

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛИМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

Стаття присвячена розробці вдосконаленої методики метрологічного забезпечення поліметричних систем в умовах експлуатації.

The article is devoted to development of the improved method of the metrological providing of the polimetrical systems in the conditions of exploitation.

Постановка проблемы. Полиметрические системы серии "САДКО" [1; 2], предназначены для контроля параметров качества и количества (уровня, температуры, объёма, массы) жидких и сыпучих сред.

Одной из основных проблемой метрологического обеспечения систем "САДКО" является определение метрологических характеристик измерительных каналов в рабочих условиях. Поверка автоматических уровнемеров [3], осуществляется ручным методом с применением измерительной ленты с грузом, погрешность которой в диапазоне от 0 до 30 м не должна превышать 1,5 мм [4; 5].

Данный метод поверки предполагает сравнение измеренных рулеткой с лотом значений от нижней реперной точки резервуара до поверхности жидкости или незаполненного объёма (расстояния от верхней реперной (базовой) точки до поверхности жидкости) с показаниями автоматического уровнемера.

Методика выполнения измерений в резервуаре ручным методом предполагает погрешности измерения [4], имеющие место в результате:

- наличия осадка на дне резервуара;
- смещения верхней и нижней реперных точек резервуара во время наполнения резервуара и (или) теплового расширения резервуара;
- линейного удлинения (сжатия) рулетки в условиях, отличных от 20 °С согласно ГОСТ 7502;
- субъективности ощущения касания лота рулетки дна оператором;

- субъективности определения места на замерном люке, которое принимается за верхнюю реперную точку (точку отсчёта базовой высоты).

Цель статьи. Разработка методики метрологического обеспечения полиметрических систем в условиях эксплуатации, лишённой указанных недостатков.

Материалы и результаты исследований. Предлагаемая методика поверки системы "САДКО" [6] при помощи измерительной ленты с грузом позволяет устранить методические погрешности ручного метода измерения уровня продукта в резервуаре. Основа метода заключается в определении разности между двумя любыми измерениями уровня системой "САДКО" и образцовым средством – рабочим эталоном (измерительной лентой с грузом) в одном направлении [4].

Сущность метода состоит в измерении приращений (убываний) уровня продукта в резервуаре относительно начального значения, измеренных образцовым средством – рабочим эталоном (измерительной лентой с грузом) и автоматическим уровнемером.

Измерительную ленту опускают в резервуар на одну и ту же глубину (это позволяет сделать специальное приспособление (рис. 1), фиксирующее ленту на определённой отметке шкалы и закреплённое на фланце замерного люка резервуара) и определяют изменение смоченной части рулетки (или незаполненного пространства до смоченной части рулетки от фланца резервуара) при наполнении (опорожнении) резервуара.

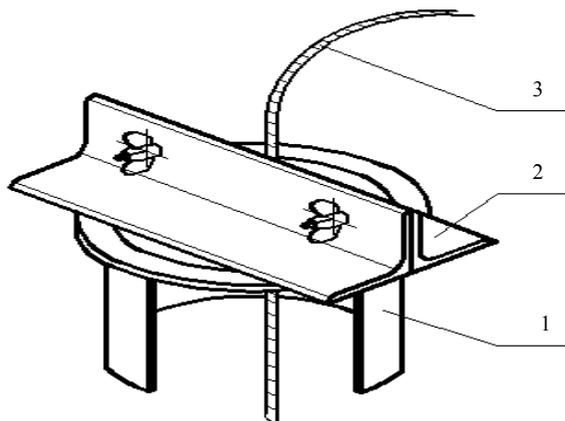


Рис. 1. Установка фиксатора на замерный люк резервуара:

1 – горловина замерного люка резервуара; 2 – фиксирующее устройство; 3 – лента рулетки

Фиксация ленты рулетки на замерном люке резервуара помогает избежать погрешностей, связанных с субъективностью определения верхней реперной точки на замерном люке резервуара.

