

Привезенцев Алексей Юрьевич,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: privezensev-a@mail.ru
Дементьев Анатолий Иванович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: anatdementev@mail.ru
Подоплелов Евгений Викторович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет
e-mail: uch_sovet@angtu.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ

Privezensev A.U., Dement'ev A.I., Podoplelov E.V.

DEVELOPMENT OF TECHNICAL PROJECT OF RECONSTRUCTION OF TANK FOR OIL STORAGE

Аннотация. Рассматривается реконструкция резервуара для хранения нефти с целью снижения трудозатрат на зачистку донных отложений. Внутри резервуарных емкостей расположены механические перемешивающие устройства, состоящие из трех основных частей: собственно мешалки, вала и привода. Резервуарные парки АО «АНХК» цеха № 2 предназначены для отгрузки, хранения и приготовления товарной продукции. Предлагается замена перемешивающего устройства для обеспечения его эффективной работы с учетом существующих рабочих условий.

Ключевые слова: мешалка, вал и привод.

Abstract. Reconstruction of the tank for storage of oil for the purpose of decrease in labor costs on cleaning of ground deposits is considered, the ANHK reservoir parks of shop № 2 are intended for shipment, storage and preparation of products. The purpose of development is replacement of the mixing device (mixer) for ensuring its effective work taking into account the existing operating conditions. Inside reservoir capacities the mechanical mixing devices are located consist of three main parts: actually mixers, shaft and drive.

Keywords: mixer, shaft and drive.

В процессе хранения парафинистых нефтей в резервуарных емкостях, особенно в емкостях большого объема, происходит образование и накопление донных отложений. Наличие на днищах осадков приводит к недоиспользованию емкости нефтяных резервуаров, а также к возникновению коррозионно-опасных водяных линз под осадком, к затруднению в обследовании состояния резервуара и т.д. Кроме снижения полезного объема резервуара, накопление донных отложений ведет к осложнению процесса эксплуатации резервуаров, к увеличению материальных затрат в системе транспорта и хранения, а в итоге к снижению технико-экономических показателей работы нефтяных резервуаров и транспортной системы в целом. Для повышения эффективности использования резервуарных емкостей необходимо сохранение полезного объема нефтяных резервуаров [1, 2].

На практике применяются различные комбинации способов борьбы с донными и пирофорными отложениями для достижения наибольшего технологического и экономического эффекта. Разнообразие таких методов и их комбинации свидетельствует об актуальности данной проблемы, поэтому изучение и разработка новых методов по решению данной проблемы является перспективным и актуальным направлением [3, 4].

В данной работе рассматриваются вопросы борьбы с образованием донных отложений в резервуарах вертикальных стальных объемом 20000 м³ для хранения нефти парка 12/1 АО «АНХК». Для очистки дна резервуара от отложений предлагается устройство для размыва донных отложений «Диоген 700» и установка приемно-раздаточных патрубков. Это позволит сократить время простоя резервуара, так как зачистка резервуара от донных отложений парафинов и нефтешламов будет проходить в сроки не более месяца, тогда как в настоящее время эта процедура занимает до 2-х месяцев в летний период и до 3-х месяцев в зимний. Предотвращение донных отложений и коррозии 1-го пояса под слоем осадка увеличит безопасный срок службы резервуара, уменьшит количество проводимых ремонтов, а при эксплуатации сохранится номинальный рабочий объем резервуара.

Данная реконструкция РВС-20000 м³ будет проводиться впервые на этом производстве и позволит добиться более стабильной и надежной работы резервуара.

Технология размыва с помощью «Диоген 700» эффективна и позволяет без ручного труда и традиционной пропарки производить размыв и удаление донных отложений из резервуара, не загрязняя окружающую среду и сохраняя ценные нефтяные продукты, содержащиеся в осадках (таблица 1) [5].

Таблица 1

Сравнительные технико-экономические показатели отечественных и зарубежных аналогов устройств размыва донных отложений в резервуарах с нефтью

Показатели	Модель устройства, фирма-изготовитель				
	Prematechnic 177S20, Prematechnic CmbH (Германия)	Jensen 620VA 25/29, Jensen mixer, inc. (США)	Plenty 28P-8TM25, Plenty mixer CmbH (США)	НХ 63.00.000, «КБ им. Академика В.П. Макеева» (Россия)	«Диоген-700» ОАО «Центр-сибнефтепровод» (Россия)
1	2	3	4	5	6
Диаметр пропеллера, мм	660	730	700	600	700

