

ЦИФРОВЫЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РУЛЕТКИ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Клочков Артем Сергеевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: ask130@tpu.ru

Юрченко Владислав Владимирович

Карагандинский технический университет, г. Караганда

E-mail: jurchenkovv@mail.ru

DIGITAL MEASURING TAPE FOR OIL TANKS

Klochkov Artem Sergeevich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Yurchenko Vladislav Vladimirovich

Karaganda Technical University, Karaganda

Аннотация: статья посвящена аналитическому обзору характеристик, принципов работы и построения, а также устройства и конструкции цифровых контрольно-измерительных рулеток для резервуаров с нефтепродуктами. Исследование реализуемых на данный момент моделей цифровых рулеток-уровнемеров может служить теоретической основой для планируемой в дальнейшем разработки собственной модели цифровой контрольно-измерительной рулетки.

Abstract: the article is devoted to an analytical review of the characteristics, principles of operation and construction, as well as the structure and design of digital measuring tape for tanks with petroleum products. Research of the currently implemented models of digital measuring level gauge can serve as a theoretical basis for the future planned development of our own model of a digital UTI meter.

Ключевые слова: граница раздела; датчик; жидкость; измерение уровня; контрольно-измерительная рулетка; лента; нефтепродукт; резервуар; уровнемер.

Keywords: interface; sensor; liquid; level measurement; measuring tape; petroleum product; storage tank; level gauge.

Измерение и контроль уровня жидких, а также сыпучих сред – одно из важных и актуальных направлений в наши дни в информационно-измерительной технике. Эта задача широко распространена во множестве областей современной промышленности: в нефтегазовой отрасли, на предприятиях химической промышленности, в пищевой и фармацевтической промышленности.

В нефтегазовом деле продукт обычно хранится в специальных хранилищах – нефтерезервуарах. Общие технические условия для них прописаны в ГОСТ 31385 [1]. Измерение уровня проводится для крупных емкостей на нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах, нефтехранилищах и складах нефти, на АЗС, а также в терминалах и аэропортах.

Основным контролируемым параметром при учете нефтепродуктов является уровень, характеризующий расположение границ раздела разнородных сред. Еще одной важной задачей является определение подтоварной воды. Она появляется вследствие расслоения жидкостей и вносит значительную погрешность при учете дорогостоящих нефтепродуктов.

Для достоверной оценки необходимо также проводить измерение температуры, поскольку жидкости имеют коэффициент теплового расширения и необходимо оставлять некоторый запас объема при изменении температурных условий. Кроме того, температура оказывает влияние на электродинамические свойства жидкости, а при больших значениях может привести к возгоранию нефтепродукта.

Используются множество различных видов преобразователей уровня [2], в том числе контактный тип (емкостные, гидростатические, буйковые и т.д.), а также бесконтактные (акустические, радарные, радиоизотопные). По используемому режиму работы они делятся на уровнемеры (непрерывное слежение и измерение) и сигнализаторы уровня (сигнализация о предельных значениях). Каждый из них обладает своими значимыми недостатками, измерения и контроль уровня нефти проводятся в различных резервуарах, нефтепродукты обладают различными свойствами, и зачастую не представляется возможным достичь необходимого диапазона, точности измерений или измерить все необходимые параметры. Это не позволяет использовать какой-то один универсальный прибор на постоянной основе.

С целью устранения данных недостатков наиболее предпочтительными устройствами являются системы непрерывного измерения уровня нефтепродуктов, связанные с множеством физических величин и позволяющие также определять границы раздела сред (газ-нефть, нефть-вода). В современных системах учета эти измерения преобразуются в цифровую форму и передается в операторскую, откуда данные об объеме, уровне и массе жидкости передаются конечным пользователям.

Однако, для предотвращения переливов и ошибок учета, данные системы нуждаются в периодическом контроле и сверке. Электронные многофункциональные измерительные рулетки являются одним из наиболее подходящих вариантов для решения этой задачи. Их нельзя отнести к какой-то одной конкретной группе уровнемеров, поскольку в них могут использоваться различные методы и принципы измерения уровня. Они достаточно мобильны и универсальны, но при этом просты и надежны, обеспечивая неплохую точность измерений.

Важно отметить, что данную нишу занимают в основном зарубежные компании с относительно дорогостоящими вариантами исполнения прибора. Это означает, что исследование новых вариантов реализации крайне актуально. Кроме того, создание отечественного конкурентоспособного аналога должно заинтересовать российских потребителей, поскольку позволит уменьшить стоимость прибора, а также цену обслуживания и ремонта в дальнейшем за счет использования отечественных комплектующих.

Рулетки для измерения уровня бывают механические и цифровые.

Механические рулетки используют для контроля незаполненного пространства и уровня нефтепродукта, а показания снимаются оператором визуально непосредственно с ленты. Для облегчения распознавания границы среза используют специальные одноразовые водочувствительные или бензочувствительные ленты, индикаторные пасты, мази, мел [3].

