



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В Г. БИШКЕКЕ (НС РАН)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР -
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН (МНИЦ - ГП)

**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ**



**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

**27 - 28 марта 2017 года
г. Бишкек**



УДК 001
ББК 30.6
C56

Ответственные редакторы: Забинякова О.Б., Матюков В.Е.

Редакционная коллегия: Имашев С.А., Лазарева Е.А., Саламатина Ю.М., Асеева А.Н.

C56 Современные техника и технологии в научных исследованиях: Сборник материалов IX Международной конференции молодых ученых и студентов. – Бишкек: НС РАН, 2017. – 426 с.

ISBN 978-9967-12-643-5

В данный сборник включены материалы IX Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях», которая была проведена ФГБУН Научной станцией РАН и Международным научно-исследовательским центром – геодинамическим полигоном в г. Бишкеке. В сборнике представлены работы молодых ученых и студентов из Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана, Таджикистана, России, Украины и других стран, охватывающие исследования в области мониторинга геосреды, физики и механики горных пород, оценки сейсмического и геологического риска, математического моделирования различных процессов и других научных направлений.

Сборник может быть полезен студентам, аспирантам и специалистам, занимающимся исследованиями в области наук о Земле, механики и математики.

Утверждено к печати Ученым советом
ФГБУН НС РАН в г. Бишкеке

УДК 001
ББК 30.6

C 1401030000-17
ISBN 978-9967-12-643-5

©ФГБУН Научная станция РАН в г. Бишкеке

©Международный научно-исследовательский
центр - геодинамический полигон в г. Бишкеке

© Коллектив авторов, 2017

- 8 – генератор секундных импульсов;
- 9 – цифровой индикатор;
- 10 – формирователь;
- 11 – преобразователь;
- 12 – усилитель;
- 13 – фотоприемник;

На начальном этапе процесса контроля, когда скорость вращения контролируемого изделия невелика, измеряется его некруглость. Это связано с тем, что при возрастании скорости вращения изделия амплитуда прыжков изделия будет возрастать в связи с увеличением силы инерции, которая равна:

$$\varphi = m\omega^2 e$$

где m – масса изделия, ω^2 – скорость вращения изделия; e – РСЦМ.

Для контроля некруглости изделия в приборе применен фотоэлектрический датчик. Световой поток из источника излучения направлен на верхнюю поверхность детали и через оптическую систему попадает на фотоприемник. Величина светового потока, попадающего на фотоприемник, зависит от некруглости детали. Электрический сигнал от него усиливается усилителем и поступает в преобразователь, формирующий сигнал, который, воздействуя на цифровой индикатор, высвечивает в цифрах максимальную величину некруглости изделия, после чего генератор секундных импульсов его отключает.

Выводы:

- метод прост в реализации и позволяет комплексно контролировать такие важные динамические параметры, как некруглость и РСЦМ изделий, за одну его установку на приборе;
- чувствительность метода составляет по РСЦМ и некруглости около 5 мкм; дальнейшее увеличение чувствительности возможно при более качественном изготовлении валков и применении точных подшипников;
- повторяемость результатов измерений составила 90 %

Литература

1. Муслимов А.П., Киреев О.Л. Теоретические основы, методы и устройства контроля качества изделий типа тел вращения. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т. 2007. 115 с.

УДК 539.215+539.374

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ДИОРИТА ПРИ ТРЕХОСНОМ СЖАТИИ

DETERMINATION OF PARAMETERS OF STRAIN HARDENING FOR DIORITE UNDER TRIAXIAL COMPRESSION

Кулагина М.А.

kulagina_m.a@mail.ru

Кыргызско – Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

***Аннотация.** Рассмотрены экспериментальные данные испытания диорита по схеме Т. Кармана, включающие сведения о деформации за пределами упругости при реализованном сложном нагружении в условиях неравномерного трехосного сжатия. Механизм*

деформационного упрочнения горной породы при указанных условиях смоделирован с помощью понятия сопротивления сдвигу от локальных (идеализированных) скользящих, которые сопровождаются разрыхлением материала. Учтена взаимосвязь между чистоэластической деформацией (не вызывающей изменение объема тела) и деформацией разрыхления. Определены параметры деформационного упрочнения.

