

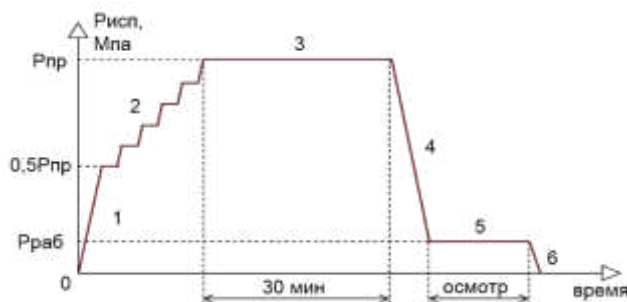


Рис. 1. Гидравлическое испытание

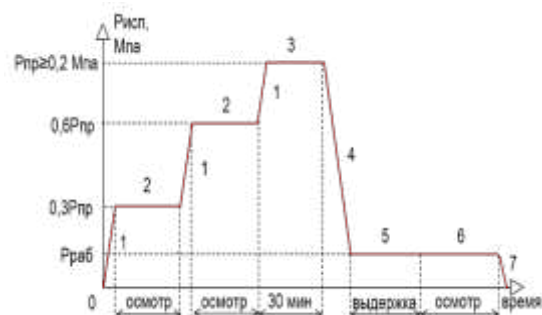


Рис. 2. Пневматическое испытание

На рис. 2 видно, что при проведении пневматического испытания с АЭ проводится поэтапное поднятие давления, что позволяет на каждом этапе поднятия давления проводить осмотр. В нашем случае сигнал с датчиков будет выводиться на регистрирующие устройства оператора проводящего испытания, что позволит нам на раннем этапе не поднимать давление до испытательного давления (как происходит при проведении гидравлического испытания), а выявлять и регистрировать только развивающиеся разрушения (дефекты в сварных стыках, трубопроводной продукции, арматуре), провести классификацию дефектов не по их размерам (положению, форме, ориентации), а по уровню их опасности (степени влияния на прочность объекта). Таким образом, при применении данного метода на всех этапах проведения испытания будут выводиться сигналы на датчики с последующей передачей оператору, что позволит оперативно стравливать воздух с трубопровода и проводить ремонт дефектного участка.

Экономическое сравнение выбранных методов испытаний позволяет сделать следующие выводы. Согласно ФЕР 25-12-012-10 для трубопроводов номинальным диаметром 1000 мм стоимость гидравлического испытания на 1 км составит 45 309,77 руб. (с учётом накладных расчётов и сметной прибыли), согласно ФЕР 19-01-015-01 стоимость выполнения пневматического испытания с акустической эмиссией составит 46 183,29 руб. (с учётом накладных расчётов и сметной прибыли). Поскольку затраты на проведение испытаний являются схожими, основным преимуществом применения пневматического испытания с АЭ являются прежде всего существенное сокращение срока проведения испытаний при отрицательных температурах, минимизация затрат на проведение ремонтных работ при обнаружении дефектов оператором.

Использование метода пневматических испытаний с АЭ имеет ряд ограничений, таких как сложность расшифровки полученных результатов (дополнительные паразитные шумы от работы оборудования, окружающей среды) и уникальность оборудования (серийное производство). Однако, применение указанного метода позволит достичь существенные преимущества, такие как:

- возможность проведения испытания в интервале температур окружающего атмосферного воздуха и используемого сжатого газа от плюс 50 °С до минус 40 °С;
- возможность в сжатые сроки строительства провести испытания трубопровода;
- при проведении пневматического испытания с АЭ не требует проведения тщательной подготовки поверхности трубопровода к испытанию;
- высокая производительность данного метода относительно традиционных способов контроля;
- возможность дистанционного проведения испытания;
- проведение испытания даже в условиях эксплуатации объекта (в целях контроля состояния построенного объекта).

Литература

1. Климовский Е.М., Колотилов Ю.В. Очистка и испытание магистральных трубопроводов. – М.: Недра, 1987.
2. СП 411. 1325800.2018. Трубопроводы магистральные и промышленные для нефти и газа. Испытания перед сдачей построенных объектов.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРПУСА ТРУБОПРОВОДНОЙ ЗАДВИЖКИ

Гундрум А.В.

Научный руководитель доцент К.К. Манабаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Статья посвящена исследованию методов анализа оптимизации конструкции по массогабаритным характеристикам.