Фиксирующее устройство представляет собой 2 стальных уголка, между плоскостями которых,

соединяющимися встык при помощи крепёжных винтов, зажата лента рулетки. Фиксатор позволяет установить значение шкалы измерительной ленты с точностью до 1 мм.

Структурная схема выполнения операций проверки измерительного канала уровня системы “САДКО” представлена на рисунке 2.

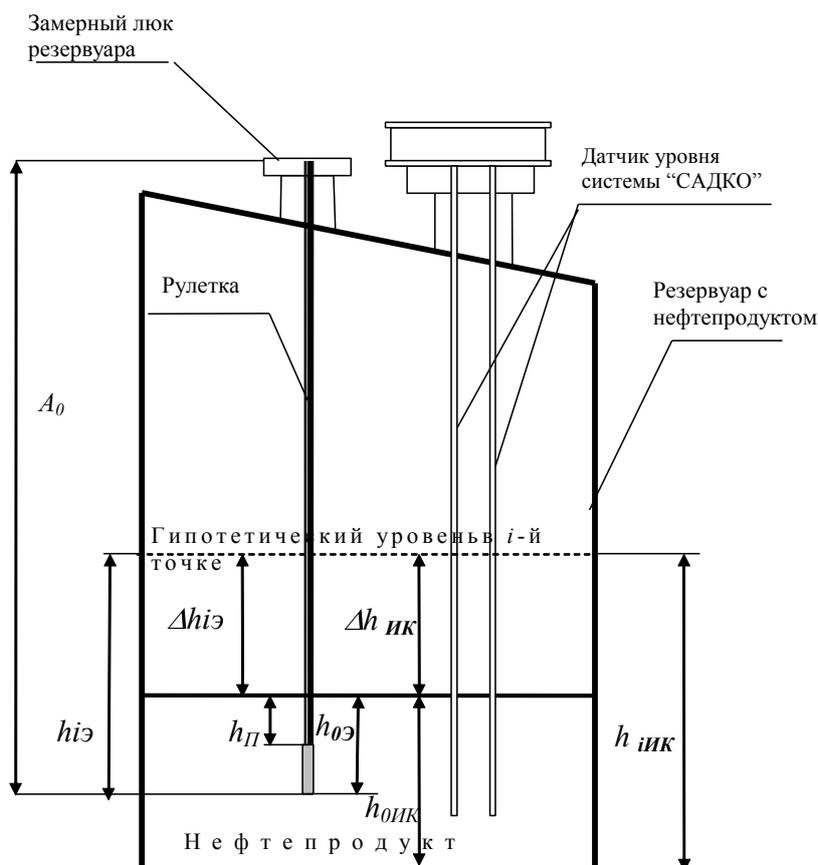


Рис. 2. Структурная схема выполнения операций проверки ИК уровня системы “САДКО”

Поверку выполняют следующим образом.

При установившемся уровне продукта в резервуар погружают ленту рулетки с лотом в резервуар на глубину, равную A_0 (см. рисунок 2). Расстояние A_0 погружения ленты рулетки

в резервуар должно включать в себя предполагаемый диапазон изменения уровня продукта в резервуаре с учётом погружения лота в продукт. На рисунке 2 глубина погружения лота в продукт обозначена h_{II} .

Фиксируют показания ИК уровня системы “САДКО” и показание на шкале рулетки (по смоченной части ленты). За результат измерения принимается среднее арифметическое значение 3-х независимых измерений $h_{0Э}$ и $h_{0ИК}$ для рулетки и ИК уровня системы “САДКО” соответственно. Это положение уровня в резервуаре принимают за начальную (нулевую) точку отсчёта для последующих операций изменения уровня. Для дальнейших экспериментальных исследований уровня нефтепродукта в конкретном резервуаре считают эти данные как известные постоянные значения $h_{0Э}$ и $h_{0ИК}$ (см. рис. 2).

Полученные 3 значения по шкале рулетки считаются корректными, если они не отличаются друг от друга более чем на 1 мм.