Незаполненным пространством в нефтерезервуарах считается расстояние от контрольной точки до поверхности жидкости. Уровень нефтепродукта тогда будет определяться разностью базовой высоты и измеренного значения незаполненного пространства. Такие измерения проводятся чаще всего для мазута и сырой нефти. Измерения уровня заполненного объема производится в основном для чистых жидкостей, с полным погружением измерительной ленты до дна резервуара.

В наиболее распространенном варианте механические рулетки представляют из себя катушку с коррозионностойкой лентой (например, из нержавеющей стали), с грузом весом 1-2 кг на конце. Он служит для того, чтобы измерительная лента не отклонялась и не вызывала волну при опускании в резервуар. Регламентируются ГОСТ 7502-98 [4].

В качестве преимуществ данного оборудования можно выделить простоту эксплуатации и невысокую стоимость, а из недостатков – недолговечность, большую измерительную погрешность и весьма ограниченный функционал.

Цифровые рулетки в качестве дополнительных функций могут определять границу раздела нефтепродукт-вода и, в некоторых случаях, температуру. Показания у них снимаются с помощью отдельного окна. Момент перехода из одной среды в другую, а, следовательно, и уровень, определяется электроникой с использованием различных датчиков. Для измерений им необходим прямой контакт с контролируемой жидкостью, аналогично ручным рулеткам.

Электронных контрольно-измерительных рулеток на рынке присутствует несколько видов.

Во-первых, это трехфункциональные рулетки, представленные такими фирмами производителями как MMC International Corporation, Honeywell Enraf Tanksystem и Tanktech. Они помимо измерения уровня и определения границ раздела сред также могут измерять температуру жидкости. Имеют несколько вариантов исполнения, в том числе с использованием герметичных клапанов и, как дополнение, в герметичном корпусе.

Второй вид цифровых рулеток – это переносные уровнемеры без функции измерения температуры. Они представлены моделями фирм Heron Instruments, Solinst и Global Water. Заслуживает упоминания и электронная рулетка РУГ-РЭМИ от отечественной компании «ЦЭСИ». Герметичных исполнений не имеют, но некоторые модели имеют более компактные версии.

Для рассмотрения мной были выбраны цифровые трехфункциональные рулетки [5]. Обобщенная структурная схема цифровых трехфункциональных контрольно-измерительных рулеток представлена на рисунке 1. На этой схеме показано то, каким образом происходит взаимодействие конструктивных элементов рулетки между собой. Конструкция трехфункциональных рулеток показана на примере рулетки Tanktech T2000-TFC (см. рисунок 2).



Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема цифровой трехфункциональной контрольно-измерительной рулетки

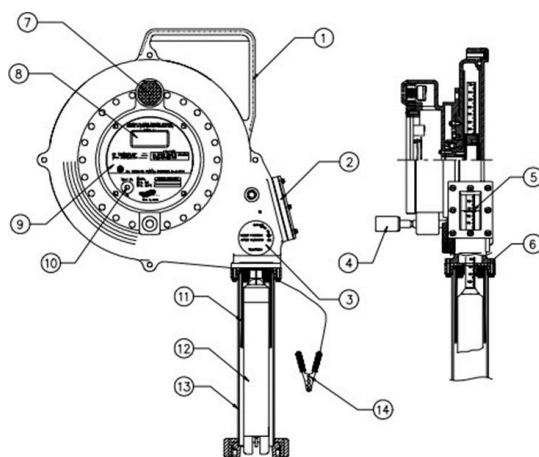


Рисунок 2 – Конструкция рулетки Tanktech T2000-TFC: 1 – ручка для переноски, 2 – окно считывания ленты, 3 – чистящее устройство, 4 – управляющая ручка, 5 – уровень для считывания, 6 – лента, 7 – динамик, 8 – ЖК дисплей, 9 – панель управления, 10 – выключатель, 11 – защитное устройство ленты, 12 – зонд, 13 – рама, 14 – заземляющий зажим

Лента рулетки Tanktech T2000-TFC состоит непосредственно из стальной ленты и двух электрических проводов, которые покрыты фторопластом-40. Фторопласт состоит из нейлона и обладает коррозионноустойчивыми свойствами по отношению к большинству химикатов, в том числе и необработанной нефти.

Непосредственно уровень считывается оператором в специальном смотровом окошке. При опускании зонда в контролируемый продукт сигнал с датчика переходит на АЦП, затем на управляющую схему, далее микроконтроллер в зависимости от среды передает сигнал на динамик, и он производит соответствующий звук. Если зонд находится в нефтепродукте – частый звуковой сигнал, а если в воде – постоянный. Температура измеряется постоянно и отображается на ЖК- дисплее.

Рассмотрим физику измерения и устройство датчиков в представленных приборах.

Датчик определения границы газ-нефть состоит из двух пьезокерамических пластин и электронной схемы. Принцип действия основан на затухании ультразвуковой волны в воздушной среде и довольно высокой скорости ее распространения в нефтепродукте. Передатчик генерирует волну определенной амплитуды и, если датчик располагается в воздушной среде, она не успевает достичь приемника до того, как рассеется. Как только между передатчиком и источником появляется нефть или нефтепродукт, излучаемый ультразвуковой сигнал определяется приемным устройством, кодируется и посылается в приборный блок, который активирует зуммер с постоянным сигналом.