Ключевые слова: упругость, пластичность, упрочнение, разрыхление, предел прочности.

Известно, что при сложном напряженном состоянии для горных пород единая кривая деформационного упрочнения в каких-либо общепринятых обобщенных координатах отсутствует [1]. Используемый ниже синтез концепции скольжения [2] и разрыхления [3] позволяет надлежащим образом выбрать параметры упрочнения.

Ранее в [4] были определены упругие константы диорита по экспериментальным данным Моги [5]. Испытания стандартных образцов производились по схеме Т. Кармана: вначале создавалось гидростатическое давление до определенного уровня напряжения, затем при достигнутом равномерном боковом давлении задавалось приращение осевого давления. Именно для второго из указанных этапов нагружения представлены экспериментальные зависимости приращения осевой деформации, вызванные приращением осевого напряжения. В данной работе, используя найденные упругие константы, входящие в обобщенный закон Гука, определены параметры деформационного упрочнения данной горной породы вплоть до предела прочности.

Общая деформация разделяется на упругую (ε_i) и неупругую (Γ_i) ($i = 1, 2, 3$) составляющие.

Неупругую деформацию будем искать в виде (как предложено в [6]):

$$\begin{aligned}\Gamma_1 &= \varepsilon_1 - e_1 = (1 - \lambda) \frac{1}{k} \left[\frac{\sigma_1}{\sigma_{1p}} - 1 \right]^\alpha, \\ \Gamma_2 &= \varepsilon_2 - e_2 = -\left(\frac{1}{2} + \lambda\right) \frac{1}{k} \left[\frac{\sigma_1}{\sigma_{1p}} - 1 \right]^\alpha,\end{aligned}\tag{1}$$

где Γ_1, Γ_2 – главные неупругие деформации, λ – коэффициент разрыхления, k – масштабный коэффициент, α – параметр, учитывающий кривизну кривой упрочнения.

В формуле (1) учтено, что полная неупругая деформация состоит из чисто пластической Γ^{pl} (не вызывающей изменение объема тела) и деформации разрыхления Γ^{δ} , которая согласно гипотезе Новожилова В.В. о всестороннем распространении разрыхления [7], принимается в виде:

$$\Gamma_1^{\delta} = \Gamma_2^{\delta} = \Gamma_3^{\delta} = -\lambda \Gamma_1^{pl}.\tag{2}$$

Зависимость $\Gamma_1 \sim \sigma$ для разных боковых давлений представлена на рис. 1.

Как видно из этого графика, приращение неупругой деформации на некотором удалении от предела упругости происходит при почти постоянном значении параметра c при конкретном боковом давлении, но этот параметр изменяется при переходе от одного давления к другому. Это обстоятельство можно использовать, представив отношение $\frac{1-\lambda}{1-\lambda^*}$ как функцию от параметра c (рис.2), где λ^* соответствует фиксированному боковому давлению $P_{II} = 50 \text{ МПа}$.

