

термостабилизация мёрзлых грунтов является мощным средством нейтрализации негативного влияния случайной изменчивости климатических факторов на устойчивость сооружений. Никакие пассивные средства – теплоизоляционные покрытия и экраны, подсыпки и прочее – не могут дать такого эффекта [4].

Для балластировки газопроводов, сооружаемых в сложных условиях, могут быть использованы утяжелители, охватывающие трубопровод по боковым образующим (типа УБО), опирающиеся на него, седловидные (типа УБК) и кольцевые. Закрепление газопроводов в траншее на проектных отметках в талых грунтах может осуществляться с помощью винтовых или свайных раскрывающихся анкерных устройств, а в вечномерзлых грунтах – дисковых, винтовых и стержневых.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Изменение состояния грунтов, увеличение сезонного протаивания приводит к возникновению геокриологических процессов, напрямую влияющих на надежность МГ.
- Технология термостабилизации грунтов обеспечивает устойчивость оснований и надежность МГ.
- Балластирующие устройства препятствуют всплыванию газопроводов.

#### Литература

1. Геокриологические опасности. Тематический том / Под ред. Л. С. Гарагули, Э. Д. Ершова. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2000. – С. 199 – 201.
2. Голубин С.И. Повышение эксплуатационной надежности магистральных газопроводов в криолитозоне с применением технологии и технических средств термостабилизации грунтов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Якутск: ЯкутПНИИС, 2012. – 25с.
3. Ершов Э.Д. Общая геокриология. – М.: Недра, 1990. – С. 92 – 97.
4. Харионовский В.В. Повышение прочности газопроводов в сложных условиях. – М.: Недра, 1990. – С. 95 – 96.

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ РВС ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ю.В. Щипкова

*Научный руководитель профессор кафедры «Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология» В. В. Токарев*

*Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия*

Одним из актуальных вопросов нефтяной промышленности является проблема хранения нефти, нефтепродуктов и нефтешлама. В настоящее время нефть и нефтепродукты хранятся в резервуарах объемом от 5000 до 100000 м<sup>3</sup>, конструкция которых описана в [2], причем время хранения нефти в РВС составляет от трех суток. В задачи проектирования резервуаров входит увеличение их срока службы, а также уменьшение затрат на обслуживание в процессе эксплуатации. Одна из причин выхода РВС из работы – потеря устойчивости сварного соединения стенки резервуара с днищем (уторный шов), что обусловлено коррозионным воздействием подтоварной воды, представляющей собой слабый раствор серной кислоты [1], и скапливающейся в нижней части резервуара. Таким образом, своевременный отбор подтоварной воды существенно снижает время ее воздействия на уторный шов резервуара. В настоящее время отбор подтоварной воды осуществляется через сифонные краны, установленные по периметру резервуара, которые необходимо осматривать при каждом дренировании подтоварной воды. [4]

У используемого метода отвода подтоварной воды имеются недостатки. Основной из них заключается в том, что контроль над стоком подтоварной воды осуществляется визуально, следовательно, возможны утечки, связанные с человеческим фактором. [3]

Решение проблемы, предлагаемое в данной работе, связано с изменением конструкции днища РВС. В настоящее время для резервуаров преимущественно используются днища с коническим уклоном от центра. [5]. В предлагаемом способе отвода подтоварной воды днище представляет собой конус с уклоном к центру. Однако, подобная конструкция приводит к изменению напряженно-деформированного состояния РВС и возникновению вероятности образования трещин в днище и, как следствие, появлению утечек нефти из РВС в процессе его эксплуатации.

Поэтому необходимо проанализировать напряженно-деформированное состояние резервуаров с днищем предложенной формы при помощи программного продукта ANSYS.

Для анализа рассмотрены резервуары объемом от 20000 до 30000 м<sup>3</sup>, с углами уклонов днища от 2 до 15 градусов.

