

**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

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ НА ЗАЧИСТКУ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

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

## **RECONSTRUCTION OF STORAGE TANK FOR OIL WITH THE AIM OF REDUCING LABOR COSTS FOR CLEANUP OF SEDIMENTS**

**Аннотация.** Рассматривается реконструкция резервуара для хранения нефти с целью снижения трудозатрат на зачистку донных отложений. Проведен сравнительный анализ устройств, применяемых для размыва донных отложений. Для выбранного аппарата «Диоген 700» проведен расчет на виброустойчивость, жесткость и прочность вала мешалки. Предложены изменения в методику расчета валов, которые позволяют определить уязвимые места и внести соответствующие конструктивные изменения.

**Ключевые слова:** мешалка, вал и привод.

**Abstract.** Deals with the reconstruction of tank for oil storage with the aim of reducing labor costs for the cleaning of bottom sediments. A comparative analysis of the devices used for erosion of bottom sediments is carried out. For the selected device "Diogenes 700" the calculation of vibration resistance, stiffness and strength of the agitator shaft. Changes in the method of calculation of shafts, which allow to identify vulnerabilities and make appropriate design changes, are proposed.

**Keywords:** mixer, shaft and drive.

В процессе хранения парафинистых нефтей в резервуарных емкостях, особенно в емкостях большого объёма, происходит образование и накопление донных отложений, количество которых может составлять в год до 1/4 полезного объёма резервуаров.

В данной работе рассматривается проблема борьбы с образованием донных отложений в стальных вертикальных резервуарах объемом 20000 м<sup>3</sup>, предназначенных для хранения нефти парка 12/1 ТСП АО «АНХК». Для очистки дна резервуара от отложений было установлено устройство для размыва донных отложений «Диоген 700». Технология размыва с помощью данного устройства достаточно 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 [1].

Проведено сравнение аналогичных устройств для размыва донных отложений: Prematechnic 177S20; Jenson620VA 25/29; Plenty 28P-8TM25; НХ 63.00.000; Диоген-700. В результате было выбрано устройство «Диоген 700» [2].

Устройство «Диоген 700» защищает резервуар от коррозионного разрушения конструкций вследствие скопления донных отложений и загрязнения оборудования. В результате использования данного устройства полезный объём резервуара увеличивает на 2-4 %.

При экспертизе промышленной безопасности резервуара РВС-20000 м<sup>3</sup> был выполнен поверочный расчет на прочность и устойчивость резервуара, а также расчет толщин стенок каждого пояса резервуара. Расчет показал, что максимальные напряжения в стенке корпуса резервуара не превышают допустимых:  $R_y = 345/1,1 = 314$  МПа; для 1 пояса  $R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n = 314 \cdot 0,7/1,1 = 200$  МПа; для 2-8 пояса  $R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n = 314 \cdot 0,8/1,1 = 228$  МПа.

Для подтверждения работоспособности устройства «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 выполняется. Для опасного сечения на консоли динамические смещения вала не превышают допустимых  $1,54 \cdot 10^{-3} \text{ мм} \leq 0,25 \text{ мм}$ , для опасного сечения в точке уплотнения вала, динамические смещения соответствуют условию жесткости –  $0,25 \cdot 10^{-3} \text{ мм} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$ . Условие прочности для вала выполняется:  $9,76 \cdot 10^6 \leq 50,05 \cdot 10^6$ .

Так как в настоящее время существует методика расчета только вертикальных валов перемешивающих устройств, то при расчете горизонтального вала устройства «Диоген» были учтены дополнительные факторы, влияющие на жесткость вала. Прежде всего, при изготовлении вала было добавлено статическое изгибающее перемещение от веса мешалки, а также изгиб от влияния собственного веса вала. Приведен сравнительный анализ результатов расчета отношения динамических смещений с учетом дополнительных факторов и без них: на конце консоли  $1,54/0,4 = 3,85$  мм; в районе уплотнения  $0,25/0,064 = 3,9$  мм.

Данные изменения в методике расчета помогают найти наиболее уязвимые места и внести соответствующие конструктивные изменения, а также дает возможность уменьшить металлоемкость конструкции [3].

Устройство «Диоген 700»:

- полностью компенсирует свою стоимость за однократное применение при размыве накопленных осадков;
- существенно минимизирует затраты предприятия: увеличивает полезную вместимость резервуара и продлевает срок его службы;
- обладает минимальной энергоёмкостью и существенно сокращает энергозатраты по сравнению с иными системами размыва.

Проведенный расчет срока окупаемости реконструкции резервуара показал, что сумма общих капитальных затрат на реконструкцию составит 1478633,54 руб., а сумма экономии затрат от реконструкции резервуара – 1628703 руб. Срок окупаемости капитальных вложений составит 0,91 лет, что подтверждает целесообразность проведения реконструкции резервуара.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. М.: КолосС, 2008. 479 с.
2. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. Л.: Машиностроение 1979. 272 с.
3. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (с изменениями № 1, 2). М.: Госстрой: Изд-во стандартов, 2003. 32 с.