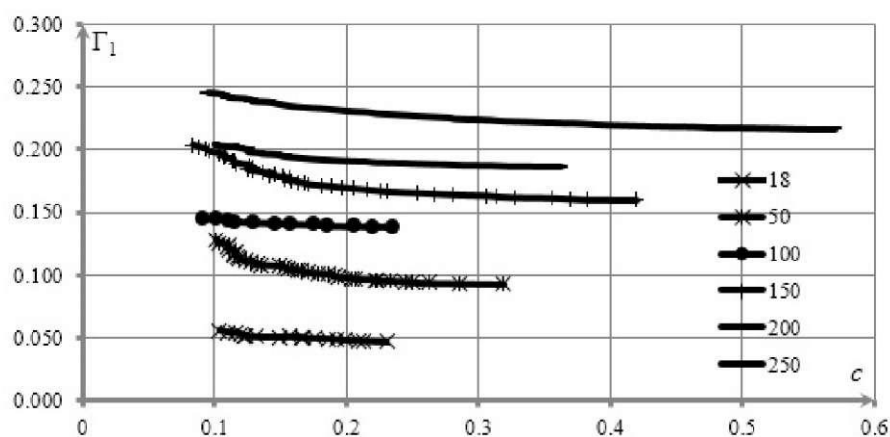


Рисунок 1 – Зависимость $\Gamma_1(c)$ при различных боковых давлениях для диорита.

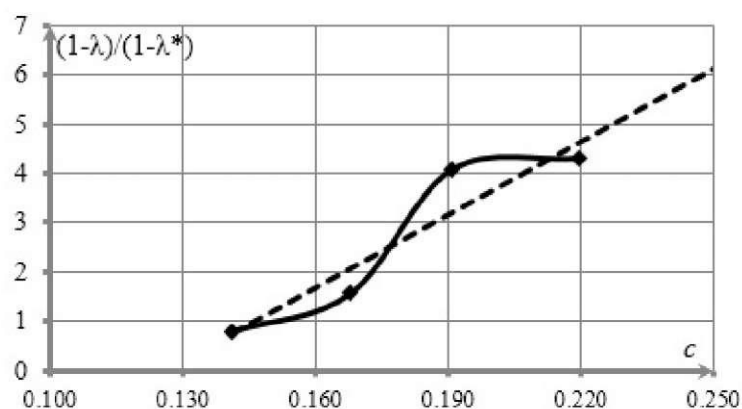


Рисунок 2 – Зависимость $(1-\lambda)/(1-\lambda^*) \sim c$ для диорита.

Для подобных горных пород, как это установлено в [8], разрыхление исчезает, когда напряжение от осевого давления превышает напряжение от бокового давления в 3 раза, т.е. при $c = 1/3$. Аппроксимируя с помощью линии тренда линейной зависимостью график, представленный на рис. 2, из условия $\lambda = 0$ при $c = 1/3$, получим значение λ^* . Обратным пересчетом из указанной зависимости определим значения $\lambda(c)$, что представлено на рис. 3.

Считая масштабный коэффициент k одним и тем же при всех боковых давлениях и всех уровнях осевого напряжения, определим параметр α в зависимости (1). Для этого при каком-либо боковом давлении представляем значения деформаций Γ_1 в малой окрестности за пределом упругости и на пределе прочности в виде их отношения, из которого и найдем значение $\alpha = 1,95$.

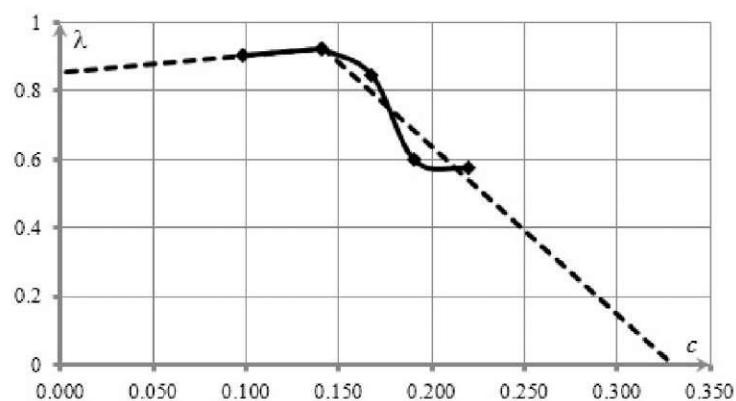


Рисунок 3 – Зависимость $\lambda(c)$ для диорита.

