



Бочаров Никита Валерьевич
 نيكيتا فاليرييفيتش بوشاروف
 студент 4 курса ГГТУ
 им. П.О. Сухого
 طالب مستوى رابع في جامعة
 سخوي الحكومية التقنية

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЮРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

تحديد الخواص الميكانيكية للصخور باستخدام الطريقة الديرومترية



Ткачев Виктор Михайлович
 فيكتور ميخائيلوفيتش تكاتشيف
 директор ИПКиП ГГТУ
 им. П.О. Сухого
 عميد معهد الدراسات المتقدمة وإعادة
 تدريب الموظفين التابع لجامعة سخوي
 الحكومية التقنية

Аннотация: в работ е предст авлен обзор современного сост ояния исследований по применению дюромет рических мет одов для определения механических свойств в горных пород и сост авляющих их минералов. Выделен ряд перспект ивных направлений для дальнейшего развит ия данного вида исследований.

Ключевые слова: индентирование, горные породы, механические свойства, неразрушающие методы.

الخلاصة: تقدم هذه الورقة لمحة عامة عن الوضع الحالي للأبحاث حول استخدام طرق قياس التحمل لتحديد الخواص الميكانيكية للصخور والمعادن المكونة لها. وقد تم تحديد عدد من الاتجاهات الواعدة لمواصلة تطوير هذا النوع من البحوث. **الكلمات المفتاحية:** المسافة البادئة، الصخور، الخواص الميكانيكية، الطرق غير المدمرة.

Введение

Определение механических свойств горных пород необходимо на всех стадиях разработки нефтяных и газовых месторождений: начиная от бурения скважин и заканчивая применением различных методов повышения нефте- и газоотдачи пластов на завершающих этапах разработки. В настоящее время отбор кернового материала – это весьма дорогостоящий с сложный процесс, поэтому активно развиваются неразрушающие методы определения их физико-механических свойств.

Результаты и их обсуждение

Индентирование – вдавливание в исследуемый материал индентора из высокотвердого материала достаточно широко апробировано при определении свойств самых различных материалов. При определении свойств горных пород применяется несколько технологических схем индентирования, в основном направленных на выявление твердости материала [1]. Выявление данной характеристики породы имеет важное значение для моделирования процесса бурения.

Адаптированные к особенностям структуры и свойств горных пород методики разработаны для пластичных пород (способ Е.Ф.Эпштейна-Г.Франсена) и материалов обладающих достаточно широким диапазоном свойств, но как правило, имеющих достаточно высокую прочность (способ Л.А.Шрейнера) [2]. Именно метод Л.А.Шрейнера получил наибольшее распространение вследствие простоты своей реализации и возможности интерпретации результатов по виду кривой упругопластической деформации исследуемого образца. В [3] описывается возможности индентирования для определения модуля Юнга материала, при этом график зависимости «нагрузка-перемещение индентора» представлен на рисунке 1а. В [4] описан способ определения предела прочности горной породы на одноосное сжатие путем циклического индентирования. Данный метод показывает высокую сходимость с результатами стандартных испытаний.

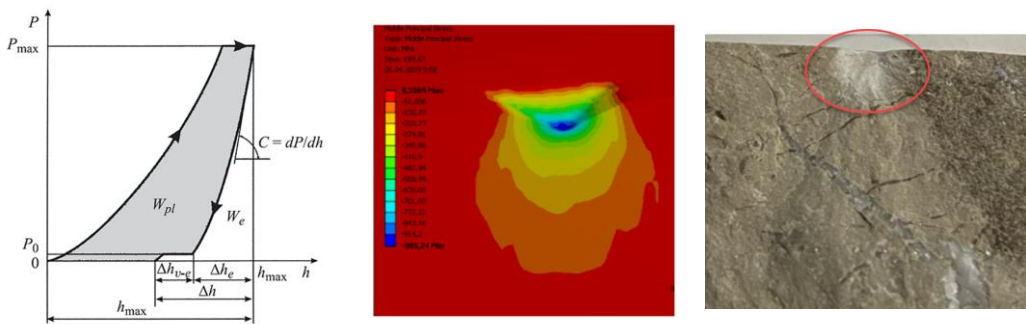


Рис. 1 – а) P-h диаграмма, регистрируемая при индентировании материалов; б) сравнение воздействия индентирования на образец горной породы путем моделирования и натурального испытания (фото автора)

Закключение

Метод индентирования, благодаря воздействию на небольшой объем образца (рис. 1 (б)), позволяет получить достоверные статистически опосредованные данные о ряде механических свойств горной породы, не разрушая образец. Дальнейшая работа по данному направлению предполагает расширение знаний о процессах, происходящих на контакте «индентор-порода», а также определение других механических характеристик.

