

Рис. 2. Микрофотография поверхности покрытия на алюминиевой фольге (увеличение ≈ 100 раз)

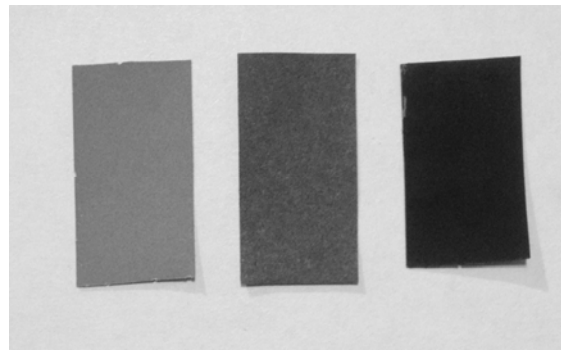


Рис. 3. Фотография покрытий, полученных на алюминиевой фольге при содержании K_2MoO_4 в составе базового электролита 0,4 г/л, 0,7 г/л и 1 г/л. Время обработки – 15 мин

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– МПА алюминия в щелочно-силикатных электролитах, содержащих соли металлов, сопровождается внедрением ионов металлов в оксидно-керамическое покрытие, что приводит к изменению цвета покрытия;

– регулируя состав электролита, можно получить на поверхности алюминия прочные керамические покрытия черного цвета с высоким коэффициентом светопоглощения и хорошими декоративными качествами.

Л и т е р а т у р а

1. Электролитно-плазменная обработка: моделирование, диагностика, управление / Е. В. Парфенов [и др.]. – М. : Машиностроение, 2014. – 380 с.
2. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов : в 2 т. / под ред. И. В. Суминова. – М. : Техносфера, 2011. – Т. 2. – 511 с.
3. Способ получения оптически черного оксидно-керамического покрытия на поверхности алюминия и его сплавах : пат. РФ 2459890 : МПК С 25D 11/14, С 25D 15/00 / Беспалова Ж. И., Паненко И. Н. ; опубл. 27.08.2012 // Офиц. бюл. – 2012. – № 24.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД МЕТОДОМ SCRATCH TEST

Р. Е. Гутман, П. В. Асвинова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. Н. Степанкин

На сегодняшний день самыми распространенными способами получения данных о статических упруго-прочностных свойствах горных пород являются стандартные лабораторные методы одноосного и многоосного сжатия, а также бразильский тест. Главным недостатком стандартных методик является то, что в ходе исследований образец разрушается и таким образом отсутствует возможность проведения дальнейших исследований, к тому же данные методы не могут предоставлять результаты во всем интервале, а лишь точечно [1].

Достаточно надежным и дешевым методом оценки прочностных свойств горных пород и получения данных, необходимых для инженерных расчетов, является

метод скрэтчирования. Метод позволяет получать профиль прочностных свойств во всем интервале зерна [2].

Методика скрэтчирования заключается в создании неглубокой бороздки на поверхности исследуемого образца с помощью резца. В процессе скрэтчирования обычно контролируются такие кинематические параметры, как глубина резания и скорость, направленная тангенциально к поверхности образца. Датчиками измеряются значение и направление действия сил на резец.

Целью данной работы являлась разработка методики проведения Scratch Test применительно к образцам кернового материала нефтяных месторождений Республики Беларусь, а также установление корреляционных зависимостей между результатами, полученными с помощью Scratch Test и стандартными методами.

При участии авторов данной статьи была разработана установка, позволяющая неразрушающим методом определять механические свойства горных пород во всем интервале отбора зерна. Общий вид установки показан на рис. 1.

