

4(328).2020

ISSN 0130-3872



ГУБКИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**Строительство
нефтяных
и
газовых
скважин**

**на суше
и на море**

**Construction
of oil and gas wells on land
and sea**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

ЦИФРОВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ПАРАМЕТРА ИЗНОСА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ БУРИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

В.В. Кульчицкий¹, Я.С. Насери², П.А. Шаркунов¹

(¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, ²АО "Научно-исследовательский и проектный центр газонефтяных технологий")

Построена модель замкового резьбового соединения 3-117 и смоделирован процесс подвода ниппеля к муфте с измерением расстояния между торцевыми упорами замкового соединения. Выявлена зависимость критерия H от износа замковых резьбовых соединений. Разработано программное обеспечение определения параметра износа замковых резьбовых соединений (критерий H). Результаты стендовых исследований критерия H включены в систему мониторинга усталостной прочности бурильного инструмента для учёта влияния многократного свинчивания на изменение геометрических параметров и формы профиля резьбы.

Ключевые слова: замковое резьбовое соединение; критерий H ; программное обеспечение; система мониторинга надёжности инструмента; усталостная прочность.

DIGITAL RECOGNITION OF WEAR PARAMETER OF DRILL TOOLS THREADED CONNECTIONS

V.V. Kulchitsky¹, Ya.S. Naseri², P.A. Sharkunov¹

(¹National University of Oil and Gas "Gubkin University", ²JSC "Scientific-Research and Design Center of Oil and Gas Technologies")

A model of Z-117 locking threaded connection was built and the nipple linking with the coupling with measuring of the distance between the end stops of the joint was built. The dependence of H the criterion on the wear of the locking threaded joints is revealed. Software has been developed for determining the wear parameter of locking threaded connections (H criterion). Benchmark test results for H criterion are included in the monitoring system of drill tool fatigue strength to account for the effect of multiple make-ups on the change of geometric parameters and the thread profile shape.

Keywords: locking threaded connection; H criterion; software; tool reliability monitoring system; fatigue strength.

В процессе бурения скважины необходимо следить за состоянием резьбовых соединений (РС) бурильного инструмента (БИ), потому что муфты и ниппели подвержены многократному свинчиванию, развинчиванию и циклическим нагрузкам, приводящим к износу резьбы и нарушению герметичности соединения [1]. Большой износ приводит к промыву резьбы и, как следствие, к слою ниппеля (рис. 1).

Для определения текущего износа резьбы применяется параметр износа – критерий H , т. е. расстояние между упорными торцами ниппеля и муфты перед свинчиванием (рис. 2). С использованием программного продукта SolidWorks построена модель замкового резьбового соединения 3-117 (4½ REG по стандарту API 7) и смоделирован процесс подвода ниппеля к муфте с измерением расстояния между торцевыми упорами замкового соединения [2].

Износ моделируется уменьшением высоты витка резьбы ниппеля в процентном соотношении (рис. 3).

После чего снова моделируется процесс подвода ниппеля к муфте и измеряется критерий H (таблица).

Критерий H , мм	Износ Δh , %	Высота витка резьбы, мм
21,17	0	3,50
19,76	5	3,33
18,34	10	3,15
16,93	15	2,98
15,52	20	2,80
14,11	25	2,63

Полученные данные обрабатываются и из уравнения (1) определяется критерий H для 3-117:

$$H = -0,2825\Delta h + 21,17. \quad (1)$$

Для каждого типа РС определяется собственная зависимость критерия H от износа.

Измерение расстояния между торцевыми упорами РС вручную замедляет процесс наращивания бурильных труб, поэтому применяют видеосъёмку. Авторами разработано программное обеспечение определения параметра износа замковых резьбовых соединений (критерий H). Стендовые исследования проводились в лаборатории буровой геомеханики НИИБТ Губкинского университета по схеме, представленной на рис. 4.

Результаты испытаний работоспособности программного обеспечения показывают возможность измерения критерия H с высокой точностью (рис. 5).

Полученное изображение с камеры обрабатывается: определяются контуры РС БИ, выделяются контуры с "прямыми линиями", выбирается левая и правая вертикальные границы резьбы замкового резьбового соединения (рис. 6).