Принцип работы датчика нефть-вода основан на измерении электропроводности между активным электродом и заземленным электродом, так как вода обладает большей электропроводностью по сравнению с нефтью. Датчик незаполненного объема определяет наличие жидкости, и электроды с соответствующими электронными схемами модулируют кодированный сигнал для генерирования прерывистого звукового сигнала. Основным преимуществом, используемых датчиков является низкая цена, простота конструкции и отсутствие мобильных частей, контактирующих с объектом исследования.

Измерение температуры проводит терморезистивный датчик в непрерывном режиме и выводит значение на дисплей. Элемент находится в температурном электроде, который заполнен передающей тепло составной пастой для сокращения времени реагирования. Сигнал RTD элемента цифровой, все ошибки (смещение, нелинейность и погрешность) исправляются и компенсируются микроконтроллером, расположенном в чувствительном датчике. Характеристики RTD элемента хранятся в памяти датчика и предназначены одному датчику. Поэтому замена датчика не требует новой калибровки.

Итогом проведенного предварительного исследования является определение типа датчиков цифровых рулеток, удовлетворяющих всем необходимым требованиям задачи измерения уровня, выделение особенностей конструкции, создание обобщенной структурной блок-схемы средства измерения. Все это может служить теоретической основой для будущего исследования, проектирования и создания собственной конкурентоспособной российской разработки. Проработки, в частности, требуют вопросы использования конкретных моделей датчиков и отечественных комплектующих, создания специального ПО и некоторые другие аспекты, работа над которыми планируется в дальнейшем.

Список литературы

1. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия: дата введения 2017-03-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138636> (дата обращения: 31.10.2021).
2. ГОСТ 24802-81. Приборы для измерения уровня жидкости и сыпучих веществ. Термины и определения: дата введения 1982-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023290> (дата обращения: 31.10.2021).
3. Порядок и техника замера уровня и плотности нефти и нефтепродуктов // РОСПАЙП: производственная экосистема [Электронный ресурс]. URL: <https://ros->

pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie- stati/khranenie- i- transportirovka- efteproduktov/poryad ok-i-tekhnika-zamera-urovnya-i-plotnosti-nef (дата обращения: 31.10.2021).

4. ГОСТ 7502-98. Рулетки измерительные металлические. Технические условия: дата введения 2000-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004328> (дата обращения: 31.10.2021).
5. Клочков А.С. Цифровые контрольно-измерительные рулетки для резервуаров с нефтепродуктами: бакалаврская работа / А.С. Клочков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ), Отделение контроля и диагностики (ОКД); науч. рук. Е. В. Якимов. — Томск, 2021.

УДК 534.1

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

*Кожевников Алексей Николаевич, Штрайх Артур Евгеньевич,
Николаева Екатерина Дмитриевна*

*Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
E-mail: kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru*

PUBLIC ELECTRICIFIED TRANSPORT OVERHEAD CONTACT LINE PYLONS TECHNICAL STATE NUMERICAL-EXPERIMENTAL ASSESSMENT

*Kozhevnikov Aleksey Nikolaevich, Shtrayh Artur Evgen'evich, Nikolaeva Ekaterina Dmitrievna
Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

Аннотация: статья посвящена описанию этапов и апробации расчетно-экспериментального подхода к определению технического состояния опор контактной сети городского транспорта г. Новосибирска. Предложенный подход основан на государственных стандартах, применимых для зданий и сооружений, и нацелен на их распространение для нового класса сооружений. Обсуждаются расчетный и экспериментальный этапы оценки состояния конструкций: особенности моделирования опор в среде Solid Works, методология определения динамических параметров опор измерительным комплексом «ЛЭПТОН» и сопоставление полученных результатов.

Abstract: the paper provides stages of development and testing of the numerical-experimental approach to identify Novosibirsk public transport overhead contact line pylons technical state. This approach is based on methodology specified in the Buildings and constructions national standards and aimed to extend the methodology upon new structures. Numerical and experimental investigation features are discussed, namely, pylon modelling specialties in Solid Works, introduction of complex tool “LEPTON” to eigenvalues identifying and results comparison.

Ключевые слова: опоры контактной сети; динамические параметры; частоты собственных колебаний; городской транспорт; техническое состояние.

Keywords: overhead line pylons; dynamic characteristics; eigenvalues; public transport; technical state.

Применение контактной сети для обеспечения питанием наземного электрического транспорта является распространенным подходом при проектировании троллейбусных и трамвайных маршрутов. Основными критериями для отбраковывания опор являются разрушение опоры или фундамента, обрушение отдельных элементов конструкции и чрезмерный крен опоры. Однако накопление повреждений за время эксплуатации может приводить к такому состоянию опоры, в котором она уже не способна выполнять свои функции и становится потенциально опасной для дальнейшего использования без существенных внешних проявлений.