Затем изменяют уровень продукта в резервуаре, после чего погружают ленту рулетки в резервуар на ту же глубину A_0 и снимают показания со шкалы рулетки $h_{iЭ}$ и ИК уровня системы “САДКО” $h_{iИК}$.

Определяют гипотетический уровень продукта в резервуаре (приращение уровня относительно начальных значений по рулетке и ИК “САДКО”) по показаниям рулетки и ИК уровня системы “САДКО” $\Delta h_{ijЭ}$ и $\Delta h_{ijИК}$ в первой контрольной точке диапазона измерения системы “САДКО” соответственно.

Определяют погрешность измерения уровня в данной точке диапазона измерения как максимальную разность между приращениями уровня по рулетке и по системе “САДКО” в соответствии с ГОСТ 8.401.

Исходя из условных обозначений рисунка 2, максимальное значение абсолютной погрешности уровня в заданном диапазоне рассчитывают по формуле:

$$\{\Delta_{ji \max}\}_n, \quad (1)$$

где n – количество исследуемых точек в диапазоне измерения уровня, где $\Delta_{ji \max}$ – максимальное значение абсолютной погрешности измерения уровня в i -й точке диапазона измерения, рассчитанное согласно требований ГОСТ 8.401 по формуле:

$$\Delta_{ij \max} = \Delta h_{iИК \max} - \Delta h_{iЭ \min}, \quad (2)$$

где $j = 1, 2, 3$ – количество наблюдений (измерений) уровня в каждой точке диапазона измерения; $i = 1, 2, \dots, n$ – количество точек измерения уровня; $\Delta h_{iИК \max}$, $\Delta h_{iЭ \min}$ – соответственно максимальное и минимальное значения измеренных приращений (или убывания) уровня относительно начальных условных нулевых значений $h_{0Э}$ и $h_{0ИК}$ и рассчитанных по формулам:

$$\Delta h_{iЭ \min} = h_{iЭ \min} - h_{0Э}, \quad (3)$$

$$\Delta h_{iИК \max} = h_{iИК \max} - h_{0ИК}, \quad (4)$$

где $h_{0Э}$ и $h_{0ИК}$ – соответственно начальные значения показаний рабочего эталона и измерительного канала уровня системы “САДКО”, определённых до начала увеличения уровня в резервуаре;

$h_{iИК \max}$, $h_{iЭ \min}$ – соответственно максимальное значение уровня в i -й точке диапазона измерения по показаниям измерительного канала и текущее минимальное значение уровня по показаниям образцовой рулетки.

$$\Delta h_{ijЭ} = h_{ijЭ} - h_{0Э} \quad (5)$$

$$\Delta h_{ijИК} = h_{ijИК} - h_{0ИК}, \quad (6)$$

где $h_{ijЭ}$ – значение на шкале ленты рулетки при j -м измерении в i -й точке диапазона измерения, $h_{ijИК}$ – значение уровня по показаниям ИК “САДКО” при j -м измерении в i -й точке диапазона измерения.

Проверка измерительного канала температуры систем “САДКО” осуществляется методом непосредственного сличения показаний температуры измерительного канала температуры системы “САДКО” и термометра цифрового ТЦ 024Б – рабочего эталона. Погрешность измерения термометра составляет 0,1 °С в диапазоне от –40 до +130 °С.

За результат измерения системы “САДКО” принимается среднее арифметическое значение 40-ка независимых наблюдений с вероятностью 0,95 согласно ГОСТ 8.207.

Структурная схема выполнения операций проверки измерительного канала температуры системы “САДКО” представлена на рисунке 3.

Чувствительный элемент термометра опускают в резервуар через замерный люк резервуара на уровень расположения каждого термодатчика, входящего в измерительный канал температуры системы “САДКО” $h_{iЭ}$, где $i = 1, 2, \dots, n$ – количество термодатчиков в измерительном канале температуры системы “САДКО”.

