

Методология повышения качества резьбовых поверхностей деталей нефтегазового оборудования

М.В. Песин

к.т.н., доцент, докторант¹
первый заместитель директора
по нефтепромысловому оборудованию²
m.pesin@mail.ru

Е.Д. Мокроносов

д.т.н., профессор, президент²

¹кафедра «Инновационные технологии
машиностроения» ПНИПУ, Пермь, Россия
²ООО «ПКНМ», Пермь, Россия

В статье представлено описание проведения стендовых испытаний на усталостную прочность.

Материалы и методы

Использованы методы математического моделирования и статистики.

Ключевые слова

резьба, деформация, обкатывание, упрочнение

При бурении скважин используют специальные трубы, соединённые в бурильную колонну. Так, например, для бурения на 3000 м требуется примерно 300 труб и, соответственно, для изготовления одной колонны труб нужно нарезать 600 резьб: наружных (ниппель) и внутренних (муфта). Традиционно для соединения изделий нефтегазового назначения используют коническую замковую резьбу по ГОСТ Р 50864-96.

В процессе эксплуатации высоконагруженного резьбового соединения бурильных труб сталкиваются со следующими трудностями:

- под действием высоких сжимающих и растягивающих напряжений, а также воздействия крутящего момента происходит разрушение профиля резьбы;
- вследствие истирания профиля резьбы происходит заклинивание соединения, что препятствует дальнейшему свинчиванию-развинчиванию изделия;
- разрушение соединения приводит к обрыву колонны бурильных труб.

Поэтому решение задачи разработки методологии повышения качества резьбовых поверхностей деталей нефтегазового оборудования является актуальной [1].

Для бурения скважин используют следующие виды труб: бурильные трубы, утяжеленные бурильные трубы (УБТ), ведущие бурильные трубы (ВБТ), толстостенные бурильные трубы (ТБТ). Наиболее частой причиной выхода их из строя отмечается разрушение резьбового соединения «ниппель-муфта». Ликвидация же аварии требует значительных средств, поэтому проведение усталостных испытаний значительно сократит расходы на исследование существующих и внедрение новых изделий соединений [2]. В настоящее время существуют различные методы определения усталостной прочности резьбовых соединений. В данном случае рассмотрена многоцикловая усталость. При рассмотрении процесса бурения

нефтегазовых скважин выявлена работа резьбового соединения в сложнапряженном состоянии.

Для определения усталостной прочности резьбового соединения разработана методика усталостных испытаний, состоящая из поэтапных испытаний свинченного образца. Прикладывалась знакопеременная нагрузка от изгибающего момента при каждом этапе нагружения. Испытанную резьбу и её дефекты тщательно осматривали визуально, и результаты осмотра были зафиксированы с применением фотоаппарата. Результаты испытаний и визуального осмотра являются обязательными приложениями к протоколу. После проведения испытания образец снимался со стенда и резьбовое соединение развинчивалось.

Проведено исследование влияния упрочняющей обработки на усталостную прочность образцов. Так, циклическая выносливость образцов с резьбой упрочненной обкаткой роликом оказалась существенно выше циклической выносливости не упрочненных образцов и составила 3,9 раза при поэтапной схеме испытаний. Общий вид стенда показан на рис. 1.

Схема замеров циклов нагружения включала установку тензометрических датчиков в местах предполагаемых наибольших деформаций.

Таким образом, определены критерии оценки эффективности технологического процесса обработки высоконагруженных резьб бурильных труб; сделаны практические рекомендации; проведено испытание образцов на усталостную прочность.

Итоги

Проведенные стендовые испытания показали правильность ранее предложенной теории о применении обкатки для упрочнения резьбы. Так, усталостная прочность образцов упрочненных обкаткой роликом оказалась существенно выше циклической выносливости не упрочненных образцов и составила 3,9 раза при поэтапной схеме испытаний.

Выводы

Разработанная методология позволяет прогнозировать надежность высоконагруженных резьб бурильных труб.

Список используемой литературы

1. Песин М.В., Мокроносов Е.Д. Повышение надежности бурильных труб на стадии проектирования путем использования математического моделирования процесса упрочнения резьбовой поверхности // Экспозиция Нефть Газ. 2013. № 2. С. 56–57.
2. Песин М.В. Научные основы моделирования процесса упрочнения впадины резьбы бурильных труб обкатыванием роликом // Экспозиция Нефть Газ. 2013. №5. С. 68–70.

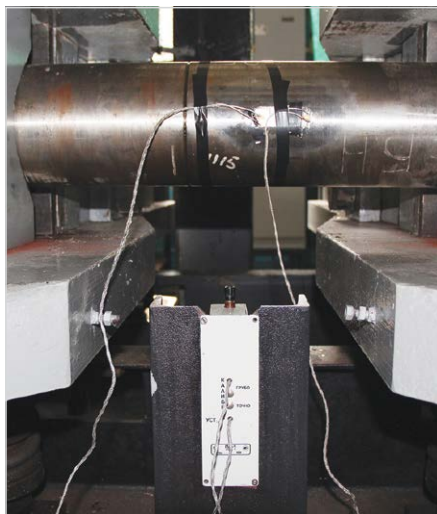


Рис. 1 — Общий вид стенда усталостных испытаний