

Литература

1. Андрейко С.С. и др. Газодинамические явления в калийных рудниках: Генезис, прогноз, управление / С.С. Андрейко, П.А. Калугин, В.Я. Щерба; Под редакцией В.Я. Прушака. – М.: Изд-во Выш. шк., 2000. – 335 с.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В РЕЗЬБОВЫХ  
СОЕДИНЕНИЯХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ**

**С. С. Васенин**

Научные руководители, профессор Л. А. Саруев, доцент А. Л. Саруев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В процессе ударно - вращательного бурения пилотных скважин малого диаметра соединения бурильных труб нагружены осевой силой подачи, крутящим моментом и импульсами силы. Представление о воздействии этих нагрузок на резьбовое соединение в процессе проектирования бурильных труб позволяет повысить долговечность резьбовых соединений.

На практике доказано, что поломка резьбовых соединений при бурении ударно вращательным способом происходит вследствие нагрузки несовершенных конструкций резьбовых соединений силовыми импульсами.

При прохождении силовых импульсов по бурильной колонне форма волны деформации изменяется, а энергия рассеивается. Обзор научных литературных источников показал, что надежная работа резьбового соединения обеспечивается, прежде всего, снижением доли потерянной в нем энергии силовых импульсов. Энергия волны деформации направленная не на продольное перемещение бурильной колонны и породоразрушающего инструмента, а рассеянная в соединениях, связана с неоднократными знакопеременными деформациями, трением витков резьбы и нагревом резьбовых соединений [1].

В настоящее время в технологии горизонтально направленного бурения (ГНБ) пилотных скважин малого диаметра применяют трубы с высаженными концами вовнутрь и резьбовым соединением труба в трубу.

В процессе передачи импульсов силы через данный тип резьбового соединения кроме упругих сил, неизбежно возникают силы сопротивления – диссипативные силы, на работу которых расходуется энергия.

При проведении буровых работ на напряженное состояние резьбовых соединений влияют различные факторы, которые существенно усложняют возможность аналитического определения диссипативных сил при динамических нагрузках. Для представления о характере изменения упругих и диссипативных сил при динамических нагрузках резьбовых соединений проведены квазистатические нагружения соединения.

Обзор научных и литературных данных показал, что количественная оценка напряженного состояния бурильных труб и резьбовых соединений может проводиться на основе тензометрического метода с получением петлевой диаграммы.

Аналогичный метод был принят для проведения экспериментальных исследований современных бурильных труб с резьбовым соединением штанга в штангу.

**Таблица 1**

*Параметры принятых для эксперимента бурильных труб горизонтально-направленного бурения*

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Диаметр трубы замковый наружный, мм | 48           |
| Диаметр трубы наружный, мм          | 42           |
| Диаметр трубы внутренний, мм        | 18           |
| Длина трубы, мм                     | 1829         |
| Тип резьбы                          | Fire stick 1 |
| Толщина стенки, мм                  | 6            |
| Минимальный радиус изгиба, м        | 29           |
| Марка стали, API                    | S135         |
| Вес, кг                             | 12           |

**Таблица 2**

*Эксплуатационные характеристики нагружения бурильной трубы*

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Максимальный крутящий момент, Нм | 1500-2000 |
| Максимальное тяговое усилие, кг  | 3500      |
| Максимальная глубина бурения, м  | 95        |

Испытательная электромеханическая машина серии LFM 125 соответствует ISO 7500-1, класса 0,5 представляет собой напольную конструкцию для проведения испытаний на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг, отслаивание и других испытаний различных типов материалов. Рама нагружения LFM имеет прочную конструкцию, которая обеспечивает достаточно высокую продольную и поперечную жесткость. Два линейных модуля с анодированной рамой из алюминиевого сплава составляют конструкцию, которая комбинирует в себе

высокое качество и компактные размеры. Система безлюфтовых шарико-винтовых пар обеспечивает высокие нагрузки, высокую точность позиционирования и воспроизводимость результатов.

Таблица 3

*Технические характеристики электромеханической испытательной машины LFM 20-125*

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Максимальное усилие, кН                     | 125    |
| Ход траверсы, мм                            | 1200   |
| Максимальная скорость, мм/мин               | 500    |
| Разрешение, мм                              | 0,0006 |
| Максимальное расстояние между захватами, мм | 1450   |
| Расстояние между колоннами, мм              | 572    |
| Рабочая высота, мм                          | 750    |
| Ширина, мм                                  | 920    |
| Глубина, мм                                 | 750    |
| Высота, мм                                  | 2500   |
| Вес, кг                                     | 1000   |
| Жесткость рамы нагружения, кН/мм            | 140    |

Данная модификация машин обеспечивает проведение статических испытаний на растяжение, сжатие или изгиб по замкнутому циклу управления при нагрузке до 125 кН.

Осевой экстензометр последнего поколения MFL 500 имеет исключительно точные данные в любом диапазоне измерений, что дает возможность его универсального использования.

Таблица 4

*Технические характеристики осевого экстензометра MFL 500*

|                                                    |                      |
|----------------------------------------------------|----------------------|
| Сила захвата образца, кН                           | 25                   |
| Класс (EN10/002-4) на протяжении всего перемещения | 0,5                  |
| Принцип измерения                                  | Опто-инкрементальный |
| Максимальное перемещение, мм                       | 500                  |
| Сила активации, кН                                 | <1 кН                |
| Вес, кг                                            | 43                   |

Проведенная методика исследований циклических деформаций в резьбовых соединениях бурильных труб позволяет получать петлевые диаграммы в координатах "нагрузка – относительное смещение труб" и с достаточно большой точностью определять потери энергии за счёт работы, возникающих в соединении труб, сил неупругого сопротивления.

Литература

1. Шадрин А.В. Исследование процессов циклической деформации резьбовых соединений бурильных труб как упруго-фракционной системы / А.В. Шадрин, Л.А. Саруев // Известия Томского политехнического университета; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008, - №1. Т.312. – С.51-54.

# **АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ВИНТОВ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ**

**В. Р. Файзуллин, А. И. Заборовский, К. В. Щедриный**

Научный руководитель, доцент Ф. А. Симанкин

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Выявление причин разрушения винтов при нагрузках, явно меньших допускаемых являлось актуальной задачей, поставленной перед коллективом авторов предприятием N (название не указывается, вследствие желания последнего не быть упомянутым в данной работе). В данной работе рассмотрены три модели нагружения винтов М3х8 и М3.5х10 для определения механических характеристик. В процессе ряда экспериментов выявлена группа дефектных винтов, порядка 20% от общей партии, разрушение которых происходило при малых нагрузках. При анализе поверхности разрушения дефектных винтов было установлено, что: 1 – поверхность разрушения образцов не характерна поверхности разрушения образцов без дефекта, 2 – в структуре металла присутствуют концентраторы напряжений (микротрещины), образовавшиеся вследствие химико-термической обработки (ХТО). Сделаны прочностные и количественные оценки винтов с дефектами и без дефектов в рамках предоставленной партии в 1000 штук. Полученные данные позволили произвести сравнение механических характеристик испытанных винтов с ГОСТом.

**Ключевые слова:** модуль Юнга, растяжение, кручение, поверхность разрушения, эксперимент.