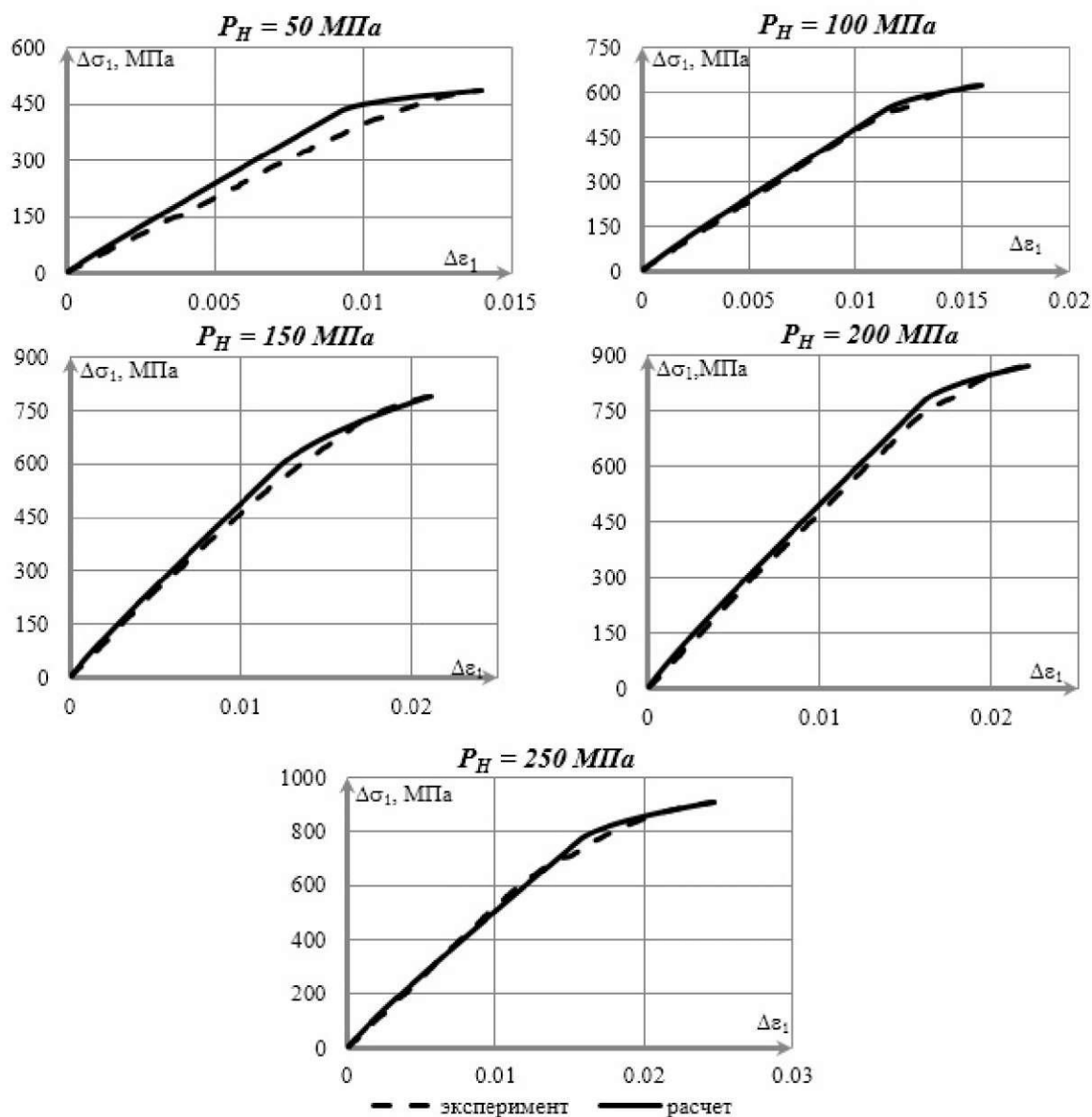


Рисунок 4 – Зависимость $\Delta\varepsilon_1(\Delta\sigma_1)$ для диорита.

