

# Система измерительная «СТРУНА+»

## Комплексный подход к мониторингу резервуарных парков



В статье представлена система измерительная «СТРУНА+» и другое оборудование российской компании АО «НТФ НОВИНТЕХ», разработанные для объектов нефтепродуктообеспечения. Описаны применяемые в системе «СТРУНА+» решения по интеграции уровнемеров, плотномеров, датчиков загазованности, давления, температуры, датчиков подтоварной воды, а также программное обеспечение, коммутационные возможности и т. д.

АО «НТФ НОВИНТЕХ», г. Королёв

АО «НТФ НОВИНТЕХ» было основано в 1993 году в подмосковном Королёве специалистами, ранее работавшими в Советском Союзе на нужды оборонной промышленности. Основные направления деятельности компании – 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 (АПЖ). Системы были установлены на десятках тысяч объектов: АЗС, АГЗС, нефтебазах, промышленных предприятиях России и других стран. Среди основных заказчиков преобладают вертикально интегрированные нефтяные компании (ВИНК): ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Татнефть», ОАО НК «СИБНЕФТЬ», ПАО НК «РусНефть», ПАО «НГК «Славнефть», Росрезерв, ПАО «Сургутнефтегаз» и др.

В статье мы подробно рассмотрим главную продукцию предприятия: систему измерительную «СТРУНА+» для применения в сфере нефтепродуктообеспечения и других отраслях промышленности. В отличие от отдельной независимой измерительной системы СПУ (сигнализаторы предельных уровней), которая построена на базе аналоговых датчиков, «СТРУ-

НА+» – цифровая система, построенная на базе цифровых приборов, что дает значительные преимущества.

### 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.

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 дозрывные 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 возмож-

ность интеграции систем в сеть с единым программным обеспечением;

- ▶ позволяет подключать резервуары, удаленные на расстояние 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);
- дозрывные концентрации паров нефтепродуктов и СУГ в атмосфере рабочей зоны с помощью оптических датчиков загазованности ДЗО;
- ▶ поддерживает управление через блок управления (БУ2) оповещателями достижения заданных порогов параметров, исполнительными механизмами (насосами, клапанами, пускателями, вентиляторами и т. д.), а также передачу 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 значений по Wi-Fi на планшеты и смартфоны.

К преимуществам системы «СТРУНА+» относятся: возможность измерения массы СУГ с учетом массы паровой фазы, демонтаж датчика ППП1 для СУГ без дегазации резервуара, 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, так как этот фактор играет ключевую роль в коммерческом учете нефтепродуктов. Остановимся на нем подробнее.

#### Плотномеры систем измерительных «СТРУНА+»

В состав системы «СТРУНА+» входит различное оборудование собственной разработки (рис. 1), в котором применены решения, защищенные патентами на изобретения. В частности, компания «НТФ НОВИНТЕХ» одной из первых в России разработала и запатентовала 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/м<sup>3</sup>.

В соответствии с концепцией комплексного измерения всех параметров продукта в резервуарах основные измерительные датчики интегрированы в один первичный преобразователь параметров ППП1 (рис. 2). ППП1 могут выпускаться в разных вариантах исполнения и комплектоваться необходимыми датчиками в зависимости от требований заказчика, вида продукта, типа резервуара. В частности, на одном ППП1 могут быть до 5 плотномеров, отсутствовать датчик подтоварной воды, к одному кабелю подклю-



Рис. 2. Первичный преобразователь параметров ППП1 (контроллер)

чения ППП1 может быть подключен датчик давления или датчик уровня тосола в расширительном бачке межстенного пространства двустенного резервуара и т. д.

Погрешность ППП1 с погружным плотномером системы «СТРУНА+» составляет  $\pm 0,5$  кг/м<sup>3</sup> во всем диапазоне температур эксплуатации. На один резервуар может быть установлено до пяти погружных плотномеров для учета расслоения продукта. Такие плотномеры применяются и на РГС, РВС, и на резервуарах СУГ.

Отдельно хотим обратить внимание на исполнение ППП1 с плотномером с кожухом (рис. 3). Такой плот-



Рис. 1. Оборудование для системы измерительной «СТРУНА+»



Рис. 3. ППП1 с плотномером с кожухом



Рис. 4. В системах «СТРУНА+» с многоточечным измерением плотности продукта практически нет неизмеряемых остатков

номер обеспечивает погрешность измерения плотности  $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$ , но при этом является более экономичным, поскольку ППП1 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 ППП1 с плотномером с кожухом составляет 290 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 разлива, рекомендуется применять двухштанговый вариант ППП1 с погружным плотномером. Этот вариант исполнения ППП1 наиболее востребован заказчиками «НТФ НОВИНТЕХ», так как его можно применять на различных жидкостях.

Необходимо отметить, что раньше в большинстве систем мониторинга больших резервуаров РВС с высотой до 18 м для измерения массы хранения нефтепродуктов и других жидкостей применялись системы с радарным, микроволновым или магнитострикционным методом измерения уровня продукта и гидростатическим методом измерения массы продукта с отдельным каналом многоточечного измере-

ния температуры продукта. Основным недостатком таких систем была и есть невозможность точно измерять массу нефтепродуктов гидростатическим методом 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 измерением плотности продукта в нескольких точках таких существенных недостатков нет во всем диапазоне изменения уровня (рис. 4).

