

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРУБАХ

Исмятов Ильдар Маратович

студент, кафедра Трубопроводный транспорт, ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, РФ, г. Самара

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE VOLUMES OF PARAFFIN DEPOSITS IN MEASURING TUBES

Ildar Ismyatov

Student, Department of Pipeline Transport, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Samara State Technical University, Russia, Samara

Аннотация. Рассматривается проблема точности измерений уровня нефти в резервуарах, возникающая из-за образования парафиновых отложений в измерительных трубах, представлена новая методика оценки объемов парафиновых отложений.

Abstract. The article addresses the issue of measurement accuracy of oil levels in tanks, which arises due to the formation of paraffin deposits in measuring tubes, and presents a new methodology for assessing the volumes of paraffin deposits.

Ключевые слова: радарные уровнемеры, парафиновые отложения, измерительная труба радарных уровнемеров, методика определения количества парафиновых отложений в измерительных трубах

Keywords: radar level gauges, paraffin deposits, measuring tube of radar level gauges, methodology for determining the amount of paraffin deposits in measuring tubes

В современных нефтегазовых системах точность и надежность измерений уровня хранящейся нефти в РВСП имеют решающее значение для эффективной эксплуатации оборудования и предотвращения аварийных ситуаций. Одной из важных проблем, с которой сталкиваются операторы уровнемеров, является образование парафинсодержащих отложений на стенках измерительных труб. Отложения внутри измерительной трубы на РВСП могут существенно ухудшать точность показаний приборов, что в свою очередь ведет к экономическим потерям и повышает риски на производстве, поэтому важно своевременно выявлять и устранять такие отложения, чтобы гарантировать корректность измерений и стабильную работу системы в целом.

На основе методологии, изложенной в [1], касающейся оценки объемов донных парафинистых отложений в нефтяных резервуарах, разработан новый подход определению объема парафинистого осадка, который скапливается на внутренней поверхности измерительной

трубы радарных уровнемеров РВСП.

В случаях, когда невозможно проводить прямые замеры донных парафинистых отложений, разрешается определять величину осадка в нефтяных резервуарах на основе расчетов, используя аналитические зависимости, полученные в результате обобщения экспериментальных данных по процессу осадкообразования при хранении парафинистых нефтей в резервуарах РД 39-30-1053-84 [1]. Таким образом, в ситуациях, когда нет возможности непосредственно измерить толщину или объем парафинистых отложений в измерительной трубе, предложенная методика позволяет косвенно рассчитать величину осадка.

Актуальность данной разработки объясняется необходимостью поддержания эффективной работы уровнемеров, так как накопление парафинистых отложений может значительно влиять на точность измерений уровня нефти.

Для реализации расчетов по предложенной методике необходимо собрать ряд данных, которые можно классифицировать на две категории: данные о технико-эксплуатационных характеристиках резервуара и оборудования, а также информацию о нефти, находящейся в резервуаре, и донных отложениях (таблица 1).

Таблица 1.

Исходные данные для проведения расчета по методике

Наименование	
Сведения о технико-эксплуатационных характеристиках резервуара и оборудования	
Диаметр измерительной трубы	
Высота резервуара	
Коэф-нт заполнения резервуара	
Площадь дна измерительной трубы	
Число циклов заполнения-опорожнения резервуара (в сутки)	
Коэффициент пропорциональности высот емкости-модели и резервуарной емкости	
Сведения о хранящейся в резервуаре нефти	
Наименование нефти	
Плотность нефти	
Плотность донного осадка	
Температура нефти	
Постоянные нефти, зависящие от ее природы и температуры	

Основная расчетная формула, характеризующая процесс осадкообразования в парафинистых нефтях и определяющая концентрацию оседающей смоло-парафиновой взвеси, имеет вид:

$$C_{op} = \frac{K_{\tau p}}{K_{\tau p} A + B} \quad (1)$$

где K - коэффициент пропорциональности высот емкости-модели и резервуарной емкости

определяется по формуле:

$$K = \frac{0,5}{H_p \alpha}$$

Масса донного резервуарного парафинистого осадка в измерительной трубе рассчитывается по формуле:

$$M_o = \frac{C_{ор} F_{изм.т.} H_p \alpha}{100} \cdot \rho_H \cdot n_{об} \quad (2)$$

$F_{изм.т.}$ —

где площадь дна измерительной трубы определяется по формуле:

$$F_{изм.т.} = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4}$$

Объём донного парафинистого осадка в измерительной трубе вычисляется по формуле:

$$V_o = \frac{C_{ор} F_{изм.т.} H_p \alpha}{100 \rho_o} \cdot \rho_H \cdot n_{об} \quad (3)$$

Высота донного парафинистого осадка в измерительной трубе определяется по формуле:

$$h_o = \frac{C_{ор} H_{изм.т.} \alpha}{100 \rho_o} \cdot \rho_H \cdot n_{об} \quad (4)$$

Вначале вычисляется значение концентрации оседающей смоло-парафиновой взвеси в трубе

по формуле (1), а затем, имея значение $C_{ор}$ рассчитывают по формуле (3) и (4) величины объема и высоты донного осадка в измерительной трубе.

Сначала проводится расчет при одной температуре, например, при температуре 20°C и

времени хранения 10 ч. Аналогично рассчитывается для диапазона температур $t = 6 \div 44^\circ\text{C}$

с шагом в 2°C и времени хранения (отстоя) нефти в резервуаре $\tau_p = (10, 20, 40, 60, 80, 100, 120)$ ч.

