



УДК 622.692.4

## МЕТОДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

### METHODS OF MECHANICAL CLEANING OF TANKS FROM BOTTOM SEDIMENTS

**Гильмияров Евгений Адикович**  
специалист,  
ООО «НефтьГазСервис Навигатор»  
egilmiyarov@list.ru

**Груздева Ирина Владимировна**  
студент,  
Тюменский индустриальный университет,  
irinaaagruzdeva@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу методов механической очистки резервуаров от парафинистых отложений. Были рассмотрены и классифицированы методы очистки резервуаров без их вывода в эксплуатацию и с их выводом. Также были приведены рекомендации по созданию эффективной системы борьбы с донными отложениями.

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт, нефть, резервуары, донные отложения.

**Gilmiyarov Evgeny Adikovich**  
Specialist,  
LLC «OilGasService Navigator»  
egilmiyarov@list.ru

**Gruzdeva Irina Vladimirovna**  
Student,  
Tyumen Industrial University,  
irinaaagruzdeva@mail.ru

**Annotation.** This article is devoted to the analysis of methods of mechanical cleaning of tanks from paraffin deposits. The methods of cleaning tanks without their withdrawal in operation and with their withdrawal were reviewed and classified. Recommendations for creating an effective system to control bottom sediments also were given.

**Keywords:** pipeline transportation, oil, storage tanks, bottom sediments.

**В** процессе хранения нефтей и тяжелый нефтепродуктов в резервуарных емкостях происходит образование и накопление парафинистых и смолистых донных отложений. Наличие на днищах осадков приводит к снижению полезной емкости нефтяных резервуаров, возникновению коррозионно-опасных водяных линз под осадком, затруднению в обследовании резервуара и прочим затруднениям эксплуатации и, как следствие – к увеличению материальных затрат системы транспорта и хранения. [1]

Очевидным выходом из данной ситуации является периодическая очистка резервуаров от тяжелого осадка и принятие мер по предотвращению его накопления. Наиболее распространенным на практике техническим решением является механическая очистка резервуаров или её сочетание с другими методами воздействия на парафинистые отложения. В ходе работы была выполнена классификация наиболее часто применяемых методов борьбы с донными отложениями в резервуарах. Данные методы были разделены на два больших кластера: методы удаления донных отложений (с выводом резервуара из эксплуатации) и методы предотвращения накопления осадков (без вывода резервуара из эксплуатации).

#### **Методы удаления донных отложений**

##### *Ручная очистка резервуаров*

Данный метод по-прежнему является самым распространенным на территории России и СНГ [2]. Разжижение шлама, его откачка в емкости и удаление твердых остатков производится вручную без применения специализированного оборудования. Такая очистка резервуаров не предусматривает возврата углеводородов в трубопроводную систему, поскольку без применения специализированного оборудования невозможно отделить углеводороды от воды и механических примесей. В связи с этим возникает необходимость в периодической утилизации большого объема нефтешламов.

Плюсы метода в виде практического отсутствия затрат на приобретение оборудования и химических реагентов полностью перекрываются значительным временем простоя резервуаров, затратами на утилизацию шламов и риском для здоровья персонала, осуществляющего работы по обслуживанию резервуаров. Таким образом, применение данного метода удаления донных отложений должно быть сведено к минимуму.

##### *Применение мобильных очистных комплексов типа МКО*

Установки типа МКО являются наиболее распространенным оборудованием российского производства для проведения данной операции. Как правило, изготавливаются на базе 20- и 40-футовых стандартных морских контейнеров. Состоят из 4 технических сегментов – емкости технического моющего раствора, машинного отделения, емкости под механические примеси и емкости под отмытую эмульсию.



Преимущества метода: низкая сравнительная стоимость комплекса; независимость от зарубежных комплектующих.

Недостатки метода: потребность в дополнительном оборудовании по разделению водо-нефтяной эмульсии; необходимость нагрева моющего раствора в холодный период или при размыве высокопарафинистых донных отложений; необходимость в дополнительном ручном труде по причине недостаточной мощности установки.

#### *Применение системы BLABO*

Система BLABO является одной из самых сложных систем импортного производства. Очистка резервуара осуществляется за счет попеременного размытия осадков инжекторами, установленными на крыше резервуара и обеспечивающими полное покрытие площади дна резервуара.

Преимущество применения данной системы заключается в качестве очистки резервуаров и высокой степени разделения воды, механических примесей и углеводородов без потребности в дополнительном оборудовании. В то же время, система сложна в установке, эксплуатации и техническом обслуживании, требует прорезания отверстий в крыше резервуара. Более того, вопрос эффективности системы на резервуарах, не оснащенных плавающей крышей, остается открытым. В связи со сравнительной сложностью устройства, система BLABO обладает высокой стоимостью и зависит от дорогостоящих импортных комплектующих.

#### *Применение комплекса MegaMACS*

Данный комплекс является зарубежным аналогом комплексов типа МКО. Заявленное время развертывания – до 4-х часов. Установка смонтирована на 2 трейлерах, примерно соответствующих размеру 40-футового контейнера. Комплекс независим от внешних энергоносителей – отсутствует необходимость в подводе электроэнергии, горячей воды, пара и т.п.

Плюсы применения: эффективное удаление донных отложений, высокая степень очистки углеводородов; полная энергонезависимость; быстрые сроки разворачивания/сворачивания комплекса.

Несмотря на высокую стоимость одного подобного комплекса, для эффективной борьбы с донными отложениями достаточно наличие всего одного комплекса, что значительно снижает капитальные и эксплуатационные затраты в сравнении с применением стационарных систем.

