

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ НАКОПЛЕНИЯ
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЗЕРВУАРЕ ТИПА РВС-20000 КУБИЧЕСКИХ МЕТРОВ**

Назклычева Ф.С., Федин Д.В.

Научный руководитель доцент О.В. Брусник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Известно, что резервуар является наиболее оптимальным вариантом для хранения, сбора и транспортировки нефти и продуктов ее переработки. Однако часто из-за несоблюдения техники безопасности по эксплуатации резервуара может потребоваться его ремонт. Одной из причин вывода резервуара в простой является накопление донных отложений. Во избежание данного процесса проводится регулярная очистка внутренней полости резервуара с использованием различных методов.

Целью работы является исследование эффективности полимерных покрытий в борьбе с донными отложениями.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС-20000 кубических метров.

В статье рассматриваются и анализируются методы очистки резервуара от донных отложений, предлагается новое технологическое решение по минимизации накопления. Подтверждение эффективности предлагаемого метода доказывается в сравнении его с химико-механизованным методом.

На сегодняшний день очистка резервуара от донных отложений производится следующими методами [3]:

1. Ручной метод – самый распространенный способ. Однако имеет огромный недостаток – вред человеческому здоровью.
2. Механическая очистка заключается в непрерывной циркуляции отложений с последующей их откачкой.
3. Химический метод предполагает введение растворителей с различным химическим составом. Они способствуют растворению отложений. Данный метод невыгоден для предприятий, так как является дорогостоящим. Однако имеет высокую эффективность. Поэтому его используют в сочетании с другими способами.
4. Химико-механизованный метод подразумевает очистку резервуара в результате циркуляции отложений в резервуаре с одновременным добавлением в него растворителя. После их растворения жидкость откачивается и утилизируется.

Однако перечисленные методы очистки имеют разные степени эффективности далекие от идеала. После очистки с применением любого метода часть парафинистого состава все равно в разной степени остается на стенках и днище резервуара.

В нефтегазовой отрасли одним из методов борьбы с асфальтосмолопарафинистыми отложениями (АСПО) в нефтепроводах является применение полимерного покрытия внутренней полости трубопровода. Ввиду свойств полимерного состава данное покрытие не позволяет отложениям оседать на стенках трубы. В качестве новизны предлагается рассмотреть его и для резервуаров. Преимуществом данного метода является то, что отложения, которые могли образоваться на стенках и днище резервуара в следствии полимерного покрытия не налипают, и могут быть откачаны из резервуара после его перемешивания с основным составом.

В 2011 году на НПС «Лугинская» АО «Транснефть» перед выводом РВС в ремонт, эксплуатирующей организацией проводились работы по размыву донных отложений с использованием системы «Тайфун». Размыв выполнялся в течение месяца с периодическим замером уровня донных отложений. Замеры проводились через замерные и световые люки. Максимальный уровень донных отложений составлял 1560 мм. После проведения всех мероприятий по размыву, уровень донных отложений стал 936 мм, что свидетельствовало о недостаточной эффективности системы размыва. Для повышения эффективности совместно с системой «Тайфун» был применен удалитель-растворитель АСПО «Пармастер 2010». Данный удалитель-растворитель является композитной смесью ароматических и алифатических углеводородов. Он полностью совместим с нефтью, не оказывает влияния на ее качество в соответствии с ГОСТ Р 51858-02. С использованием растворителя уровень донных отложений снизился до 624 мм.

С целью минимизации накопления донных отложений и обеспечения их незатруднительного удаления предлагается покрыть внутреннюю полость резервуара полиуретановым покрытием PolyPlex-P.

