

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВОДОНАСЫЩЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ УДАРООПАСНОСТЬ

Усольцева О.М., Цой П.А.

Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию совместного влияния температуры и водонасыщения пород на их удароопасность. В лабораторных экспериментах использовались вмещающие породы кимберлитовой трубки Зарница, находящейся на территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия) – известняк, мергель, доломит, песчаник и алевролит.

Нагружение представляло собой одноосное сжатие со скоростью 0,1 мм/мин до разрушения. Для анализа изменения деформационных свойств пород под влиянием водонасыщения и изменения температуры были построены полные диаграммы «напряжение–деформация», включая потспиковые участки нагружения. Испытания проводились в интервале температур от +20°C до –60°C с различными значениями степени водонасыщения w : воздушно–сухое состояние $w=0$, степень водонасыщения $w \approx 20\%$ от W_{max} и полностью водонасыщенные образцы $w=W_{max}$; всего было проведено 36 испытаний. Значения водопоглощения W_{max} пород составляли: известняк – 11,3%, мергель – 8,4%, доломит – 12,7%, песчаник – 1,9% и алевролит – 1,4%.

Известно, что одним из критериев удароопасности образцов горных пород является соотношение модулей спада M и деформации E . Если отношение $M/E \geq 1$, то образцы горной породы считаются удароопасными, в противном случае – неудароопасными. Результаты экспериментов показали, что образцы известняка, мергеля и доломита в водонасыщенном состоянии, в особенности при $w \approx W_{max}$, при низких температурах (от –30°C и ниже) приобретают хрупкие свойства. В табл. 1 приведены средние значения модулей деформации и модулей спада для образцов известняка, мергеля и доломита при одноосном сжатии при температуре испытания +20°C и –60°C. Для известняка при температуре испытания +20°C отношение $M/E=0,56$ и при –60°C – $M/E=2,55$. Для мергеля при температуре +20°C отношение $M/E=0,81$ и при –60°C – $M/E=3,27$. Для доломита при температуре +20°C отношение $M/E=0,94$ и при –60°C – $M/E=3,34$. Т.е. известняк, мергель и доломит, имеющие высокие значения водопоглощения: 11,34; 8,4 и 12,7% соответственно, при в водонасыщенном состоянии при одноосном сжатии при температуре испытания –60°C становятся удароопасными, хотя при температуре +20°C эти породы таких свойств не проявляют.

Таблица 1. Средние значения модулей деформации E и модулей спада M при одноосном сжатии для образцов известняка, мергеля и доломита при степени водонасыщения $w \approx W_{max}$

Наименование породы	Температура испытания +20°C		Температура испытания –60°C	
	Модуль деформации E , ГПа	Модуль спада M , ГПа	Модуль деформации E , ГПа	Модуль спада M , ГПа
Известняк	4,06	2,26	6,6	16,80
Мергель	3,33	2,68	8,98	29,33
Доломит	5,89	5,55	9,67	32,33

В качестве иллюстрации на рис. 1 приведены данные испытаний, полученные при температурах +20°C и –60°C и максимальных уровнях водонасыщения $w \approx W_{max}$, для образцов известняка: полные диаграммы «напряжение–деформация» до разрушения образцов, включая постспиковый участок (рис. 1а), определение модуля деформации E и модуля спада M при температуре испытания +20°C (рис. 1б) и –60°C (рис. 1в).

Анализ соотношения модулей спада M и деформации E для песчаника и алевролита (водопоглощение пород равно 1,9 и 1,4 соответственно) при аналогичных условиях

эксперимента (одноосное сжатие при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ и -60°C и водонасыщение $w \approx W_{max}$) показал, что эти породы являются неудароопасными при $+20^{\circ}\text{C}$ и также не проявляют удароопасных свойств при -60°C . Видимо, такое существенное изменение свойств пород с высокой степенью водонасыщения при понижении температуры связано с большим количеством содержащейся в них воды, которая превращается в лед и приводит к охрупчиванию материала.

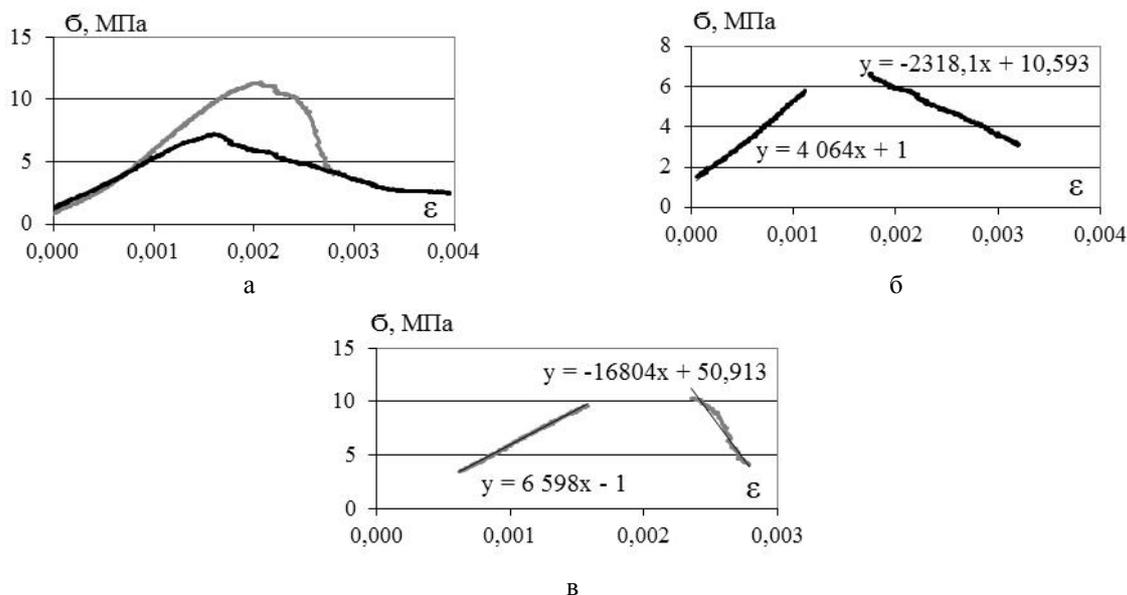


Рис. 1. Зависимости «напряжение–деформация» (а) и определение модуля деформации и модуля спада для образцов известняка при степени водонасыщения $w \approx W_{max}$ и температуре $+20^{\circ}\text{C}$ (а, б) и -60°C (а, в)

Работа выполнена в рамках государственного задания ИГД СО РАН, проект НИР № 0256-2021-0001 на оборудовании ЦКП геомеханических, геофизических и геодинамических измерений СО РАН.