После получения левой и правой границ определяется расстояние между линиями в пикселях. Для перевода пикселей в миллиметры вводится поправочный коэффициент и производится калибровка: выбирается отрезок известной длины L в миллиметрах и измеряется его длина P в пикселях. Поправочный коэффициент определяется по формуле:



Рис. 1. Слом нитяного бурового инструмента



Рис. 3. Зависимости критерия H от износа для 3-117

Рис. 2. Модель замкового резьбового соединения 3-117

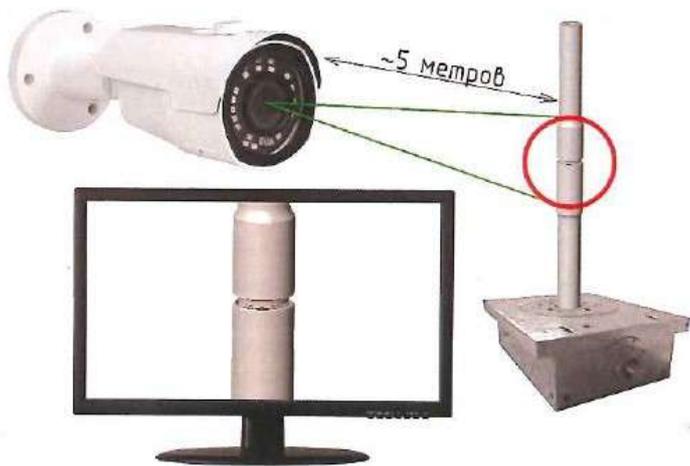
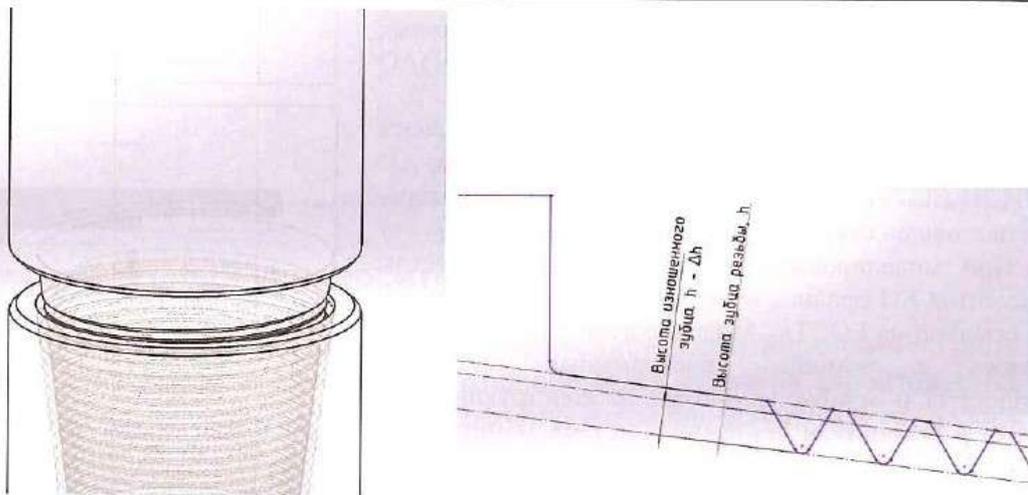


Рис. 4. Получение и обработка изображения с камеры на буровой

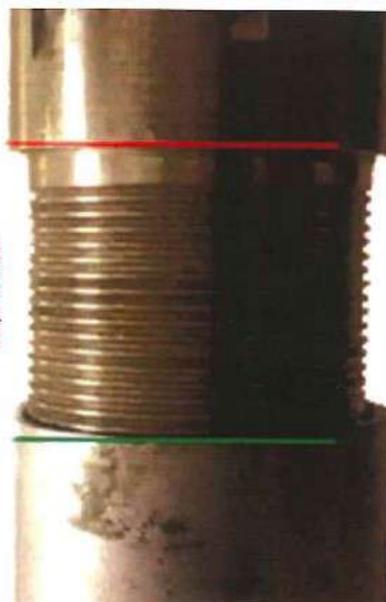


Рис. 5. Измерение критерия H

$$C = \frac{P}{L}, \text{ пиксель/мм.} \quad (2)$$

Например: 150 мм калибровочной линейки соответствуют 2780 пикселям (рис. 7).

