

**ОБЕСЕЧЕНИЕ  
НОРМАТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
РЕЗЕРВУВРНЫХ ПАРКОВ  
ГОЛОВНЫХ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ**

**В. О. Некрасов, Р. Е. Левитин**

*ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,  
Тюмень, Россия*

Обеспечение надежности нефтеперекачивающих станций (НПС) магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов является очень важной задачей в условиях бесперебойной поставки нефти и нефтепродуктов на конечные пункты МН. Для нормального функционирования НПС необходим постоянный мониторинг всего комплекса технологических процессов, которые выполняются непосредственно на станции, а также регулярное диагностирование и техническое обслуживание режимных объектов насосных станций. Важнейшее значение в области надежности работы НПС имеет техническое состояние резервуаров, входящих в состав резервуарных парков головных нефтеперекачивающих станций. Техническое обслуживание резервуаров включает в себя совокупный ряд мероприятий, таких как определение вместимости и базовой высоты резервуаров, обслуживание средств измерения уровня отбора проб нефти, контроль за осадкой основания резервуаров, обслуживание производственной канализации, содержание территории и т.д. Но одной из важнейших операций, непосредственно влияющих на эксплуатационные свойства резервуаров и, как следствие, надежность всей системы «МН + НПС», является сохранение полезного рабочего объема резервуара. Сохранение рабочего объема достигается путем предотвращения накоплений и размывом донных отложений в вертикальных стальных резервуарах (РВС) ГНПС [1].

С целью повышения эффективности, надежности и снижения энергоемкости размыва нефтяных донных отложений в резервуарах РВС авторами было разработано устройство воронкообразного размыва и предотвращения образования отложений в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами (рис. 1).

Конструкция системы состоит из общего незамкнутого криволинейного коллектора (5), расположенного на дне (7) и проложенного вдоль стенки резервуара (8), снабженного восьмью напорными патрубками (6) меньшего диаметра, имеющими между собой угол  $45^\circ$  и наклоненными под углом  $22^\circ 30'$  к касательной окружности в горизонтальной плоскости и под углами  $45^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $15^\circ$  и  $10^\circ$  по ходу движения нефтепродукта по общему коллектору в вертикальной плоскости соответственно. Также имеются запорная арматура (3), Г-образный отвод (2) и S-образный пространственный отвод (4), которые соединяют общий коллектор с основным сливо-наливным трубопроводом резервуара (1) [2].

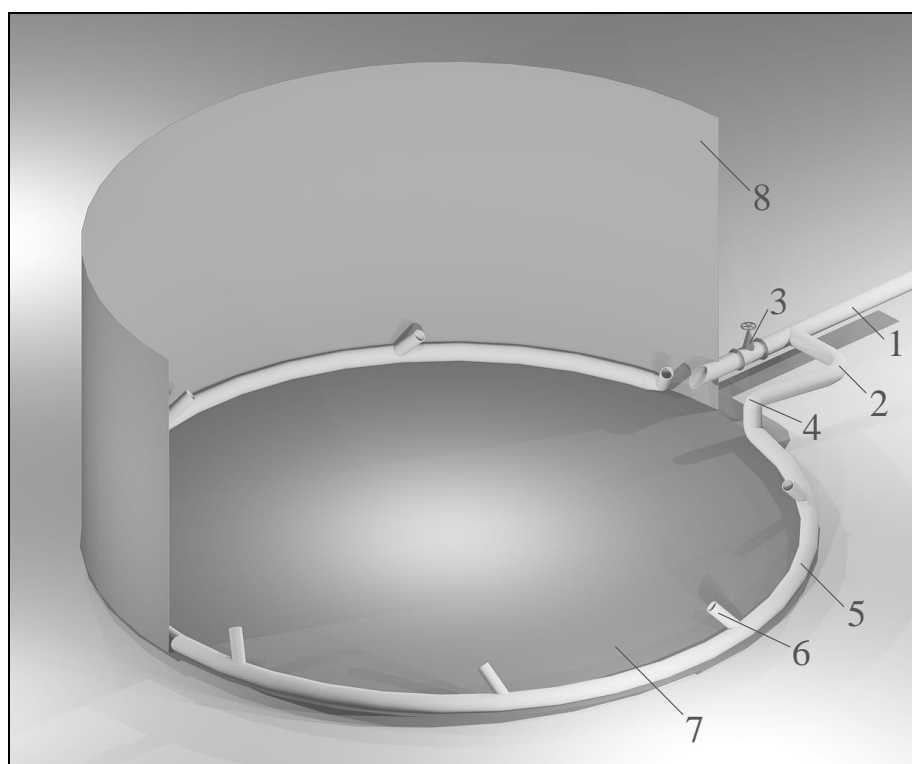


Рис. 1. Общий вид системы воронкообразного размыва и предотвращения образования донных отложений

Предотвращение образования донных отложений производится путем воронкообразного перемешивания многофазной среды в резервуаре РВС. Создание воронкообразного перемешивания происходит на стадии заполнения (или долива) резервуара за счет кинетической энергии движущегося потока и воздействия друг на друга гидравлических затопленных струй нефти или нефтепродукта.