Для пересчета на другие температуры необходимые при проведении расчётов по оценке величины донного осадка, плотности нефти и донного осадка сначала определяются по отобранным пробам опытным путём для одной температуры 20°C, а для других температур эти параметры рассчитываются по известной формуле плотности в зависимости от температуры:

$$\rho(t) = \rho_{20} [1 + \xi(20 - t)]$$

где ξ обозначает коэффициент теплового объемного расширения, измеряемый в 1/град; t - температура, для которой необходимо определить плотность, выраженная в °C; ρ_{20} - плотность жидкости при нормальных условиях ($t = 20$ °C, $p_0 = 0,1013$ МПа).

По результатам расчета величины донных парафинистых отложений в измерительной трубе, выполненные по формулам (1-4), для 20 °C, а после для диапазона температур $t = 6 \div 44$ °C с шагом в 2 °C в течение различных часов хранения нефти $\tau_p = (10, 20, 40, 60, 80, 100, 120)$ ч., необходимо построить графики в виде зависимости $h_o(V_o) = f(\tau, t)$.

В качестве примера был проведен расчет для резервуара объемом 20000 м³, расположенного на нефтеперекачивающей станции «Самара-1». Рассматриваемый резервуар РВСП 20000 принимает и хранит Мухановскую нефть.

Результаты расчетов величины донных парафинистых отложений в измерительной трубе, выполненные по формулам (1-4), для температурного диапазона от 6 до 44 °C с интервалом 2 °C в течение различных часов хранения нефти $\tau_p = (10, 20, 40, 60, 80, 100, 120)$ ч, представлены графически в виде зависимости $h_o(V_o) = f(\tau, t)$ на рисунке 1.

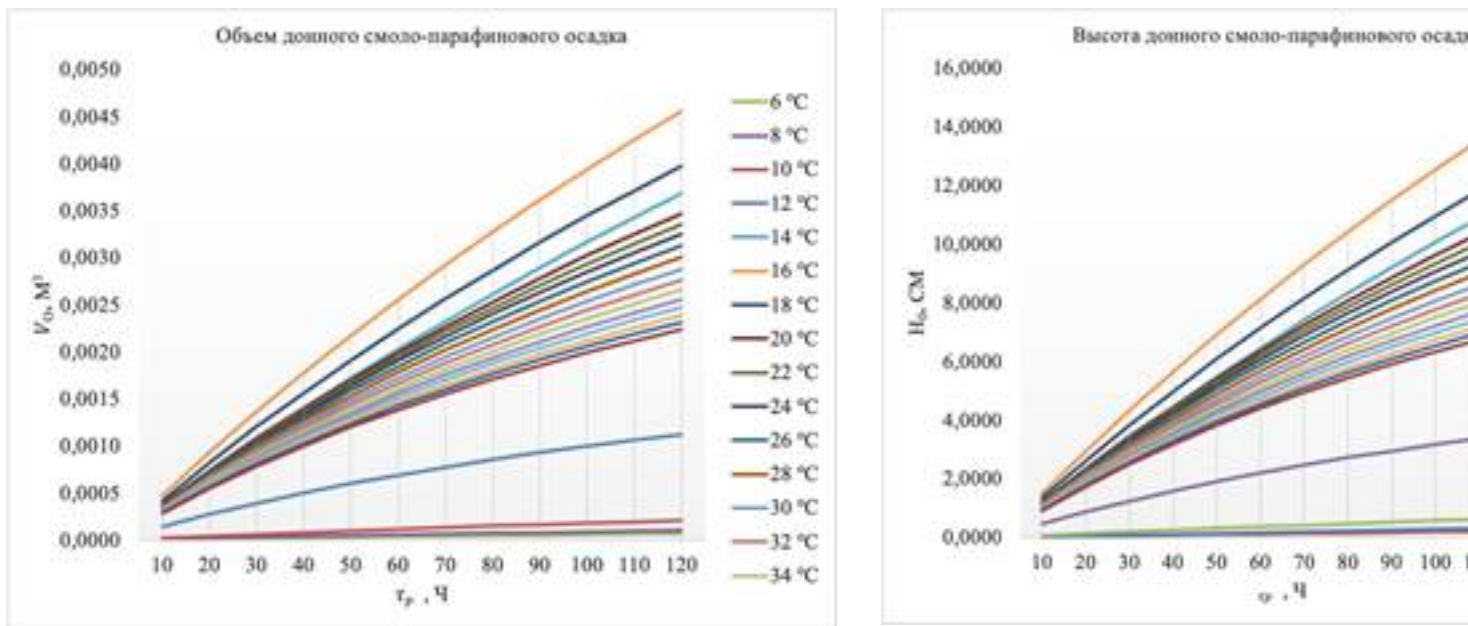


Рисунок 1. Графики для определения объема и высоты донного смоло-парафинового осадка, образующегося измерительной трубе резервуара для температурного диапазона от 6 до 44 °C с интервалом 2 °C в течение различных

часов хранения нефти $\tau_p = (10, 20, 40, 60, 80, 100, 120)$ ч

Представленные графики позволяют оценить объем осадка, накапливающегося на дне измерительной трубы резервуара в течение одного цикла наполнения и опорожнения, с

учетом временных интервалов и температурных условий хранения.

Аналогичным образом можно провести расчеты для других объемов резервуаров для хранения нефти (РВСП) и различных типов нефти.

Таким образом, представленная методика оценки объемов парафиновых отложений в измерительных трубах радарных уровнемеров является важным инструментом для повышения точности измерений уровня нефти в резервуарах. Использование аналитических зависимостей, основанных на экспериментальных данных, делают предложенный подход практическим и эффективным для применения в современных нефтегазовых системах. В результате реализация данной методики будет способствовать лучшему контролю за состоянием измерительных систем и обеспечению их надежной работы.

Список литературы:

1. РД 39-30-1053-84 - Методика определения величины донных парафинистых отложений в нефтяных резервуарах