

УДК 551.34

В.С. Марков

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

Изложены краткие сведения о многолетнемерзлых крупнообломочных породах россыпных шахт Северо-Востока РФ. Приводятся результаты экспериментального определения динамических нагрузочных характеристик многолетнемерзлых крупнообломочных пород по методике ИГД им. А.А. Скочинского.

Ключевые слова: кровля, статическое нагружение, породный массив, критическая скорость, кварц.

Многолетнемерзлые крупнообломочные породы широко распространены на территории Северо-Востока Российской Федерации. К ним относятся четвертичные элювиальные, делювиальные делювиально-солифлюкационные пролювиальные, аллювиальные и ледниковые отложения районов горного рельефа, а также обширные толщи аллювия на прилегающих к горным областям низменностях.

Обобщенный литологический разрез рыхлых отложений месторождения приводится ниже.

Кровля — обильно льдистые отложения с маломощными прослоями галечника. Массивные ледяные внедрения в виде жил, клиньев и пролинзовок. Общая льдистость — 60—65 %.

Продуктивный пласт:

Горизонт галечников желтого кварца с мелким беспорядочно ориентированным щебнем углисто-глинистого сланца равномерно рассортирован в льдистом цементе. Льдистость 20—30 %. Горизонт элювиального сланцевого щебня, беспорядочно ориентированной льдистостью. Льдистость — до 15 %.

Плотик сложен глинистыми сланцами, местами сильно разрушенными, встречаются прожилки льда.

К вопросам исследований прочностных и деформационных свойств многолетнемерзлых крупнообломочных и дисперсных пород в условиях статического нагружения посвящено ряд работ [1—6]. Исследования по изучению закономерностей разрушения многолетнемерзлых крупнообломочных пород при воздействии динамических нагрузок в настоящее время нам не известны.

Температура выработки породного массива, замеренная ртутным термометром, равнялась минус 10 °С. Для испытания отбирались образцы породы полуправильной формы с двумя параллельными гранями. Поверхности образцов не подвергались дополнительной механической обработке.

Подготовка прибора ДП-8К к испытаниям и размеры образцов пород проводились согласно методике [7].

На рис. 1 показан общий вид прибора ДП-8К.

После испытаний образцы подвергались ситовому анализу для определения их гранулометрического состава и влажности (льдистости) пород.

Результаты исследований гранулометрического состава, влажности и плотности многолетнемерзлых



Рис. 1 Общий вид прибора ДП-8К

крупнообломочных испытанных пород приведены в табл. 1.

Средние показания прибора в зависимости от высоты сбрасывания груза-ударника с индентором и вычисленные нагрузочные характеристики многолетнемерзлых крупнообломочных пород приведены в табл. 2.

График зависимости R_n и $L_{вн}$ от скорости соударения штампа с породой V представлен на рис. 2. Изменение силы взаимодействия штампа с породой R_n носит нелинейный характер. При приближении к критической скорости V сила R_n нарастает медленно и при достижении точки B стабилизируется. Критическая скорость, при которой происходит разрушение горной породы $V_{кр}=1,38$ м/сек.

Следует отметить, что величина деформирования горной породы под штампом тоже возрастает нелинейно и при достижении критической скорости резко возрастает.

Характер изменения R_n от V (рис. 2) показывает, что многолетнемерзлые крупнообломочные породы исходя из структурных и текстурных особенностей обладают резко выраженными вязко-пластичными свойствами.

Судить о моменте хрупкого разрушения по отскоку груза-ударника от горной породы, как описано в методике, нам не удалось. В виду большой пластичности многолетнемерзлых крупнообломочных пород и небольшой прочности, отскок груза-ударника был минимальным.

В результате проведенных исследований динамических нагрузочных характеристик многолетнемерзлых крупнообломочных пород получены следующие основные характеристики:

- условная контактная прочность $P_g = 369$ МПа;
- условная динамическая вязкость $\mu = 267,6$ Н*с/м³;
- критическая скорость, при которой происходит разрушение, $V_{кр} = 1,38$ м/сек.

В методике [7] приведена формула для определения предела прочности (статического по ГОСТ 21153 4-75) на сжатие.

$$R_{сж} = K(\mathcal{J} + \mu) V_{кр}, \text{ Па}, \quad (1)$$

где $K = 0,0165$ — коэффициент, учитывающий напряженное состояние под штампом и масштабный фактор; $V_{кр}$ — критическая скорость деформирования (соударения), м/с; \mathcal{J} — условный показатель динамической контактной жесткости, Па с/м; μ — условный показатель динамической контактной вязкости, Па с/м.