Расположение общего коллектора непосредственно на дне позволяет размывать донные отложения при минимальном уровне нефти или нефтепродуктов в резервуаре. Количество напорных патрубков выбрано исходя из критериев оптимальности для создания воронкообразного перемешивания и металлозатрат. Поскольку гидравлический напор в системе размыва донных отложений теряется на местные сопротивления напорных патрубков и по длине криволинейного коллектора, следовательно, угол наклона напорных патрубков в вертикальной плоскости уменьшается по ходу движения нефти или нефтепродуктов с  $45^\circ$  до  $10^\circ$  соответственно. Тем самым уменьшаются гидравлические потери напора в системе и увеличивается динамическая остаточная энергия создания воронкообразного перемешивания, повышая эффективность размыва донных отложений.

За счет того, что размыв и предотвращение донных отложений производится самим закачиваемым продуктом без привлечения дополнительных технических устройств, потребляющих электроэнергию, снижается общая энергоемкость размыва и предотвращения образования донных отложений.

Для математического описания движения нефти в резервуаре воспользуемся теорией двухпараметрического вихревого потока жидкости и введем специальную систему ортогональных криволинейных координат (рис. 2) [3].

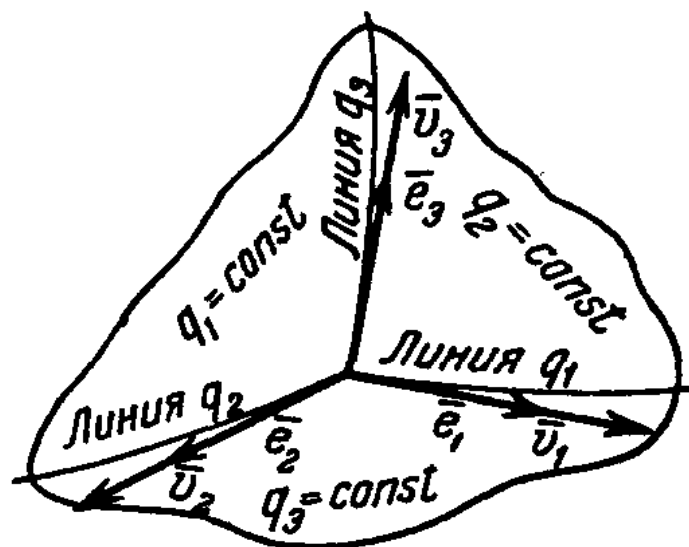


Рис. 2. Криволинейная система координат  $q_1, q_2, q_3$

В выбранной системе координат все три компоненты скорости ( $v_1, v_2, v_3$ ) являются функциями двух координат ( $q_1$  и  $q_2$ ) и не зависят от третьей ( $q_3$ ):

$$\begin{cases} v_1 = f_1(q_1, q_2); \\ v_2 = f_2(q_1, q_2); \\ v_3 = f_3(q_1, q_2). \end{cases} \quad (1)$$

Геометрически это означает, что на всех координатных поверхностях  $q_3 = \text{const}$  поле скоростей строится одинаковым образом по отношению к триэдру единичных векторов (реперу) координатной системы.

Для математического описания движения многокомпонентной среды в резервуаре РВС при работе устройства воронкообразного размыва в результате преобразований и некоторых упрощений была получена следующая система уравнений:

$$\begin{cases} H_2 H_3 v_1 = \frac{\partial \Phi}{\partial q_2}, H_3 H_1 v_2 = -\frac{\partial \Phi}{\partial q_1}; \\ H_3 v_3 = \Phi(\Phi); \\ E = -F(\Phi); \\ \frac{\partial}{\partial q_1} \left( \frac{H_2}{H_3 H_1} \frac{\partial \Phi}{\partial q_1} \right) + \frac{\partial}{\partial q_2} \left( \frac{H_1}{H_2 H_3} \frac{\partial \Phi}{\partial q_2} \right) + \\ + \frac{H_1 H_2}{H_3} \Phi(\Phi) \Phi'(\Phi) + H_1 H_2 H_3 F'(\Phi) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

где  $H_1, H_2, H_3$  – коэффициенты (параметры) Ламэ;

$\Phi$  – введенная функция тока;

$E$  – механическая энергия единицы массы жидкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов, В.О. Перспективные методы повышения эксплуатационных свойств нефтяных резервуаров. / В.О. Некрасов, Ю.Д. Земенков // Трубопроводный транспорт [теория и практика]. – 2012. – № 6. – С. 24 – 26.

2. Левитин, Р.Е. Способ поддержания рабочего объема вертикальных стальных резервуаров. / Р.Е. Левитин, В.О. Некрасов, Ю.Д. Земенков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2014. – № 3. – С. 43 – 46.

3. Некрасов, В.О. Повышение энергоэффективности трубопроводного транспорта углеводородного сырья / В.О. Некрасов, И.В. Тырылгин // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 55-летию Тюменского гос. нефтегаз. ун-та. Т. 2 / отв. ред. О.Ф. Данилов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 244 с.