По формуле (2) определяем коэффициент $C = 18,55$ пикс/мм, показывающий количество пикселей

в одном миллиметре; определяется единожды во время установки камеры. Для получения значения критерия H в мм значение в пикселях делят на поправочный коэффициент. Зная, что критерий $H = 20$ мм, преобразуем формулу (1) в (3) и определяем значение Δh (износ резьбы в %):

$$\Delta h = (-H + 21,17)/0,2825. \quad (3)$$

Для данного случая $\Delta h = (-20 + 21,17)/0,2825 = 4,14 \%$. Износ резьбы Δh можно определить и графическим способом по известной зависимости (рис. 3).

Результаты стендовых исследований критерия H включены в систему мониторинга усталостной прочности бурильного инструмента для учёта влияния многократного свинчивания на изменение геометрических параметров и форм профиля резьбы [3].

Промысловые испытания проводились по утвержденной программе "Опытно-промышленные испытания видеомониторинга расстояния между торцевыми упорами замка бурильных труб (критерий H) для выявления характера износа замкового резьбового соединения бурильного инструмента". Объектом опытно-промышленных испытаний (ОПИ) являлись инженерные услуги по мониторингу надежности замковых резьбовых соединений БИ на буровом объекте ПАО "Славнефть-Мегионнефтегаз".

Электронный паспорт учета работы БИ создавался на основе теоретических и практических данных АО "НИПЦ ГНТ" с применением разработанного авторами настоящей статьи программного обеспечения.

При моделировании геометрические параметры элементов БИ брались из чертежей и схем паспортов со ссылкой на ГОСТы. Моделирование РС БИ проводилось с помощью программных продуктов Rhinoceros и Solidworks, исходя из конструкции элемента в паспорте и чертежах. Система мониторинга усталостной прочности бурильного инструмента учитывала влияние многократного свинчивания на изменение геометрических параметров и форм профиля резьбы. Поэтому после каждого замера расстояния между опорными торцами ниппеля и муфты, т. е. критерия H , модель РС обновлялась. Процесс цифрового распознавания критерия H на роторе фиксировался при бурении скважины на Ватинском месторождении (рис. 8).

Выводы

1. Выявлена зависимость критерия H от износа замкового резьбового соединения для 3-117.
2. Разработано программное обеспечение определения параметра износа замковых резьбовых соединений (критерий H).
3. Результаты стендовых исследований критерия H включены в систему мониторинга усталостной прочности бурильного инструмента для учёта влияния многократного свинчивания на изменение геометрических параметров и формы профиля резьбы.
4. Полученные результаты допускают обобщение метода искусственного интеллекта для всего бурового оборудования и механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульчицкий В.В., Насери Я. Моделирование разрушения конструкции компоновки низа бурильной колонны // Газовая пром-сть. – 2016. – № 3 (735). – С. 81–84.

