

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации



**Грозненский
государственный
нефтяной технический университет
имени академика М.Д. Миллионщикова**

ГЕОЭНЕРГЕТИКА – 2019

GEOENERGY – 2019

Материалы
IV Всероссийской научно-технической конференции

6-7 ноября 2019 г., г. Грозный

Ответственный редактор
д.т.н. М.Ш. Минцаев

Грозный 2019

УДК 620.91
ББК 31.55+31.6

*Печатается по решению Ученого совета
ГГНТУ им. акад.М.Д. Миллионщикова
(протокол № 3 от 22.10.2019)*

Ответственный редактор: д.т.н. М.Ш. Минцаев

Редакционная коллегия:

д.ф.-м.н., профессор А.С. Гинзбург
д.т.н., профессор Д.К. Джаватов
д.г.-м.н., профессор Ш.Ш. Заурбеков
д.ф.-м.н., профессор И.А. Керимов
д.т.н., профессор Р.В. Ключев
к.т.н., доцент М.Я. Пашаев

ГЕОЭНЕРГЕТИКА – 2019. Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции / Под ред. д.т.н. Минцаева М.Ш. Грозный: НПП «Геосфера», 2019. 419 с.

В настоящем сборнике опубликованы материалы IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Геоэнергетика-2019» (г. Грозный, 6-7 ноября 2019 г.). Статьи сборника посвящены актуальным проблемам теории и практики современной геоэнергетики. Рассмотрены вопросы пространственного развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) как фактора устойчивого развития регионов России. Ряд статей посвящен теоретическим, технологическим, экономическим и экологическим аспектам развития геоэнергетики.

Материалы конференции «Геоэнергетика-2019» представляют интерес для широкого круга специалистов различного профиля и ученых, занимающихся проблемами различных отраслей современной геоэнергетики., а также будет полезна студентам, аспирантам и преподавателям университетов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-6043727-9-1

© ГГНТУ им. акад.М.Д. Миллионщикова, 2019
© Коллектив авторов, 2019

Глазунова Е.В., Хасбулатов С.В., Шилкина Л.А., Алешин В.А., Вербенко И.А., Резниченко Л.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФЕРРИТА ВИСМУТА – ПЕРСПЕКТИВНОГО МАТЕРИАЛА «ЗЕЛЕНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»	236
Джаватов Д.К., Азизов А.А. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАТНОЙ ЗАКАЧКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	244
Джаватов Д.К., Азизов А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ	253
Джамалугева А.А., Турлуев Р.А-В., Мадаева А.Д. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	261
Дикаев Р.С., Гадаева З.И., Масаров И.Х. МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОД ГУНЮШКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	269
Зиниев Ш.З., Амкхаев Т.Ш., Садаева З.С. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ (на примере отходящих фидеров 10 кВ АО «Чеченэнерго»)	275
Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ТОЧКИ	281
Клименко Ю.А., Преображенский А.П. ОБ ОЦЕНКЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10/0,4 КВ	289
Клюев Р.В., Гаврина О.А., Каджаев О.В., Мадаева М.З., Хаджиев А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РСО-АЛАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ	300
Корнеев В.А. ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	307
Котломин Н.Е., Ревазов А.М. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, НЕГАТИВНО ВЛИЯЮЩИХ НА МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ НА УЧАСТКАХ ВЫСОКОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ	311
Кулдин Н.А. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ МИКРОГЕНЕРАЦИИ	316
Кулдин Н.А., Данилова Ю.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ПРИМЕРЕ ПЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ	321
Лабазанов М.А., Хакимов З.Л., Муртазова Х.Т. ВЫБОР ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ БИНАРНОЙ УСТАНОВКИ С ЭКОНОМАЙЗЕРОМ	329
Лебедев Д.В., Букур Д.М., Зленко А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ И КОНТРОЛЬ МИГРИРУЮЩЕЙ РЫБЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМ СПОСОБОМ НА МАЛОЙ ГЭС	339

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

© Корнеев В.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк

В статье описан экспресс-метод определения прочности горных пород в скважинах. Предложено устройство для его реализации. Рассмотрен вариант выполнения гидроцилиндра прибора с возможностью расклинивания в скважине. Предложенная технология может найти применение при ведении работ по обсадке геотермальной скважины.

Ключевые слова: экспресс-метод, прочность, коэффициент крепости, горная порода, скважина, обсадка скважины, индентор.