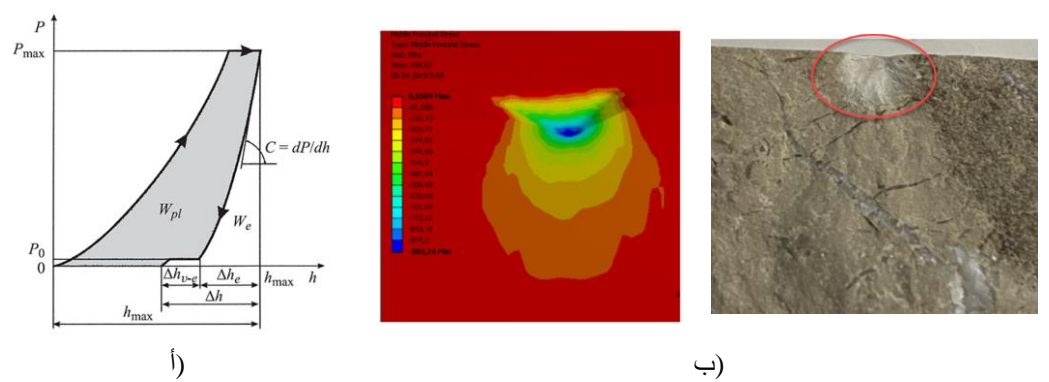
المقدمة

يعد تحديد الخواص الميكانيكية للصخور ضروريًا في جميع مراحل تطوير حقول النفط والغاز: بدءًا من حفر الآبار وحتى استخدام طرق مختلفة لزيادة استخلاص النفط والغاز في المراحل النهائية من التطوير. في الوقت الحالي، يعد اختيار المواد الأساسية عملية مكلفة ومعقدة للغاية، لذلك يتم تطوير طرق غير مدمرة لتحديد خواصها الفيزيائية والميكانيكية بشكل نشط.

النتائج والمناقشة

المسافة البادئة - تم اختبار الضغط على مسافة بادئة مصنوعة من مادة شديدة الصلابة في المادة قيد الدراسة على نطاق واسع في تحديد خصائص مجموعة واسعة من المواد. عند تحديد خصائص الصخور، يتم استخدام العديد من مخططات المسافة البادئة التكنولوجية، والتي تهدف بشكل أساسي إلى تحديد صلابة المادة [1]. يعد تحديد هذه الخاصية الصخرية أمرًا مهمًا لنمذجة عملية الحفر.

تم تطوير طرق تتكيف مع خصوصيات بنية وخصائص الصخور للصخور البلاستيكية (طريقة E. F. Epstein-G. Fransen) والمواد ذات نطاق واسع إلى حد ما من الخصائص، ولكن كقاعدة عامة، تتمتع بقوة عالية إلى حد ما (L.A. Schreiner الطريقة) [2]. إنها طريقة L.A. Schreiner التي أصبحت الأكثر انتشارًا نظرًا لبساطتها تنفيذها وإمكانية تفسير النتائج بناءً على نوع منحني التشوه المرن للعينة قيد الدراسة. في [3]، يتم وصف إمكانات المسافة البادئة لتحديد معامل يونغ للمادة، في حين يتم عرض الرسم البياني لـ "إزاحة الحمولة للمسافة البادئة" في الشكل 1 أ. تم وصف طريقة لتحديد قوة الضغط أحادية المحور للصخور عن طريق المسافة البادئة الدورية في [4]. تُظهر هذه الطريقة تقاربًا عاليًا مع نتائج الاختبارات القياسية.



الشكل 1 - أ) مخطط P-h المسجل أثناء المسافة البادئة للمواد؛ ب) مقارنة تأثير المسافة البادئة على عينة صخرية من خلال النمذجة والاختبار واسع النطاق (صورة المؤلف)

الخاتمة

تسمح طريقة المسافة البادئة، بسبب التأثير على حجم صغير من العينة (الشكل 1 (ب))، بالحصول على بيانات موثوقة وغير مباشرة إحصائيًا حول عدد من الخواص الميكانيكية للصخور دون تدمير العينة. يتضمن العمل الإضافي في هذا المجال توسيع المعرفة حول العمليات التي تحدث عند التلامس بين الصخور الداخلية، بالإضافة إلى تحديد الخصائص الميكانيكية الأخرى.

المراجع والمصادر References

1. Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами : ГОСТ 24941-81; введ. 01.07.82. – Москва : Гос. комитет СССР по стандартам, 1982. 16 с.
2. Калинин, А.Г. Разведочное бурение / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Пит ерский, Н.В. Соловьев // Учеб. для вузов. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 748 с.
3. Oliver, W.C., Pharr, G.P. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments // J. Mater. Res.– 1992.– v. 7.– №6.– P.1564-1575.
4. Степанкин, И.Н. Способ определения предела прочности на сжатие образца горной породы: Патент 23260 Респ. Беларусь : МПК (2006.1) G01N 3/32 / И.Н. Степанкин, А.В. Халецкий, В.М. Ткачев, Р.Е. Гутман ; дата публ.: 30.12.2020.