Выводы. Представленная в данной статье методика [6] была апробирована при проведении метрологической аттестации системы “САДКО”, установленной в резервуарном парке Ферганского нефтеперерабатывающего завода (г. Фергана, Узбекистан). Межведомственная комиссия отметила высокую эффективность, достаточную простоту использования и повторяемость результатов исследования метрологических характеристик системы “САДКО” в рабочих условиях на базе описанной методики. Дополнительное преимущество методики – возможность проведения исследований метрологических характеристик системы без вывода её из эксплуатации. Методика обеспечена комплексом соответствующих аппаратных и программных средств автоматизации исследований.

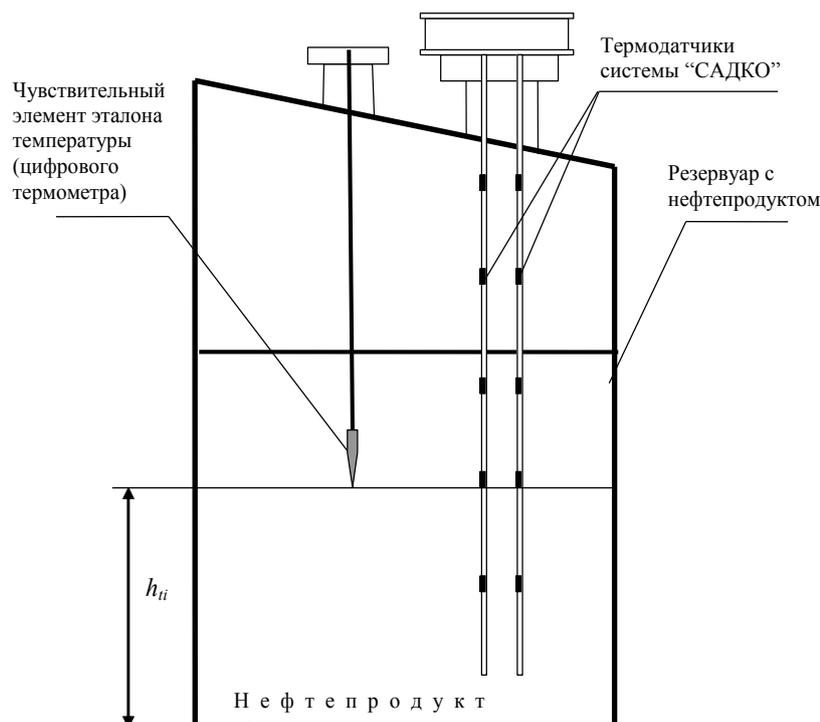


Рис. 3. Структурная схема экспериментальных исследований ИК температуры

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Ю.Д., Гордеев Б.Н. Системы САДКО для стационарных и мобильных транспортных средств // Судостроение и судоремонт. – 2005. – № 2. – С. 34-37.
2. Гордеев Б.Н., Жуков Ю.Д. Системы контроля параметров жидких, сжиженных и сыпучих энергоносителей // П-КАД. – 2003. – № 3-4. – С. 6-9.
3. ISO 4266-1 Petroleum and liquid petroleum products – Measurement of level and temperature in storage tanks by automatic methods – Part 1: Measurement of level in atmospheric tanks. (Нефть и жидкие нефтепродукты – Измерение уровня и температуры в резервуарах для хранения с применением автоматических методов. – Часть 1: Измерение уровня жидкости в резервуарах при атмосферном давлении).
4. OIML R 85:1998 "Automatic level gauges for measuring the level of liquid in fixed storage tanks. Part 1: Metrological and technical requirements". (МОЗМ Р85:1998 "Автоматические уровнемеры для измерения уровня жидкости в стационарных резервуарах – хранилищах. Часть 1: Метрологические и технические требования").
5. ISO 4512 Petroleum and liquid petroleum products – Equipment for measurement of liquid levels in storage tanks – Manual methods. (Нефть и жидкие нефтепродукты – Оборудование для измерения уровней жидкостей в резервуарах – Ручные методы).
6. Система автоматизованого дистанційного контролю параметрів рідких та сипучих середовищ. Програма та методика державної метрологічної атестації ВК рівня та температури в робочих умовах. У 04728690/8119:2007 ПМА.

Надійшла до редколегії 14.11.07.