В программе ANSYS были рассчитаны возникающие напряжения и деформации при воздействии следующих нагрузок:

- вес крыши;
- вес стенок;
- гидростатическая нагрузка от продукта;
- снеговая нагрузка в V снеговом районе [6].

Как видно на рисунке 1, максимальные деформации и напряжения возникают в центральной части днища.

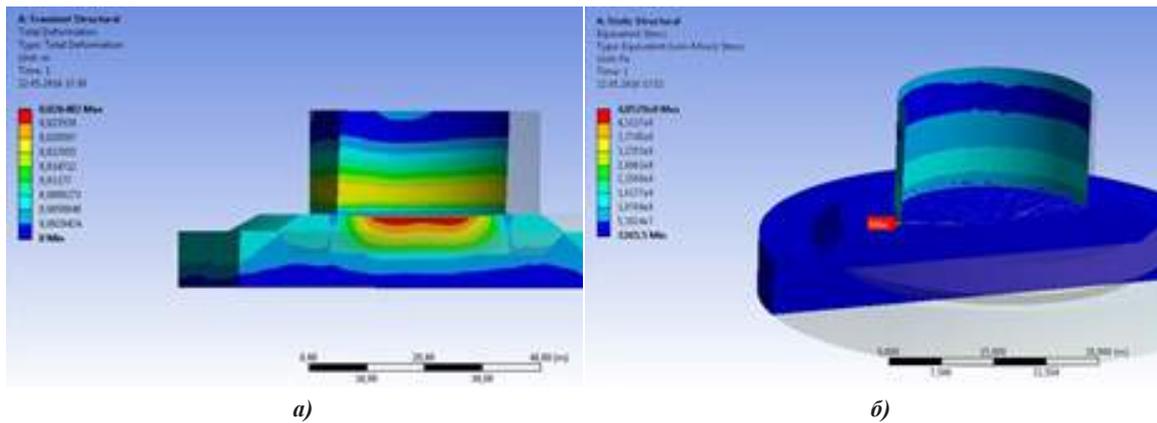


Рис. 1. Деформации и напряжения, возникающие в резервуаре: а) деформации; б) напряжения

По результатам расчетов были построены графики зависимости возникающих напряжений от угла уклона днища (рисунок 2). Допустимые значения напряжений были рассчитаны для стали С590К с пределом текучести 590 МПа [2]. Как видно на графиках, зависимость возникающих напряжений от угла уклона днища не превышает предельно допустимых значений.

Предлагаемая система отвода «подтоварной воды», представлена на структурной схеме (рис.3). При появлении воды, сигнал с датчика положения межфазного уровня «нефть-вода», расположенного в зоне скопления «подтоварной воды» посылается на блок автоматического управления, который в свою очередь включает насосную установку откачки, осуществляющую откачку «подтоварной воды» из резервуара через трубопровод. Форма трубопровода может быть различна, основное требование к нему: обеспечение отвода «подтоварной воды» из зоны скопления «Н1». Откачиваемая «подтоварная вода» проходит через анализатор для определения степени отбора и качества очистки «подтоварной воды» и посылает сигнал на блок управления для остановки насосной установки откачки и анализирует наличие «подтоварной воды» в трубопроводе