A TECHNOLOGY OF EXPRESS EVALUATION OF STRENGTH PROPERTIES OF ROCKS IN A WELL IN THE CONSTRUCTION OF GEOTHERMAL POWER PLANTS

© V.A. Korneyev

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

The article describes the express method for determining the strength of rocks in wells. A device for its implementation is proposed. The design of the hydraulic cylinder is described. The hydraulic cylinder may wedge in the well. The proposed technology can find application in the work on casing of a geothermal well.

Keywords: Express method, strength, coefficient of strength, rock, well, well casing, indenter.

Широкое использование в мире ископаемых видов топлива для выработки электрической энергии привело к возникновению различных негативных экологических последствий. Сложившаяся ситуация требует серьезных структурных преобразований в энергетике, основной задачей которых является переход на повсеместное использование возобновляемых источников энергии. По экспертным оценкам, только в России их экономический потенциал составляет порядка 270 млн. т. у.т/год, среди которых доля геотермальной энергии достигает 115 млн. т. у.т/год [1].

Наиболее ответственной и трудоемкой технологической операцией при освоении геотермального месторождения является строительство скважин, затраты на возведение которых в ряде случаев могут доходить до 90% от общих

вложений в создаваемую геотермальную энергетическую систему [2]. Принятие решений о необходимости обсадки скважины или перекрытии пласта фильтром осуществляется на основании сведений о прочности залегающих горных пород [1]. Используемые для этого данные геологических изысканий в ряде случаев требуют оперативного уточнения инструментальными методами, наиболее достоверными среди которых являются методы, основанные на механическом испытании горных пород, слагающих стенки скважины.

Один из таких экспресс-методов был разработан в Сибирском государственном индустриальном университете [3]. Метод реализуется (рисунок 1) посредством вдавливания индентора 1 в форме прямого кругового цилиндра, диаметром D равным его длине L в горную породу 2, слагающую стенки геотермальной скважины 3. В процессе проведения испытаний, ось XX индентора 1 направляется параллельно оси YY геотермальной скважины 3. При взаимодействии индентора 1 с горной породой 2 образуется полоса контакта длиной L и шириной B . Усилие P , необходимое для хрупкого разрушения горной породы 2 индентором 1, служит комплексной оценкой механических свойств исследуемой горной породы. Переход от его значения к стандартизированным показателям (предел прочности на сжатие и растяжение, коэффициент крепости) осуществляется на основании корреляционных зависимостей.

Основным достоинством разработанного экспресс-метода в сравнении с методами, основанными на вдавливании сферических инденторов, является постоянство одного из размеров контактной области, а именно длины L полосы контакта, вне зависимости от диаметра скважины. Ширина B полосы контакта при этом определяется упругими свойствами горной породы и материала индентора, а также радиусами индентора и скважины [4]. В результате этого становится возможным вне зависимости от диаметра геотермальной скважины обеспечить наличие под индентором при испытании определенного количества пороодообразующих зерен, характеризующих минимальный объем горной породы, сохраняющий ее свойства.

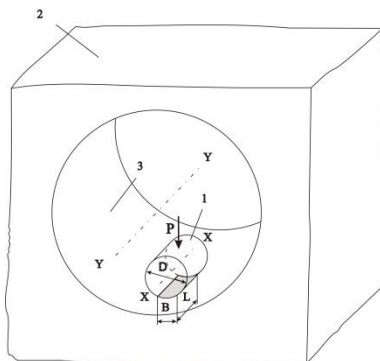


Рис. 1. Экспресс-метод определения механических свойств горных пород

Реализацию экспресс-метода предполагается осуществлять на специальном устройстве «Прочностномер ПСШ-1», позволяющем фиксировать диаграмму вдавливания индентора в стенку скважины [5]. Трехмерный вид гидравлического цилиндра прибора, оснащенного индентором в соответствии с описываемым экспресс-методом, приведен на рисунке 2. На рисунке 2 обозначено: 1 – корпус гидроцилиндра, 2 – отверстие для подвода к нему рабочей жидкости, 3 – шток гидроцилиндра, 4 – индентор в форме цилиндра, 5 – направляющие элементы, обеспечивающие параллельность оси индентора 4 и скважины, в которой осуществляется измерение.