### **Методы предотвращения накопления осадков**

#### *Применение гидравлических систем размыва*

Частым техническим решением по размыву донных отложений без вывода резервуара из эксплуатации являются системы, предусматривающие применение сопел и форсунок различных вариаций. Так, например, система, разработанная ВНИИСПТнефть и внедренная в резервуарах многих нефтеперекачивающих станций и нефтебаз, состоит из группы веерных сопел, из которых струи нефти распространяются по днищу резервуара и смыывают осадок. Затем взвешенный осадок вместе с нефтью откачивается из резервуара. [4]

Вместо системы веерных кольцевых сопел может применяться также компактная струя с медленно вращающимся соплом, обеспечивающая высокую эффективность перемешивания осадка с нефтью.

Недостатком подобных систем является то, что со временем трубопроводы обвязки разрушаются, подвижные части сопел засоряются, снижая эффективность размыва.

#### *Применение электромеханических мешалок типа «Тайфун»*

Рабочим органом системы «Тайфун» является гребной винт, создающий узконаправленную затопленную струю жидкости. Циклически перемещаясь над днищем резервуара за счет автоматического привода поворота (при его наличии), винт создает мощную струю, размывающую тяжелые парафинистые осадки и механические примеси. Взвешенные в общей массе твердые частицы затем удаляются путем откачивания жидкости из резервуара.

Использование данных устройств обеспечивает интенсивное перемешивание жидкости и исключает разделение этих жидкостей на тяжелые и легкие фракции. По сравнению с аналогами устройства для размыва донных отложений «Тайфун» имеют малые габариты и массу, а также автоматический привод поворота, не требующий дополнительных настроек и вмешательства человека. Изделие легко монтируется на штатной крышке технологического люка-лаза резервуара.

Однако расположение устройства непосредственно у стенки приводит к постепенному снижению эффективности размыва отложений по направлению к центральной оси резервуара, что ограничивает применение данных устройств на резервуарах большой емкости и, соответственно, большого диаметра. Более того, возникает при работе мешалок типа «Тайфун» возникают вибрации, способные ускорить разрушение нижних поясов резервуара, особенно при одновременной работе нескольких устройств.



### *Применение электромеханических мешалок типа «Диоген»*

Принцип размыва донных отложений устройством типа «Диоген» заключается в совместном непосредственном перемешивании продукта направленной струей нефти и круговом вращении всей массы хранимого продукта в резервуаре при работе мешалки в крайних угловых положениях. Таким образом, происходит более эффективное удаление осадков, что обуславливает распространенность мешалок типа «Диоген». [5]

Однако применение данных устройств не лишено недостатков. Так, расположение винта мешалки у стенки резервуара приводит к уменьшению скорости создаваемой струи в диаметральном направлении. К тому же, площадь днища резервуара, на которой взвешивание осадка производится непосредственно турбулентной струей, создаваемой винтом, ограничивается внутренним углом расширения турбулентной струи равным 22–25°. Взвешивание осадка на остальной площади днища производится вторичным течением. Для развития циркуляции, достаточной для взвешивания парафина, требуется промежуток времени в 1–3 часа в зависимости от площади резервуара. Кроме того, для установки винтовых мешалок типа «Диоген» требуется прокладка в резервуарном парке силовых кабелей низкого напряжения. Для монтажа мешалок в типовом резервуаре необходимо усиление нижний пояс во избежание его преждевременного разрушения.

### **Заключение**

В результате данной работы был сделан вывод о том, что на основании типового и инновационного оборудования необходимо разрабатывать системы борьбы с донными отложениями индивидуально для каждого резервуарного парка. Так, для малых резервуаров хранения высоковязкой нефти с малой долей легкокипящих углеводородов рекомендуется применять электромеханические мешалки с предварительным прогревом нижних поясов резервуаров. Также необходимо разрабатывать планы-графики размывов с учетом сезонности и предпринимать другие организационные меры повышения эффективности систем борьбы с донными отложениями и системы технического обслуживания и ремонта в целом.

### **Литература:**

1. Совершенствование систем предотвращения накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости / В.Н. Александров [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 70–72.
2. Гималетдинов Г.М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие. – Уфа : Монография, 2011. – 295 с.
3. Кононов О.В. Развитие технологий и технических средств для борьбы с отложениями в нефтяных емкостях : дис. ... канд. техн. наук: 07.00.10. – Уфа, 2010. – 24 с.
4. Лерке Г.Э. Исследование и разработка системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка в нефтяных резервуарах большой емкости : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 07.00.10. – Уфа, 1981. – 25 с.
5. Чурикова Л.А. Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков / Л.А. Чурикова, Е.А. Конашева, А.Т. Утегалиев // Технические науки в России и за рубежом: материалы V международной научной конференции. – 2016. – С. 71–75.

### **References:**

1. Improvement of systems for preventing accumulation of bottom oil deposits in large-capacity tanks / V.N. Aleksandrov [et al.] // Oil industry. – 2001. – № 2. – P. 70–72.
2. Gimalletdinov G.M. Treatment and diagnosis of reservoirs for oil and oil products. – Ufa : Monography, 2011. – 295 p.
3. Kononov O.V. Development of technologies and technical means to control deposits in oil tanks : autoreph. dis. ... cand. techn. science: 07.00.10. – Ufa, 2010. – 24 p.
4. Lerke G.E. Research and development of a system for erosion and prevention of paraffin sediment accumulation in large-capacity oil tanks : dis. ... cand. techn. science: 07.00.10. – Ufa, 1981. – 25 p.
5. Churikova L.A. Overview of modern methods of cleaning tanks from oil residue / L.A. Churikova, E.A. Konasheva, A.T. Utegaliev // Technical sciences in Russia and abroad: materials of the V International Scientific Conference. – 2016. – P. 71–75.