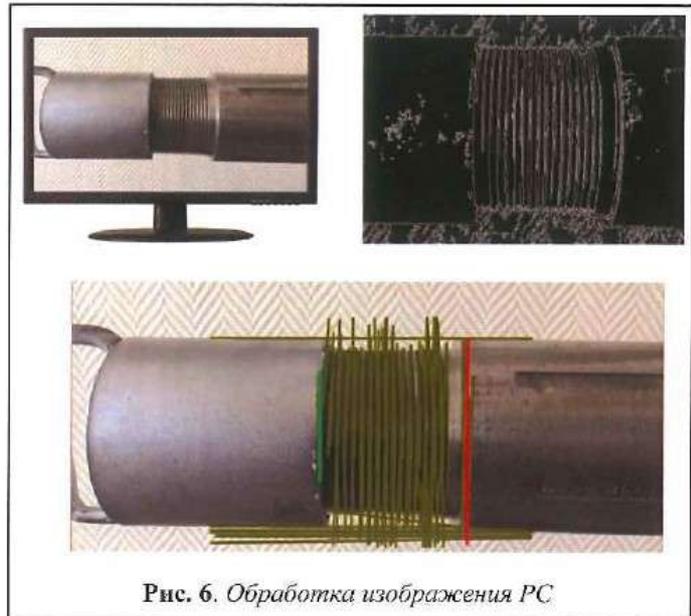


Рис. 6. Обработка изображения РС



Рис. 7. Калибровочная линейка для перевода пикселей в мм



Рис. 8. Цифровое распознавание критерия H на роторе

2. Шаркунов П.А. Программный анализ фотографии для определения расстояния между упорными торцами замковых резьбовых соединений бурильных труб // Нефть и газ – 2019: сб. тез. 73-й Междунар. молодеж. науч. конф. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2019. – Т. 1. – С. 514.
3. Насери Я.С. Разработка технологических решений предупреждения аварий при бурении скважин моделированием резьбовых соединений бурильного инструмента: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.15. – М., 2019. – 169 с.

LITERATURA

1. Kul'chitskiy V.V., Naseri Ya. Modelirovaniye razrusheniya konstruksii komponovki niza buril'noy kolonny // Gazovaya prom-st'. – 2016. – № 3 (735). – S. 81–84.
2. Sharkunov P.A. Programmnyy analiz fotografii dlya opredeleniya rasstoyaniya mezhdru upornymi tortsami zamkovykh rez'bovykh soyedineniy buril'nykh trub // Neft' i gaz – 2019: sb.

tez. 73-y Mezhdunar. molodezh. nauch. konf. – M.: RGU nefiti i gaza (NIU) im. I.M. Gubkina, 2019. – T. 1. – S. 514.
3. Naseri Ya.S. Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy

preduprezhdeniya avariy pri burenii skvazhin modelirovaniyem rez'bovykh soyedineniy buril'nogo instrumenta: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 25.00.15. – M., 2019. – 169 s.

Валерий Владимирович Кульчицкий¹, д-р техн. наук, профессор, зам. зав. кафедрой
E-mail: niibt@gubkin.ru

Ясин Насери², канд. техн. наук, начальник ситуационного центра
E-mail: yasin.naseri@gasoilcenter.ru

Петр Алексеевич Шаркунов¹, стажер-исследователь
E-mail: sharkunov.petr@gmail.com

Valery Vladimirovich Kulchitsky¹, Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department
E-mail: niibt@gubkin.ru

Yasin Naseri², Cand. of tech. sci., Chief of the Situational Center
E-mail: yasin.naseri@gasoilcenter.ru

Petr Alexeevich Sharkunov¹, intern researcher
E-mail: sharkunov.petr@gmail.com

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1;

²АО "Научно-исследовательский и проектный центр газонефтяных технологий"

¹National University of Oil and Gas "Gubkin University"
65, bld. 1, Leninsky prosp., Moscow, 119991, Russian Federation;

²JSC "Scientific-Research and Design Center of Oil and Gas Technologies"

Тюменский индустриальный университет

В Тюменском индустриальном университете открыт курс магистерской подготовки по ряду проектных программ, в частности по профилю "Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки". Среди преподавателей – высококвалифицированные, авторитетные в нефтегазовой сфере ученые. Привлекаются доктора наук, профессора – экс-руководители отраслевых институтов и производственных предприятий Бастриков С.Н., Салтыков В.В., Киреев А.М., представители других ВУЗов Агзамов Ф.А., Конесев Г.В. Обучение призвано решить актуальную сегодня проблему адаптации выпускника в производственном процессе. В 2019 г. стены университета покинул первый выпуск. 11 из 14 магистров защитили свои выпускные квалификационные работы (магистерские диссертации) на "отлично", из них пять человек получили дипломы с отличием. Программа существует с 2017 г. Количество бюджетных мест на очное обучение ежегодно порядка десяти, договорных – пять. Прием осуществляется по результатам компьютерного тестирования.

Приглашаем всех заинтересовавшихся поступить на программу. Ответы на возникшие вопросы можно получить от руководителя образовательной программы, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки, лауреата государственной премии РФ Овчинникова Василия Павловича по телефонам +7(3452)28-36-79, +7-919-941-8359 и по эл. почте ovchinnikovvp@tyuiu.ru.

В.П. Овчинников, С.Н. Бастриков, О.В. Рожкова