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6
Мощность электродвигателя, кВт	20,0	18,5	18,5	22,0	18,5
Привод поворота	Ручной	Автоматический непрерывный	Автоматический непрерывный	Ручной дискретный через 10°	Автоматический непрерывный
Допускаемые протечки через торцевое уплотнение, см ³ /ч	Нет	Нет	Нет	50	Нет
Способ размыва	Перемешивание объема нефти в фиксированных направлениях	Сканирующая по всей поверхности днища затопленная направленная длинная струя	Сканирующая по всей поверхности днища затопленная широкая, короткая струя	Перемешивание объема нефти в шести фиксированных направлениях	Сканирующая по всей поверхности днища затопленная направленная струя длиной 45 м
Назначение устройства	Предотвращение выпадения осадков, гомогенизация продуктов в резервуар	Предотвращение выпадения осадков, гомогенизация продуктов в резервуаре	Размыв накопленных осадков, предотвращение выпадения осадков, гомогенизация продуктов в резервуаре	Предотвращение выпадения осадков, гомогенизация продуктов в резервуаре	Размыв накопленных осадков, предотвращение выпадения осадков, гомогенизация продуктов в резервуаре
Способ управления процессом размыва	Местный, ручной с остановкой для смены положения устройства	Дистанционный, автоматический, непрерывный	Дистанционный, автоматический, непрерывный	Местный, ручной с остановкой для смены положения устройства	Дистанционный, автоматический, непрерывный
Сертификат соответствия. Разрешение Ростехнадзора на применение и изготовление	Нет данных. Разрешение Ростехнадзора не выдавалось	№ UA1.012.0526 4.96 УкрСЕПРО (Украина). Сертификат и разрешение Ростехнадзора не выдавались	Нет данных. Разрешение Ростехнадзора не выдавалось	Нет сертификата. Разрешение Ростехнадзора не выдавалось	РОССТУ.Н00 1.В00053 № 35 15939 от 20.11.2000 г. (Россия). Разрешение Ростехнадзора на применение и изготовление выдано
Стоимость с учетом НДС и таможенных пошлин, тыс. руб.	544,4	704,5	873,5	339,0	554,2

1	2	3	4	5	6
Количество устройств, необходимых для размыва одного РВС-20000	2	2	1	2	1
Стоимость комплекта устройства размыва на один РВС-20000, тыс. руб.	1088,6	1409,0	873,5	678,0	554,2

Осуществлено сравнение аналогичных устройств для размыва донных отложений: Prematechnic 177S20; Jenson620VA 25/29; Plenty 28P-8TM25; НХ 63.00.000; Диоген-700. В результате сравнения был выбран «Диоген 700» [6].

Применение устройства «Диоген 700» позволит защитить резервуар от коррозионного разрушения конструкций вследствие скопления донных отложений и загрязнения оборудования. В результате использования устройства полезный объем резервуара увеличивается на 2-4%.

При экспертизе промышленной безопасности резервуара произведен поверочный расчет на прочность и устойчивость резервуара РВС-20000 м³, толщин стенок каждого пояса резервуара. Максимальные напряжения в стенке корпуса резервуара не превышают допускаемых:

$$R_y = 345/1,1 = 314 \text{ МПа};$$

$$\text{для 1 пояса } R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n = 314 \cdot 0,7/1,1 = 200 \text{ МПа};$$

$$\text{для 2-8 пояса } R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n = 314 \cdot 0,8/1,1 = 228 \text{ МПа}.$$

Для подтверждения работоспособности устройства для размыва донных отложений «Диоген 700» был произведен расчет на виброустойчивость, жесткость и прочность вала мешалки. Условие виброустойчивости выполняется: $\xi_d = 0,55 \leq 0,7$. Условие жесткости в опасных сечениях также выполняется: для опасного сечения на консоли динамические смещения вала не превышают допустимых $1,54 \cdot 10^{-3} \text{ м} \leq 0,25 \text{ м}$; для опасного сечения в точке уплотнения вала динамические смещения соответствуют условию жесткости $0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Условие прочности для вала выполняется, значения эквивалентных напряжений в опасном по прочности сечении не превышает допускаемого значения: $9,76 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 50,05 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

При расчете горизонтального вала устройства «Диоген» были учтены дополнительные факторы, влияющие на жесткость вала, в частности, статическое изгибающее перемещение, зависящее от веса мешалки, а также изгиб от влияния собственного веса вала. Приведен сравнительный анализ результатов расчета отношения динамических смещений с учетом отношения длины и диаметра вала и без них.

Данные изменения в методике расчета позволят найти наиболее уязвимые места и внести соответствующие конструктивные изменения, а также дают возможность уменьшить металлоемкость конструкции.

Устройство «Диоген 700»:

- полностью компенсирует свою стоимость за короткий срок эксплуатации;
- существенно минимизирует затраты предприятия: увеличивает полезную вместимость резервуара и продлевает срок его службы;
- обладает минимальной энергоемкостью и существенно сокращает энергозатраты по сравнению с иными системами размыва.

Целесообразность реконструкции резервуара подтверждает расчет срока окупаемости. Сумма общих капитальных затрат на реконструкцию составляет 1 478 633, 54 рублей, сумма экономии затрат от реконструкции резервуара составляет 1 628 703 рублей, срок окупаемости капитальных вложений - 1 год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салькова А. Г., Подоплелов Е.В., Серенко С.В., Кустов Б.О. О проектировании цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2016. № 1. С. 25-26.
2. Брагинский О.Б. // Российский химический журнал - 2008. - Т. 52, № 6. - С. 137.
3. Капустин В. М. Оксигенаты в автомобильных бензинах.- М.: КолосС, 2011.- С. 335.
4. Богданов С.Н., Лаврик А. Н., Теремов А. С. // Вестн. ЮУрГУ.- 2008.- № 23.-С. 86.
5. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств.– М.: КолосС, 2008. – С. 479. Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений.
6. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. – Л. Машиностроение, 1979. С. 272.