



Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние заполненного резервуара

Кроме того, места максимальных напряжений находятся вне контакта с продуктом, что позволит сократить сроки ремонта, увеличить межремонтный период и большую часть ремонтных работ производить без вывода резервуара из эксплуатации.

В соответствии с расчётами выбрано вантовое покрытие комбинированного типа с вертикальными жесткими распорками, зигзагообразной канатной решеткой и внутренним опорным барабаном. В качестве распорок применены стальные стержни. Они предназначены для передачи нагрузок между верхним и нижним поясом вант и не испытывают больших напряжений, поэтому стержни могут быть полыми, что значительно уменьшает вес покрытия. По вантам монтируется стальная обрешетка с настилом из металлочерепицы.

Для снижения потерь продукта от испарения предлагается использовать понтон, состоящий из отдельных секций - герметичных коробов из листового алюминия, заполненных алюминиевыми сотами, собираемых между собой на болтах. Данный вид конструкции позволяет обеспечить непотопляемость секции в случае её возможной разгерметизации. Зазор между понтоном и стенкой герметизируется затвором мягкого типа.

Техническим результатом разработки является:

- гарантированное увеличение прочности и устойчивости резервуара;
- возможность эксплуатации в сейсмоопасных районах;
- снижение металлоемкости резервуара;
- увеличение эксплуатационной надежности резервуара;
- увеличенная продолжительность срока службы;
- увеличение межремонтных периодов;
- снижение срока работ по сооружению резервуара;
- снижение сметной стоимости сооружения, по сравнению с резервуаром вертикальным стальным.

#### Литература

1. Абовский Н.П. Максимов А.В. Управляемые конструкции и системы: Учебно-методический комплекс. - Красноярск: ИГК СФУ, 2009. - 149 с.
2. Горелов А.С. Неоднородные грунтовые основания и их влияние на работу вертикальных стальных резервуаров. - СПб: ООО «Недра», 2009. - 220 с.
3. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции: Учебное пособие для вузов, 1981 г.
4. Павилайнен В.Я. Расчет оболочек в многоволновых системах. Л. Стройиздат, 1973. - 134 с.
5. Файбищенко В.К. Металлические конструкции: Учебное пособие для вузов, 1984.

### ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЧИСТКИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ

А. А. Ефанов

Научный руководитель, доцент Е. Н. Пашков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При транспортировке добываемой нефти от забоя к устью скважины на внутренней поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ) происходит осаждение различного рода загрязняющих веществ. К ним

относятся асфальтены, парафины, соли, обломки породы и т.д. Осаждение подобного рода веществ на стенках труб приводит к сужению проходного сечения, что в свою очередь вызывает изменение параметров работы скважины, сокращает время работы подземного оборудования и снижает эффективность работы скважины в целом.

Для восстановления эффективной работы скважины применяют различного рода технологические процессы (тепловое воздействие, химическая чистка и т.д.), удаляющие некоторую часть осевших компонентов [1]. Однако, это не решает проблему в полной мере, так как со временем НКТ засоряются полностью. Полностью и частично, загрязнённые НКТ вынимаются из скважины, для последующей чистки на поверхности, и заменяются новыми. Чистка же старых труб на промысле невозможна: на данный момент трубы очищаются на специализированных заводах методом травления в концентрированных кислотах. Для этого необходимо иметь специализированное оборудование, которое отсутствует на промыслах. Транспортировка отработавших труб от удалённых месторождений до специализированных заводов экономически нецелесообразна и носит сезонный характер (транспортировка по зимним трассам). В совокупности эти факторы приводят к тому, что трубы складываются на промысле. Поиск метода, позволяющего очищать трубы непосредственно на месторождении с относительно небольшими капиталовложениями, обеспечивающего мобильность и компактность установки и не производящего вредных для экологии выбросов в окружающую среду, является весьма актуальной проблемой.

Одним из перспективных методов борьбы с загрязнениями и отложениями на поверхностях труб является применение электрогидравлического эффекта, открытого Л.А. Юткиным. Данный метод применяется в промышленности для упрочнения поверхности металла и создания наклёпа, создания электрогидравлических молотов и насосов, штамповки, а также чистки металлических поверхностей [2].

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ) – способ преобразования электрической энергии, в механическую, совершающийся без промежуточных звеньев, что обеспечивает высокий уровень КПД. Суть метода заключается в создании зоны сверхвысокого гидравлического давления за счёт специально созданного электрического разряда внутри некоторого объёма жидкости. Основными действующими факторами ЭГЭ являются высокие импульсные гидравлические давления; мощные импульсно возникающие кавитационные процессы; механические резонансные явления, позволяющие осуществлять взаимное отслаивание друг от друга многокомпонентных твёрдых тел. В момент пробоя полость вокруг искры расширяется, придавая жидкости в этой зоне значительное ускорение. Данная полость называется кавитационной и является основой формирования первого гидравлического удара. В следующий момент времени полость начинает смыкаться с большой скоростью, формируя второй гидравлический удар. На этом единичный цикл работы заканчивается. Частота подобных импульсов регулируется частотой пробоя разрядного устройства. Максимальная частота пробоя лимитирована и ограничена скоростью смыкания образовавшегося кавитационного канала.

Вышеописанный эффект обладает рядом преимуществ для решения поставленной задачи по сравнению с применяемыми методами:

- Высокая эффективность. За счёт создаваемых в зоне разряда высоких и сверхвысоких давлений могут быть удалены любые солевые отложения на внутренней поверхности труб;
- Высокий КПД. Происходит прямое преобразование электрической энергии в механическую, без промежуточных стадий;
- Отсутствие вредных выбросов. В отличие от метода травления в концентрированных кислотах, отходы, возникающие при очистке, не являются токсичными для обслуживающего персонала и окружающей среды;
- Малые капитальные затраты. Для создания установки, работающей по предложенному принципу, не требуется возведения новых цехов и обслуживающих площадок;
- Возможность создания полностью мобильной установки.

#### Заключение

На данный момент проблема очистки отработавших труб от загрязнений стоит достаточно остро. Применение имеющихся методов не приносит желаемого результата, трудность обеспечения материальной базы для очистки труб на месторождениях приводит к «утилизации» труб на склад. Внедрение в производственный процесс нового метода очистки НКТ от загрязнений, основанного на электрогидравлическом эффекте, позволит решить имеющуюся проблему. Предлагаемый метод обладает следующими достоинствами в сравнении с существующими на данный момент методами: высокая эффективность, высокий КПД, отсутствие вредных выбросов, малые капитальные затраты, возможность создания мобильной очистной установки.

#### Литература

1. Бабайцева Е.В., Саушин А.З. Систематизация известных способов борьбы с парафиноотложениями
2. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности
3. Антониади Д.Г., Шостак Н.А., Савенко О.В., Пономарев Д.М. Анализ существующих методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) при добыче нефти
4. Чепик С.К., Тахаутдинов Ш.Ф., Кашлев В.В., Уваров С.Г., Ибатуллин Р.Р. Применение на нефтяных месторождениях Татарстана технологии очистки внутрискважинного оборудования от асфальто-смолопарафиновых отложений микробиологическим методом.
5. Макаревич А.В., Банный В.А. Методы борьбы с АСПО в нефтедобывающей промышленности (обзор), часть II.