Предмет исследования: корпус трубопроводной задвижки номинального диаметра DN 80 мм для транспортировки газа, при рабочем давлении 1,6 МПа.

Корпус задвижки можно оптимизировать несколькими способами:

1. Современные программы программного обеспечения для моделирования и расчетов (например, ANSYS, SolidWorks) позволяют проводить комплексные анализы напряжений, деформаций и потерь давления в корпусе задвижки. Это помогает выявлять «слабые места» в конструкции и оптимизировать ее еще на этапе проектирования.

2. Экспериментальные способы. Помимо компьютерного моделирования, важную роль играют испытания на стендах, которые позволяют выявить не только прочностные, но и эксплуатационные характеристики задвижек. Например, тесты на циклическую усталость могут выявить потенциальные дефекты, невидимые при других методах испытаний.

Оптимизация корпуса трубопроводной задвижки в программном комплексе проводится в несколько этапов:

- Постановка задачи. Задачей является оптимизировать корпус по массогабаритным характеристикам при сохранении ее прочностных характеристик.
- Создание начальной геометрической модели. Разработана 3D-модель корпуса трубопроводной задвижки, которая затем была импортирована в ANSYS для проведения анализа.
- Разбиение модели на конечные элементы. Модель разбита на конечные элементы для обеспечения высокой точности расчетов в критических зонах.



Рис. 1. 3D-модель конструкции



Рис. 2. Модель, разбитая на конечные элементы

- Задание материалов и граничных условий. Граничные условия включали внешнее давление жидкости и температурные нагрузки, соответствующие эксплуатационным условиям.

Расчет проводится при нормальных условиях при температуре 20 °С. Материал корпуса конструкционная низколегированная сталь 09Г2С, внутреннее предельное избыточное давление $P = 2,4$ МПа.

- Расчет и анализ результатов. напряженно-деформированного состояния конструкции.

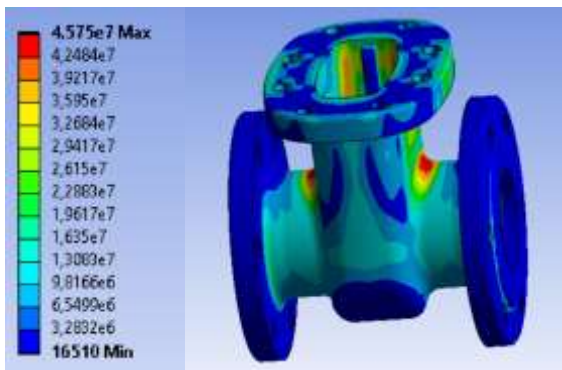


Рис. 3. Equivalent Stress

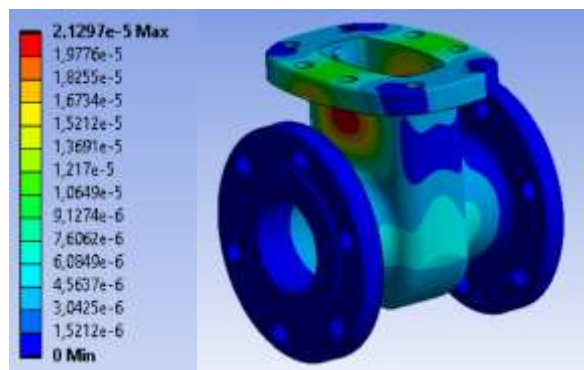


Рис. 4. Total Deformation

Анализ показал наиболее напряженные участки корпуса и участки, где напряжения были минимальны. Как видно из измерений наиболее нагруженными являются участки в местах скруглений. При анализе на общие деформации наиболее деформированными являются стенки корпуса верхней части корпуса.

На основании анализа напряженного состояния было решено уменьшить толщину стенок в зонах с минимальными напряжениями и добавить усилительные ребра в критически нагруженных местах.