Для упрощения процесса проведения исследований в корпус гидравлического цилиндра может быть встроено специальное расклинивающее устройство (рисунок 3) [6]. При такой конструкции гидроцилиндра эффект расклинивания в скважине достигается за счет использования подвижного клина 1, перемещающегося вдоль направляющих 2. Перемещение клина 1 обеспечивается пружиной 3, жестко связанной с ним и корпусом 4 в точках А и В. Клин 1 имеет механическую связь с упором 5, через толкатель 6 и воздушные полости С и D. Пружина 3 находится в растянутом состоянии перед началом проведения измерения.

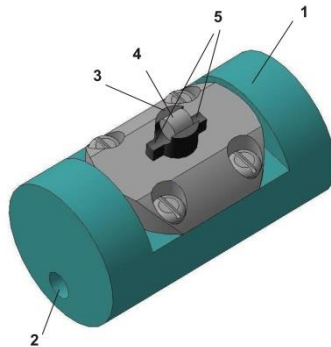


Рис. 2. Трехмерный вид гидравлического цилиндра прибора

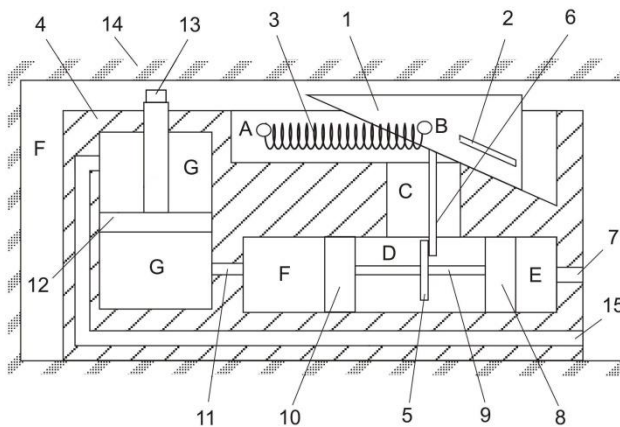


Рис. 3. Конструкция гидроцилиндра с встроенным расклинивающим устройством

При работе устройства рабочая жидкость через канал 7 подается во входную полость Е гидроцилиндра, что приводит к перемещению входного поршня 8, промежуточного штока 9, напорного поршня 10 и вытеснению рабочей жидкости из напорной полости F в поршневое пространство силовой полости G через канал 11. В результате этого происходит перемещение нагруженного поршня 12 и воздействие индентора 13, прикрепленного к его штоку, на горную породу 14 вплоть до ее разрушения. Регистрация момента разрушения горной породы 14 индентором 13 и необходимого для этого усилия осуществляется по падению давления жидкости во входной полости Е.

Перемещение промежуточного штока 9 приводит также к движению упора 5, закрепленного на нем, в сторону напорной полости F, что способствует освобождению подвижности толкателя 6 с его дальнейшим перемещением в этом же направлении под действием сжатия распорной пружины 3. Сжатие распорной пружины 3 приводит также к перемещению подвижного клина 1 вдоль направляющих 2 вплоть до достижения им соприкосновения с горной породой 14, за счет чего осуществляется расклинивание устройства в скважине.

Возврат устройства в исходное состояние, осуществляется путем подачи рабочей жидкости через канал 15 в штоковое пространство силовой полости G.

В настоящий момент процесс разработки описываемого экспресс-метода находится на стадии построения корреляционных зависимостей между усилием, необходимым для разрушения породы под индентором и ее механическими свойствами. Для этих целей планируется использовать натурные эксперименты на блоках из мелкозернистого бетона и образцах горной породы.

Статья выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых - кандидатов наук № МК-6689.2018.8.

Литература

1. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 271 с.
2. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А. Перспективы освоения геотермальных ресурсов Восточного Предкавказья // Юг России: экология, развитие, 2013. № 3. С. 17-26.
3. Заявка 2019124165 РФ, МПК Е 21 С 39/00 (2006.01). Способ определения сопротивляемости горных пород механическому разрушению / Корнеев В. А. заявл. 25.07.2019. 8 с.: ил.
4. Расчеты на прочность в машиностроении Том II / под ред. Пономарева С.Д. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1958. 974 с.
5. Корнеев В.А. Устройство для определения прочностных свойств горных пород экспресс-методом // Автоматизация и измерения в машино-приборостроении, 2018. № 4. С. 88-94.
6. Патент 2624064 РФ, МПК Е21С 39/00 (2006.01). Погружной измеритель энергоемкости разрушения горных пород / Корнеев В.А. № 2016116664; заявл. 27.04.2016; опубл. 30.06.2017. 4 с.: ил.