Используя величину Γ_1 на пределе прочности, при известном α , найдем параметр $k = 0,27$. На рис.4 приведены расчетные и экспериментальные зависимости $\Delta\varepsilon_1(\Delta\sigma_1)$ для диорита. При этом, в отличие от стандартной методики, неупругие константы определялись только по приращению осевой деформации.

Как видно из рисунков, представленная методика определения параметров упругой и неупругой деформаций дает приемлемое совпадение расчетных и экспериментальных данных. Таким образом, приведенные соотношения связи между напряжениями и неупругими деформациями можно использовать в случаях, аналогичных случаю рассмотренного сложного нагружения. Тем самым подтверждается заключение о том, что развиваемая концепция скольжения и разрыхления вполне удовлетворительно отражает свойства деформационного упрочнения при характерных напряженных состояниях разных горных пород различных по прочности и пластичности, но сходных по степени разрыхления материала [6].

Литература

1. Зарецкий-Феокистов Г.Г. Об экспериментальных кривых деформирования горных пород в сложном напряженном состоянии // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1989. № 6. С. 43-49.
2. Леонов М.Я., Нисневич Е.Б., Рычков Б.А. Плоская теория пластичности, основанная на синтезе скольжений // Изв. АН СССР. МТТ. 1979. № 6. С. 39-43.
3. Леонов М.Я., Паняев В.А., Русинко К.Н. Зависимость между деформациями и напряжениями для полухрупких тел // Инж. ж. МТТ. 1967. № 6. С. 26-32.
4. Рычков Б.А., Комарцов Н.М., Кулагина М.А. Определение упругих констант диорита по экспериментальным данным трехосного сжатия цилиндрических образцов. // Современные техника и технологии в научных исследованиях. Бишкек. 2016. С. 213-216.
5. Mogi Kiyoo. Experimental rock mechanics AKLeiden, The Netherlands. 2007. 380 p.
6. Рычков Б.А. О деформационном упрочнении горных пород // Изв. РАН, МТТ. 1999. № 2. С. 115-124.
7. Новожилов В.В. О пластическом разрыхлении // ПММ. 1965. Т. 29. № 4. С. 75-83.
8. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. М.: Недра. 1979. 305с.

УДК 539.4

О КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ

KINETIC PARAMETERS OF THE MODEL OF DYNAMIC SUPERPLASTICITY

Куприев Р.Н.

ramal5@mail.ru

Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

Аннотация. В работе предлагается вариант эволюционных уравнений для внутренних альтернативных параметров состояния динамической модели, пригодной для математического описания закономерностей высокотемпературной деформации в широком скоростном диапазоне, включая сверхпластичность, алюминиевых сплавов.

Ключевые слова: сверхпластичность, динамическая рекристаллизация, фазовые переходы, зернограничное проскальзывание, эволюционные уравнения.

В данной работе рассматривается задача формулировки эволюционных соотношений, пригодных совместно с уравнением состояния для описания закономерностей деформации алюминиевых сплавов в широких температурно-скоростных диапазонах, включая сверхпластичность.

Математическая модель однородной осевой высокотемпературной деформации, включая сверхпластичность, основана на следующих положениях [1]:

1. Сверхпластичность имеет место в определенных термомеханических условиях, в которых возможна и превалирует реализация механизма зернограничного проскальзывания. При этом происходит формирование мелкозернистой структуры в процессе нагрева и деформации, связываемой со структурной превращением-динамической рекристаллизацией. В процессе динамической рекристаллизации возникает равновесная микроструктура с очень мелким зерном, примерно совпадающим по размерам с субзернами. Так создается структурная ситуация, способствующая осуществлению зернограничного проскальзывания и, следовательно,