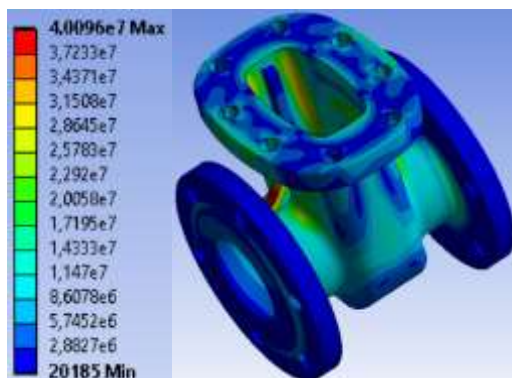


Рис. 5. Equivalent Stress

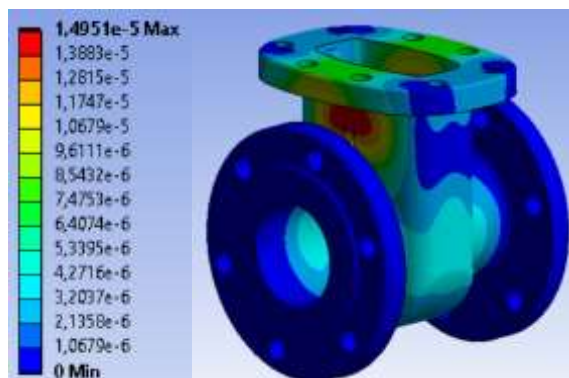


Рис. 6. Total Deformation

После модификации геометрии корпуса были выполнены повторные расчёты, которые показали, что вес корпуса уменьшен на 9,8 % (17300 г. до оптимизации, 15605 г. после оптимизации) при сохранении или даже улучшении его прочностных характеристик.

Проделанные этапы обеспечивают комплексный подход к проектированию и оптимизации корпуса трубопроводной задвижки, позволяя разработать экономичную, надёжную и долговечную конструкцию. Благодаря использованию ANSYS для анализа и оптимизации, удалось значительно улучшить экономичность и эксплуатационные характеристики трубопроводной задвижки, что является важным этапом в проектировании и производстве современной трубопроводной арматуры.

Иногда, оптимизацию можно достигнуть за счет инновационных решений, таких как многоуровневая оптимизация, объединяющая несколько параметров (вес, стойкость к давлению, коррозия) в единую задачу.

Оптимизация корпуса трубопроводной задвижки — многосторонний процесс, требующий комплексного подхода и применения передовых технологий и материалов. Сочетание компьютерного моделирования, современных материалов и технологий производства, а также экспериментальных методов позволяет создавать надёжные, долговечные и эффективные изделия, отвечающие современным требованиям промышленности.

Литература

1. Белобородов А. В. Совершенствование методики проектирования запорной арматуры с использованием численных методов: дис. — Тюмень: [Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т. Каф. машин и оборудования нефтяной и газ. пр-ти], 2005. Казанцев М. Н., Флегентов И. А., Петелин А. Н. Пути повышения надёжности запорной арматуры для магистральных трубопроводов (на примере задвижек шиберных) // Нефтегазовое дело. — 2016. — Т. 14. — №. 4. — С. 75-81.
2. Тарасов В. А. Обеспечение заданных характеристик надёжности затворов запорной трубопроводной арматуры: дис. — Братский государственный университет, 2009.
3. Задвижки клиновые. Методика выбора задвижек [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gaksnpo.ru/zadvizhki-klinovye-metodika-vybora-zadvizhek>.
4. Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры с уплотнением «Металл-металл» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pandia.ru/text/77/472/30958.php>.
5. СТ ЦКБА 005.2-2004. Арматура трубопроводная. Металлы, применяемые в арматуростроении. Часть 2. Справочные данные о свойствах материалов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ckba.ru/images/wisiwig/certificationfiles/Ykazatel%20standartov%202022.pdf>.
6. СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 2.4-1.1-2-2019. Арматура запорная [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://osna.su/upload/iblock/f5a/0pwnflgva75qycp3hcd99epkjj385f8g/STO_GAZPROM_GAZORASPREDELENIE-2.4_8_2_2019.pdf.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ

Зубарев Д.А.¹, Волкова Г.И.^{1,2}

Научный руководитель с.н.с. доцент Г.И. Волкова¹

¹Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Наиболее эффективными способами добычи трудноизвлекаемых нефтей являются не разработка новых технологических приемов, а модернизация технологий, применяемых при добыче традиционных нефтей: тепловые, химические и физические методы. Перспективными являются экологически чистые волновые методы воздействия, в частности, ультразвуковая обработка (УЗО) [1]. В настоящее время отсутствуют научно-обоснованные теории, описывающие механизм воздействия ультразвука как на НДС в целом, так и на отдельные ее компоненты (реакции деструкции с образованием свободных радикалов, окисление и пр.).

С середины 80-х годов 20 века исследовалось влияние УЗО на протекание химических реакций в неводных средах. Установлено [5], что в присутствии кавитации *n*-декан деструктирует по радикальному механизму