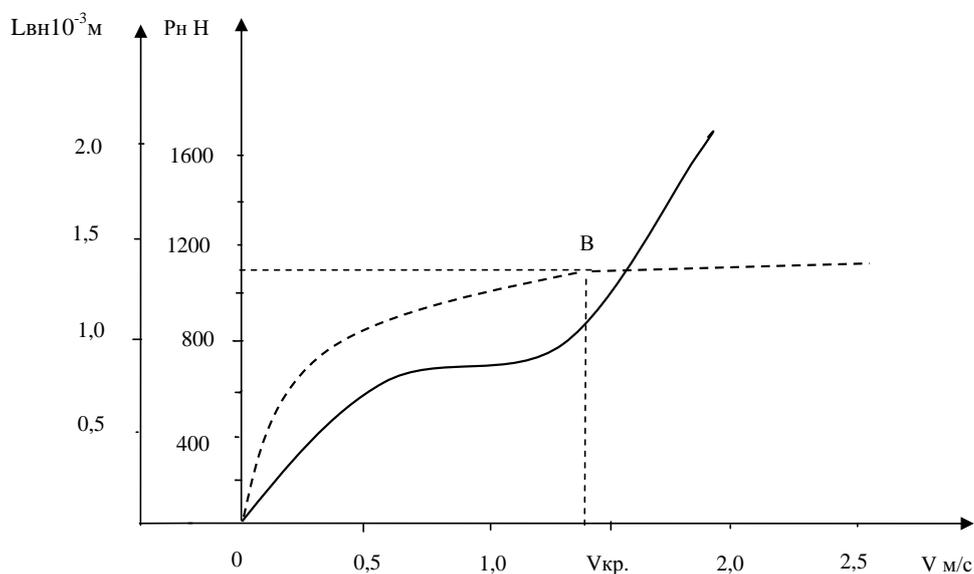


Рис. 2. График зависимости P_n и $L_{вн}$ от скорости соударения штампа с породой V

Таблица 1

Гранулометрический состав, влажность плотность многолетнемерзлых крупнообломочных пород

Физические характеристики пород	Супесчаный гравий с галькой и щебнем
Гранулометрический состав пород, % :	
гравий, галька, щебень, дресва >2 мм;	40
заполнитель (песок, супесь, глина).	60
Влажность пород, % :	
породного массива;	14
заполнителя	30
Плотность породного массива, кг/ м ³	2100

Таблица 2

Динамические нагрузочные характеристики многолетнемерзлых крупнообломочных пород

Высота сбрасывания, Нсбр, м	Глубина внедрения, $L_{вн} 10^{-3}$ м	Скорость соударения штампа с породой, V , м/сек	Сила взаимодействия штампа с породой, P_n Н	Условная контактная прочность, P_g , МПа
0,02	0,4	0,2	580	184,7
0,05	0,6	0,3	962,8	306,0
0,07	0,8	1,17	1020,8	325,0
0,10	1,0	1,38	1160,0	369,4
0,12	1,0	1,51	1392,0	443,0
0,15	1,3	1,71	1338,4	426,4
0,20	1,7	1,98	1364,7	434,6
0,25	2,2	2,20	1310,0	419,0
0,30	2,6	2,40	1338,4	426,2

Учитывая резко выраженные вязко-пластические свойства многолетне-мерзлых крупнообломочных пород, показателем контактной жесткости Ж можно пренебречь.

Условный показатель динамической контактной вязкости μ_k определяется по формуле

$$\mu_k = P_g / V_{кр} = 36,9 \cdot 10^7 / 1,38 = 26,76 \cdot 10^7 \text{ Па с/м.} \quad (1)$$

$$R_{сж} = 0,0165 (26,76 \cdot 10^7) 1,38 = 60,9 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 6,1 \text{ МПа}$$

Рассчитанное по формуле (1) значение $R_{сж} = 6,1 \text{ МПа}$ показывает хорошую сходимость с результатами, полученными нами по методике ВНИМИ непосредственно в породном массиве [6] при тех же условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тайбашев В.Н.* Физико-механические свойства крупнообломочных пород. — Тр/ВНИИ, 1973. — Т. 33. — 150 с.

2. *Вотяков И.Н.* Физико-механические свойства мерзлых грунтов Якутии. — Новосибирск: Наука, 1975. — 175 с.

3. *Бродская А.Г.* Сжимаемость мерзлых грунтов. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 86 с.

4. *Пчелинцев А.М.* Строение и физико-механические свойства мерзлых грунтов. — М.: Наука, 1964. — 260 с.

5. *Костромитинов К.Н., Николенко В.Д., Шерстов В.А. и др.* Испытание прочностных

свойств мерзлых пород на образцах неправильной формы. — В кн.: Повышение эффективности горной промышленности Якутии. — Новосибирск: Наука, 1974. — С. 32—37.

6. *Марков В.С.* Результаты испытаний физико-механических свойств пород многолетнемерзлых россыпей Кулара в натуральных условиях. / Колыма, 1986. — № 6. — С. 9—11.

7. *Временная методика определения механических характеристик хрупких горных пород.* ИГД им. А.А. Скочинского. — 9 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Марков В.С. — кандидат технических наук, доцент кафедры Подземной разработки месторождений полезных ископаемых Горного факультета Якутского госуниверситета имени М.К. Амосова, тел. 8(4112) 36-59-65.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
МУТОВИНА Наталья Викторовна	Исследование напряженно-деформированного состояния системы «шпуровой гидроотрывник – разрушаемая среда»	05.05.06	к.т.н.