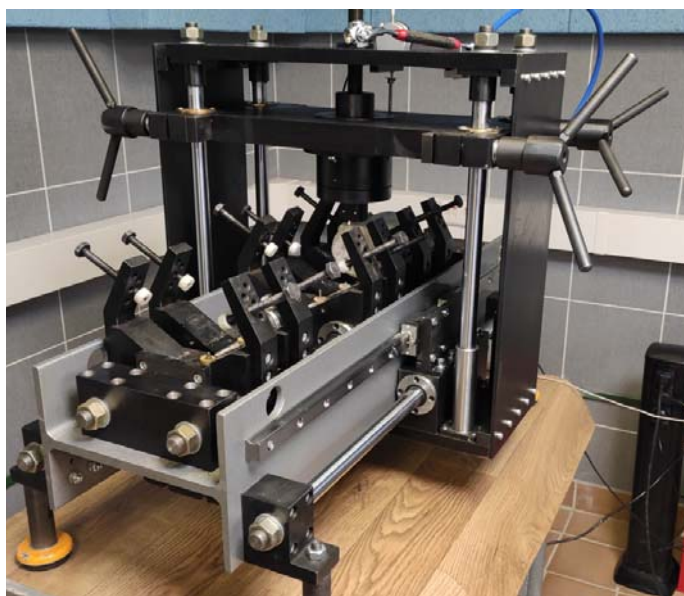


Рис. 1. Общий вид установки Scratch Test

Для верификации метода Scratch Test с другими методиками определения прочностных характеристик горных пород были подготовлены образцы из тампонажного цемента, применяемого при строительстве скважин. Образцы готовили по ГОСТ 1581–96. Состав: Портландцемент ПЦТ I-G-CC-1, вода пресная, водоцементное отношение 0,44.

При проведении исследований глубина резания варьировалась в диапазоне 0,1–0,7 мм. Разработанное программное обеспечение, входящее в комплект установки, позволяет в режиме реального времени выводить на экран монитора значения вертикальной F_x и тангенциальной F_z сил, их геометрической суммы F_n , а также величину нормальных напряжений σ_n , принимаемых за предел прочности при одноосном сжатии. Пример регистрации измерений показан на рис. 2.

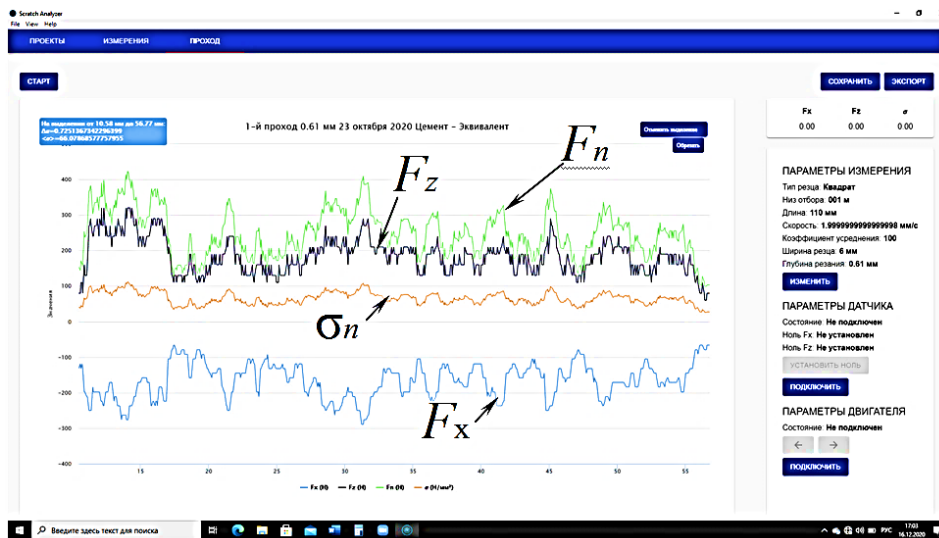


Рис. 2. Результат скрэтчирования цементного образца при глубине резания 0,6 мм

Анализ распределения величин среднего значения нормального напряжения σ_n в зависимости от глубины резания показывает, что именно в области значения глубины резания 0,5 мм зарегистрированы минимальные величины нормального напряжения (рис. 3). Для выявления пригодности полученных результатов к определению механических характеристик горных пород были проведены альтернативные исследования.

В одном из случаев стандартные образцы подвергали сжатию на испытательных стендах «Instron» и ИП1250М. По результатам испытаний полученное значение составило 62,5 МПа. Оно нанесено на диаграмму, приведенную на рис. 3, треугольным маркером.