#### Датчики загазованности оптические (ДЗО)

ДЗО (рис. 5) – это цифровые приборы, которые позволяют контролировать загазованность рабочей зоны парами нефтепродуктов, СУГ. Они сертифицированы и как самостоятельное средство измерений, и в составе измерительной системы «СТРУНА+». Возможен магистральный монтаж до пяти ДЗО на один канал системы на расстоянии до 1200 м. Для поверки ДЗО легко извлекаются из конвертера 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. Вид взрывозащиты – «искробезопасная



Рис. 5. Датчик загазованности оптический ДЗО с конвертером интерфейсов КИ, через который выполняется подключение по магистральной схеме

электрическая цепь», не требующий применения дорогостоящих бронированных кабелей.

Наряду с ДЗО к одному измерительному каналу УРЗ на расстоянии до 1200 м по магистральной схеме могут быть подключены:

- ▶ до двух ППП1 (уровень, плотность, температура, подтоварная вода, объем, масса);
- ▶ цифровой датчик предельного уровня ДПУ-Ц (сигнализация уровня в резервуаре или тосола в расширительном бачке);
- ▶ одновременно ППП1 и датчик давления ДД1 (давление в резервуаре или в межстенном пространстве);
- ▶ одновременно ППП1 и ДПУ-Ц (сигнализация уровня тосола в расширительном бачке);
- ▶ одновременно ППП1 и датчик загазованности оптический ДЗО;
- ▶ одновременно ППП1, ДД1, ДПУ-Ц и ДЗО;
- ▶ до 9 датчиков давления ДД1 (давление в резервуаре и трубопроводах на АГЗС);
- ▶ датчики давления ДД1, датчики предельного уровня ДПУ-Ц.

Магистральная схема подключения позволяет экономить кабель и упрощает монтаж.

#### Датчики ДПУ-Ц

Новые датчики предельных уровней ДПУ-Ц предназначены для выполнения функций противоаварийной защиты. При установке на резервуар они могут генерировать два сигнала при приеме продукта (предупредительный и аварийный), а также контролировать минимальный и максимальный уровень продукта в резервуаре. Как и другие датчики системы «СТРУНА+», их можно дублировать или троировать на одном резервуаре.

ДПУ-Ц изготовлен из герметичной коррозионно-стойкой стальной трубы, внутри которой размещены платы с герконами, а снаружи находятся поплавки с магнитами, которые перемещаются вдоль трубы. При изменении уровня продуктов в зоне срабатывания происходит переключение герконов.

Датчик ДПУ-Ц оснащен функцией самодиагностики исправного состояния с формированием сигнала НОРМА. Поверка во время эксплуатации ему не требуется, а при необходимости регулировки порога сра-

бывания это можно осуществить оперативно, без демонтажа прибора. ДПУ-Ц имеют взрывозащиту вида «Искробезопасная электрическая цепь».

Линейка ДПУ-Ц включает несколько вариантов исполнения для разных задач. Отметим лишь один из них – датчик ДПУ-Ц (НБ/П) с бум, предназначенный для установки в резервуары с понтоном (плавающей крышей). Такой датчик позволяет контролировать положение понтона при его подъеме, а также контролировать уровень продукта в случае застревания или потопления понтона.

#### Метрологическая надежность

По сравнению с измерительными системами для РГС, в которых используются малогабаритные датчики, система «СТРУНА+» имеет большой запас метрологической надежности. Дело в том, что при сертификации малогабаритных датчиков 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 ППП1 практически не требуют обслуживания при правильной эксплуатации.

Применение в системах «СТРУНА+» аттестованной методики измерений массы нефтепродуктов с погрешностью измерений плотности  $\pm 0,5$  кг/м<sup>3</sup> позволяет достичь высокой метрологической точности и надежности измерений при хранении, приеме и отпуске нефтепродукта, а программное обеспечение дает рекомендации по дозе приема и отпуску нефтепродукта для достижения заданной погрешности измерения массы нефтепродукта или предоставляет результат вычисленной погрешности принятой или отпущенной дозы. Поэтому к использованию для учетных операций на нефтебазах и АЗС только поточных массовых расходомеров остаются вопросы.

#### 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, GSM-терминалом с передачей измеренных данных по сотовой связи. Поддерживаются коммуникационные протоколы: Modbus STRUNA+ (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 БСР2 (с дополнительными интерфейсами RS-485, TCP/IP, Wi-Fi).

В базовом варианте измеренные значения и диагностическая информация выводятся на локальный блок индикации системы (БИ1). 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 (УРЗ) могут располагаться или в отапливаемых помещениях операторных, или в термошкафах. На больших объектах типа нефтебазы при «кустовом» подключении ППП1 или ДЗО между термошкафами устройств распределительных и операторной возможна реализация беспроводной связи между УРЗ и ПК или прокладка оптоволоконна с соединением всех УРЗ 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 конвертерами интерфейсов RS-485 / USB или RS-485 / RS-232.

При дополнении системы блоком БСР2 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.

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.

Такое 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.

#### Заключение

Система измерительная «СТРУНА+», благодаря запатентованным прецизионным плотномерам, представляет собой альтернативу мировым аналогам и позволяет проводить импортозамещение.

В заключение можно сделать вывод, что из изделий производства «НТФ НОВИНТЕХ» можно создать систему коммерческого учета, систему газоанализа, систему ПАЗ как по отдельности, так и объединив их в комплексное решение.

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