

№ 3178
x/9
14/89



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1788246

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство
на изобретение:

"Эквивалентный материал для моделирования массива
мерзлых горных пород"

Автор (авторы): Толстунов Сергей Андреевич и Жебелев
Владимир Владимирович

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ШЛЕХАНОВА

Заявитель:

Заявка № 4903354 Приоритет изобретения 18 января 1991 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений СССР
15 сентября 1992 г.

Действие авторского свидетельства распро-
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Расс
Зиниц



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4903354/03
(22) 18.01.91
(46) 15.01.93. Бюл. № 2
(71) Ленинградский горный институт им.
Г.В.Плеханова
(72) С.А.Толстунов и В.В.Жебелев
(56) Лиманов Ю.А., Червиц Г.Я. и др. Иссле-
дование методом моделирования проявле-
ния горного давления на подземные
гидротехнические сооружения, располо-
женные в вечномерзлых горных породах. –
Гидротехническое строительство, 1971,
№ 10, с.18-22.
(54) ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ
МОДЕЛИРОВАНИЯ МАССИВА МЕРЗЛЫХ
ГОРНЫХ ПОРОД

2

(57) Использование: изучение процессов в
массиве мерзлых горных пород методом мо-
делирования. Сущность изобретения: экви-
валентный материал содержит следующие
компоненты при их соотношении, мас. %:
кальциевая тугоплавкая смазка 0,5-10, по-
лиизобутилен 0,1-5; диалкилдитиофосфит
цинка 0,1-3, песок остальное. Материал го-
товят следующим образом. Связующее –
кальциевую тугоплавкую смазку нагревают
до 70°C. Добавляют регулятор вязкости –
полиизобутин. Добавляют регулятор степе-
ни кристаллизации – диалкилдитиофосфит
цинка. Полученную смесь смешивают с на-
гретым песком. Из полученного материала
изготавливают модель массива.

Изобретение относится к области гор-
ного дела и может быть использовано для
изготовления моделей породного массива,
находящегося в условиях отрицательных
температур, из эквивалентных материалов.

Известен эквивалентный материал на
основе песка и хлористого кальция.

Однако данный материал не совсем от-
вечает свойствам мерзлых горных пород
подверженных ползучести. Модели трещи-
новатого скального массива выполняются
из отдельных блоков, изготовленных из эк-
вивалентного материала и уложенных на
расплавленном хлористом кальции, имити-
рующим лед, вследствие чего получается
сравнительно большая неоднородность
массива, что снижает достоверность резуль-
татов, получаемых при моделировании.

Цель изобретения – повышение досто-
верности результатов моделирования за

счет учета реологических свойств массива
мерзлых горных пород.

Эквивалентный материал получают сле-
дующим образом.

Связующее – кальциевую тугоплавкую
смазку нагревают до 70°C. После этого
добавляют в связующее загуститель – по-
лиизобутилен – который при добавлении в
пределах 0,1 - 5% от общего объема эквива-
лентного материала, регулирует вязкость
кальциевой тугоплавкой смазки 10-100 с по
Стоксу. Коэффициент вязкости, характери-
зующий скорость пластично-вязкого тече-
ния мерзлых пород, зависит от времени
действия нагрузки и температуры мерзлой
породы. Зависимость коэффициента вязко-
сти от времени t определяется зависимо-
стью.

$$\eta(t) = \eta_x (\eta_x - \eta_0) e^{-t/\tau}.$$

где η – коэффициент вязкости;

η_x, η_0 – конечный и начальный коэффициент вязкости;

ξ – параметр определяемый выражением

$$\xi = \frac{t}{\ln \left(\frac{\eta_x - \eta_0}{\eta_x - \eta} \right)}$$

где t – время.

Подобие по времени определяется выражением (3)

$$\alpha_1 = \alpha_n \alpha_y^{-1} \alpha_e^{-1}$$

определяем коэффициент вязкости материала модели. Варьируя загустителем, добиваемся рассчитанного выше значения.

В это время также добавляется регулятор степени кристаллизации антиокислитель – диалкилдитиофосфит цинка 0,1-3%, который не позволяет кальцевой тугоплавкой смазке кристаллизоваться при нагревании.

После этого полученную смесь смешивают с разогретым песком. Далее закатывается несколько кубиков из полученного эквивалентного материала, на которых окончательно проверяется сходимость с кривой ползучести деформирования мерзлой породы.

Если сходимость оказывается в допустимых пределах можно приступать к изготовлению модели. Пределы на содержание связующих веществ объясняются следующим образом. При содержании кальцевой тугоплавкой смазки более 10% смесь становится слишком пластичной и не отвечает свойствам мерзлых пород, при содержании кальцевой тугоплавкой смазки менее 0,5% смесь теряет стабильность, не будет происходить достаточного связывания материала, он рассыпается. При содержании полиизобутилена свыше 5% вязкость кальцевой тугоплавкой смазки регулируется неравномерно, дальнейшее увеличение нецелесообразно, при содержании полиизобутилена менее 0,1% вязкость вещества регулироваться не будет. Максимальное содержание диалкилдитиофосфита цинка 3% определяется необходимым и достаточным условием для предотвращения кристаллизации 10% кальцевой тугоплавкой смазки, при содержании диалкилдитиофосфита цинка менее 0,1% будет происходить кри-

сталлизация кальцевой тугоплавкой смазки при ее нагревании.

Примеры эквивалентных материалов

5	Кальцевая тугоплавкая смазка	10%	(1000гр)
	Полиизобутилен	5%	$\sigma_{сж}=8 \text{ кг/см}^2$ (500 гр)
10	Диалкилдитиофосфита цинка	3%	(300 гр)
	Песок	остальное	(820 гр)
	Кальцевая тугоплавкая смазка	5%	(500 гр)
15	Полиизобутилен	0,5%	$\sigma_{сж}=3 \text{ кг/см}^2$ (50 гр)
	Диалкилдитиофосфит цинка	3%	(300 гр)
	Песок	Остальное	(9150 гр)
20	Кальцевая тугоплавкая смазка	0,5%	(50 гр)
	Полиизобутилен	5%	$\sigma_{сж}=0,3 \text{ кг/см}^2$ (500 гр)
25	Диалкилдитиофосфит цинка	1%	(100 гр)
	Песок	Остальное	(9350 гр)
30	Таким образом, как видно из примеров, использование предлагаемого эквивалентного материала позволит моделировать массив мерзлых горных пород в достаточно широких пределах, повышает достоверность моделирования за счет учета свойств ползучести мерзлых горных пород.		
	Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я		
35	Эквивалентный материал для моделирования массива мерзлых горных пород, содержащий песок а качестве инертного наполнителя и связующее, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения достоверности результатов моделирования путем учета реологических свойств массива мерзлых пород, он дополнительно содержит регулятор вязкости связующего и регулятор степени его кристаллизации при нагревании, при этом в качестве связующего использована кальцевая тугоплавкая смазка, в качестве регулятора вязкости – полиизобутилен, а в качестве регулятора степени кристаллизации – диалкилдитиофосфит цинка при следующем соотношении компонентов мас. %:		
	Кальцевая тугоплавкая смазка	0,5-10,0	
40	Полиизобутилен	0,1-5,0	
	Диалкилдитиофосфит цинка	0,1-3,0	
45	Песок	Остальное	
50			
55			

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Редактор Н. Пигина

Составитель В. Жебедев
Техред М.Моргентал

Корректор С. Пекарь

Заказ 60

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101