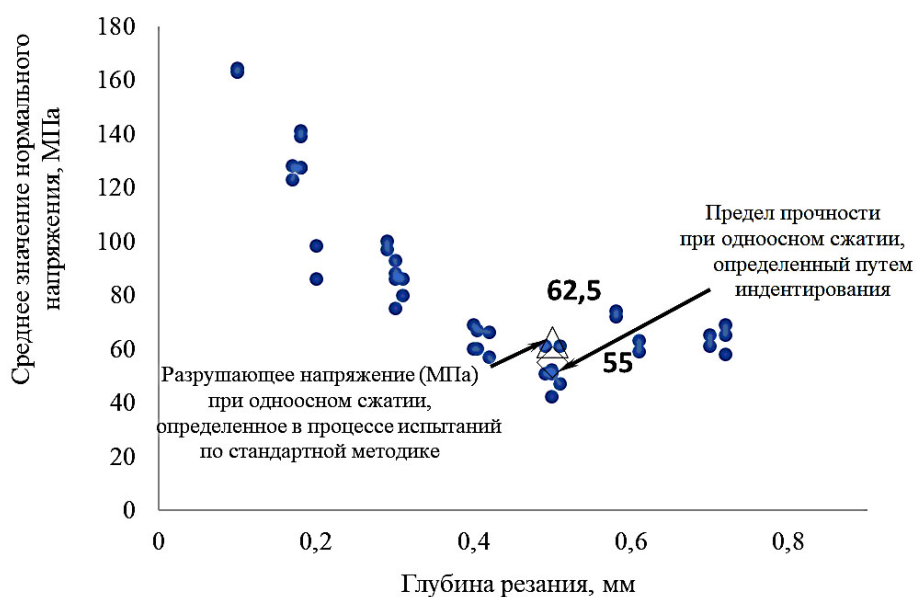


Рис. 3. Результаты оценки прочностных характеристик цементных образцов:
● – Scratch Test; Д – одноосное сжатие; ◇ – индентирование

Третьим методом определения предела прочности материала являлся метод индентирования [3], [4]. Значение искомой величины, определенное методом индентирования, составило 55 МПа (рис. 3). Для оценки степени корреляции между тремя задействованными методиками указанная величина отмечена на рис. 3 ромбическим маркером.

Как видно из результатов, приведенных на рис. 3, наблюдается корреляция между тремя примененными способами испытаний, что говорит о высокой степени достоверности результатов, получаемых методом Scratch Test. Тестовый образец цемента, изготовленный специально для отработки методики скрэтчирования, несмотря на известный состав и рецептуру, все же имеет некоторую неоднородность в поверхностном слое и в объеме материала, этим можно объяснить некоторый разброс данных, представленных на рис. 3.

Актуальность практического применения по методу Scratch Test представляется следующими аспектами:

- неразрушающий контроль кернового материала извлеченного из определенного горизонта скважины;
- многократные испытания одного и того же материала обеспечивают формирование статистически опосредованной выборки данных для получения достоверной информации о прочности материала с минимальным коэффициентом вариации;
- технические характеристики установки обеспечивают возможность исследования всех литологических образований Республики Беларусь с прочностью до 400 МПа и при диаметрах кернов в диапазоне 45–120 мм;
- конструктивные особенности установки обеспечивают возможности непрерывного мониторинга нескольких материалов в рамках одного рабочего прохода (составной керн).

Литература

1. Fjaer, E. Petroleum Related Rock Mechanics: Developments in Petroleum Science / E. Fjaer, R. M. Holt, P. Horsrud. – 2008. – 515 p.
2. McPhee, C. Core Analysis a Best Practice Guide / C. McPhee, J. Reed, I. Zubizarreta, 2015. – 829 p.
3. Способ определения предела прочности на сжатие образца горной породы : пат. ВУ 23260 / Степанкин И. Н., Халецкий А. В., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. – Оpubл. 30.12.2020.
4. Способ определения прочности материала : пат. RU 2721089 / Степанкин И. Н., Халецкий А. В., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. – Оpubл. 15.05.2020.

ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА

Н. Ю. Дорошко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Н. Бобрышева

За последние годы водород рассматривается как безграничный и экологически чистый источник энергии. Уникальные свойства этого элемента позволяют внедрять его в различные сферы жизнедеятельности человека, благодаря чему есть шанс отказаться от традиционных и небесконечных видов топлива и снизить уровень загрязнения окружающей среды. В свободном состоянии на Земле водород встречается сравнительно редко – содержится в нефтяных и горючих газах, присутствует в виде включений в некоторых минералах, но во Вселенной он очень распространен [1].