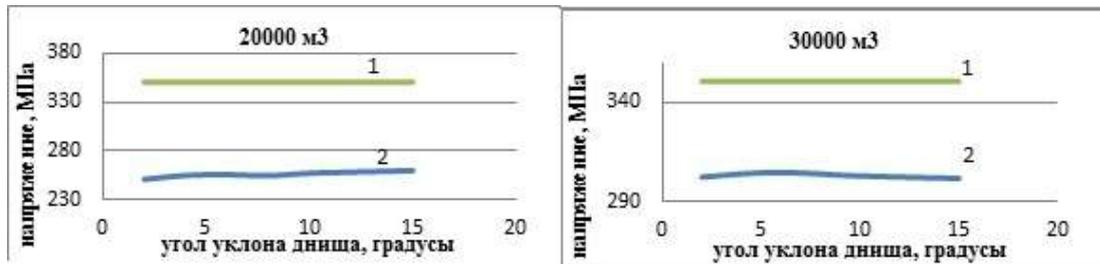


Рис. 2. Графики сравнения возникающих напряжений с предельно допустимыми значениями в резервуарах объемами 20000 и 30000 м<sup>3</sup> с углами уклона днища от 2 до 15 градусов: 1 – допустимое значение напряжений; 2 – возникающие напряжения

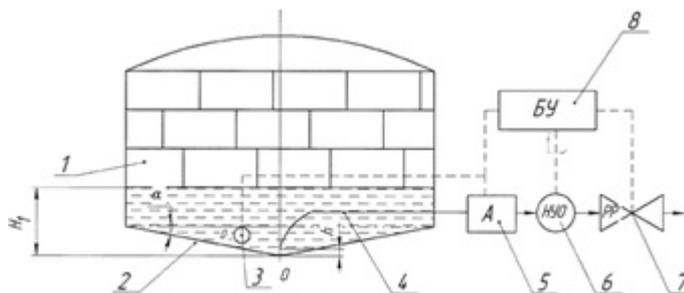


Рис. 3. Устройство для удаления подтоварной воды и резервуара: Н1 – зона скопления «подтоварной воды»; 1 – стенка РВС; 2 – днище РВС; 3 – датчик положения межфазного уровня «нефть-вода»; 4 – трубопровод отвода; 5 – анализатор; 6 – насосная установка откачки; 7 – регулятор расхода «подтоварной воды»; 8 – блок автоматического управления

Следовательно, оптимальный угол уклона днища можно принять равным 2-4 градуса. Т. к. при этих значениях угла уже возможно использовать предложенную систему отвода подтоварной воды. Увеличение угла уклона

ведет к возникновению дополнительной проблемы – чем больше значение угла, тем больше высота конуса, следовательно, необходимо увеличивать песчаную подушку под резервуаром, а это не целесообразно.

Т.о. можно сделать вывод, что, использование днища сложной формы, приводит к тому, что подтоварная вода скапливается не по периметру резервуара, а в его центре. Следовательно, уменьшается время коррозионного воздействия подтоварной воды на уторный шов. Удаление подтоварной воды из резервуаров осуществляется автоматическим способом при помощи прямо-раздаточных устройств, обеспечивающих дренирование большого количества воды без потерь нефтепродукта. А также, совместно с подтоварной водой из резервуара производится отвод нефтешлама и парафинистых отложений, что существенно сокращает время очистки РВС. Как показали расчеты, возникающие напряжения не превышают предельно допустимых. Следовательно, предложенная конструкция днища РВС эффективна, работоспособна и может быть реализована для резервуаров объемом 5000, 20000 – 30000 м<sup>3</sup>

#### Литература

1. ГОСТ 1437-75. Нефтепродукты темные. Ускоренный метод определения серы. - Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР, 1977.
2. ГОСТ 31385-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. – М.: Стандартинформ, 2010.
3. Квасов И.Н. Анализ систем обнаружения утечек и несанкционированных врезок в магистральном нефтепроводе/Квасов И.Н.// Геология и нефтегазоносность Западно-сибирского мегабассейна (опыт, инновации): материалы десятой международной научно-технической конференции (посвященной 60-летию Тюменского индустриального университета) – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2016.
4. РД 153-39.4-078-01. Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз. – Уфа.: Министерство энергетики Российской Федерации, 2011.
5. РД-16-01-60-30-00-КТН-026-1-04. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м<sup>3</sup>. – М.: ОАО «АК «Транснефть». 2004.
6. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – Взамен СНиП 2.01.01. – 82; Введ. 11.06.99. – М.: Изд-во стандартов, 2000.