Таблица 1

Достоинства и недостатки покрытия PolyPlex-P

<ul style="list-style-type: none">• Высокая коррозионная стойкость• Высокая стойкость к образованию отложений• Эластичность и стойкость к различным механическим повреждениям• Высокая адгезия• Возможность длительной эксплуатации при температуре до 150⁰ С• Возможность кратковременной тепловой обработки паром до 200⁰ С• Экологическая чистота покрытия• Ремонтопригодность на промысле• Низкая цена	<ul style="list-style-type: none">• Высокий коэффициент температурного расширения (этот недостаток легко компенсирует эластичность данного покрытия)
--	--

Полиуретан – это гетероцепной полимер, который имеет незамещенную и/или замещенную уретановую группу.

PolyPlex-P имеет высокую стойкость к агрессивным химическим веществам, а именно к H₂S, Cl₂, нефти, H₂O и другим. Глянцевая гладкая поверхность служит защитой от парафинистых отложений и солей. Более того, у него повышенная адгезия, что позволяет с легкостью проникнуть в сталь. Данный вид покрытия может использоваться с целью длительной эксплуатации что немало важно для резервуаров. В таблице 1 представлены все достоинства полимерного покрытия PolyPlex-P.

Далее анализируется экономическая эффективность применения химико-механизированного метода и полимерных покрытий. Для этого имеются определенные параметры резервуара [2] и свойства нефти, которая хранится в нем (табл. 2, табл. 3).

Таблица 2

Необходимые параметры резервуара типа PBC 20000 м³

Номинальный объем, м ³	20000
Внутренний диаметр стенки, мм	39900
Высота стенки, мм	17910
Расчетная высота налива, мм	17100
Количество поясов, шт	9
Толщина верхнего пояса, мм	10
Толщина нижнего слоя, мм	22
Толщина центральной части днища, мм	5

Таблица 3

Свойства нефти

Массовая доля серы, %	2,1
Плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³	885
Массовая доля воды, %	0,40 %
Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³	60
Массовая доля механических примесей, %	0,02
Давление насыщенных паров, кПа	57,4
Массовая доля органических хлоридов во фракции, %	2
Массовая доля сероводорода, млн ⁻¹	5
легких меркаптанов, млн ⁻¹	7

В соответствии с ГОСТ Р 51858-02 нефть имеет маркировку 3.3.1.1. ГОСТ Р 51858-02 [1].

При использовании химико-механизированного метода для очистки от донных отложений компания потратила в общей сложности 1 084 000 руб., а именно на систему размыва «Тайфун» 905 000 руб. и на растворитель 179 000 руб. Эта сумма только за один месяц использования.

В тех же условиях, но при использовании полимерного покрытия PolyPlex-P компания потратит 1 044 650 руб., 905 000 руб. на систему «Тайфун» и 139 650 руб. на полимерное покрытие 2 поясов и днища резервуара [4].

Заключение. В ходе анализа химико-механизированного метода и полимерного покрытия выяснилось, что эффективность первого составляет 60%, в то время как покрытия могут обеспечить до 90%. Более того, при использовании полимерных покрытий (полиуретан) финансовые затраты снизятся на 39 350 руб. без затрат в последующие 6-8 месяцев. А использование химико-механизированного метода будет требовать затраты в размере 179 000 рублей каждый месяц. Цены были указаны на период 2021 года. В связи с тем, что одним из важных вопросов на сегодняшний день является проблема импортозамещения в нефтегазовой отрасли, следует отметить, российское производство указываемых в работе компонентов. Следовательно, наиболее подходящим и выгодным технологическим решением для минимизации накопления донных отложений является использование полиуретанового покрытия PolyPlex-P.

Литература

1. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия
2. ГОСТ 31385-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. //www.StandartGost.ru/g / ГОСТ_31385-2008, дата обращения 20.03.2022.
3. Устройство для перемешивания жидкостей в резервуарах/ В. Ф. Салихова, Ю. Р. Галиакбаров, М. Ф. Галиакбаров, И. М. Галиакбаров: пат. 2189852 Рос. Федерация. No 2001110507/12; заявл. 17.04.2001; опубл. 27.09.2002, Бюл. 2002. 27. С. 405.
4. Официальный сайт ООО «Варяг-Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.varyag-plus.ru/catalog/poliuretan-list/>.