерительными системами, которые по стоимости очень привлекательны, а по некоторым метрологическим параметрам превосходят наиболее известные системы мониторинга резервуарных парков РГС и РВС, построенных на радарном, микроволновом или магнитострикционном методе измерения уровня продукта и гидростатическом методе измерения массы продукта.

ЗАО «НТФ НОВИНТЕХ»,
г. Королёв, тел.: +7(495)234 8848,
e mail: struna@novinteh.ru,
сайт: novinteh.ru / струна.рф