Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 1, 1969 г.

ВЛИЯНИЕ УКРЕПЛЕНИЯ СТЕНОК ЦЕЛИКА НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ

Ю. А. Модестов

В пределах области распространения многолетней мерзлоты имеются большие запасы полезных ископаемых, которые находятся в породах как с отрицательной, так и положительной температурой. Эксплуатация месторождений такого рода имеет весьма существенные особенности по сравнению с эксплуатацией в обычных условиях.

В настоящее время верхние горизонты, расположенные в мерзлых породах, на многих предприятиях отработаны и горные работы приблизились к границе мерзлоты. На подмерзлотных горизонтах в связи с изменением агрегатного состояния влаги породы приобретают свойства, весьма отличающие их от тех же пород в мерзлом состоянии. Тем самым нарушаются привычные условия работы горных предприятий. Вопрос перехода горных работ от мерзлых к талым породам является довольно новым в практике предприятий и требует внимательного изучения. Это даст возможность осуществить плавный и безболезненный переход предприятий к работе в новых горно-геологических условиях.

К факторам, усложняющим добычу полезного ископаемого на подмерзлотных горизонтах, относится необходимость увеличения размеров междукамерных целиков, что приводит к заметному повышению его потерь в недрах. Одним из возможных путей повышения устойчивости целиков и уменьшения их размеров служит искусственное промораживание стенок целика.

В связи с этим становится весьма актуальным вопрос о влиянии мощности m_1 промороженной (более прочной по сравнению с талой зоной) части целика.

Проведенные в лаборатории горного давления ЛГИ исследования ставили своей целью определить влияние укрепления стенок целика на его несущую способность. Исследования проводились на образцах, изготовленных из песчано-парафиновой смеси. «Талая» зона образцов изготавливалась из смеси, состоящей из 95% песка, 1% парафина и 4% молотой слюды (мики). Предел прочности на сжатие ее был одинаковым для всех образцов и составлял 0,22 *кГ/см*^{2}, или 34,4 *кГ/см*^{2} в пересчете на натуру. Так как все образцы были одинаковых размеров (5×5×5 *см*), то с увеличением толщины более прочной («промороженной») части образца размер талой зоны уменьшался.

Образцы укреплялись («промораживались») с двух сторон. Мощность более прочной части образца с каждой стороны составляла 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 *см;* причем прочность этой части целика не была постоянной, а изменялась с увеличением самой зоны аналогично изменению прочности горных пород в зависимости от интенсивности промораживания.

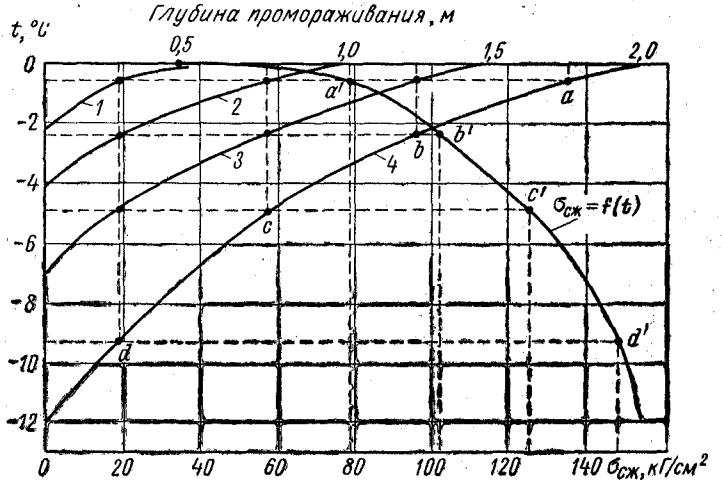


Рис. 1. Влияние температуры на глубину промораживания и предел прочности на сжатие

Изменение температуры пород с увеличением расстояния от кромки целика представлено на рис. 1 (графики *1—4*). По этим графикам в зависимости от глубины замораживания определялась средняя температура каждого из слоев мощностью 0,5 *м*, или 0,5 *см* в образце. Так, например, при глубине замораживания 2 *м* эта зона на образцах имитировалась четырьмя слоями мощностью по 0,5 *см*. Средняя температура каждого из слоев соответствовала точкам *a, b, c, d* на графике *4* и составляла —0,6° С в глубине целика на границе с талой зоной и —9,3° С на его кромке.

По графику $\sigma_{сж}=f(t)$ находилась прочность каждого из слоев (точки a', b', c', d'), соответствующая температуре их промораживания. Таким образом, предел прочности пород на сжатие в промороженной зоне $m_1=2$ *м* изменялся от 78 (точка a') до 148 *кГ/см²* (точка d'). В соответствии с определенными прочностями по формуле Г. Н. Кузнецова с учетом масштаба моделирования 1 : 100 рассчитывались прочности слоев для образцов из песчано-парафиновой смеси. Они изменялись от 0,5 *кГ/см²* в глубине образца на границе с талой зоной до 0,95 *кГ/см²* на его кромке. Изменение этой прочности достигалось подбором процентного соотношения песка, парафина и молотой слюды. Следует отметить, что каждая серия таких слоистых образцов изготавливалась за короткий промежуток времени, чтобы смесь всех слоев сохранялась в горячем состоянии. Это позволяло создавать хороший контакт между слоями и получать образцы, однородные по структуре, т. е. полнее имитировать их промораживание.

Характеристика образцов и результаты их испытания

Номер серии образцов	Число образцов	Талая зона		Мерзлая зона		Среднеарифметическая $\sigma_{сж}$		Коэффициент вариации $k_{вар}$
		m_1, *см*	$\sigma_{сж}$, *кГ/см²*	m_2, *см*	$\sigma_{сж}$, *кГ/см²*	образца	целика	
1	5	5,0	0,22	—	—	0,22	34,4	7,0
2	5	4,0	0,22	2×0,5	0,50	0,70	109	12,0
3	6	3,0	0,22	2×1,0	0,50 0,65	0,95	148	8,7
4	5	2,0	0,22	2×1,5	0,50 0,65 0,80	1,10	172	13,2
5	5	1,0	0,22	2×2,0	0,50 0,65 0,80 0,95	1,15	180	7,9

Всего было испытано 26 образцов. Результаты испытаний приведены в таблице.

Испытания показали, что в результате укрепления стенок образцов предел прочности их на сжатие значительно повышается (рис. 2). Причем наиболее интенсивно (в 4 раза) увеличение прочности (*А*) происходит до глубины промораживания 1,5 *см*. При принятом масштабе моделирования в натуре это составит 1,5 *м*. При дальнейшем увеличении мощности замороженной зоны образца (*Б*) повышение его прочности становится менее интенсивным.

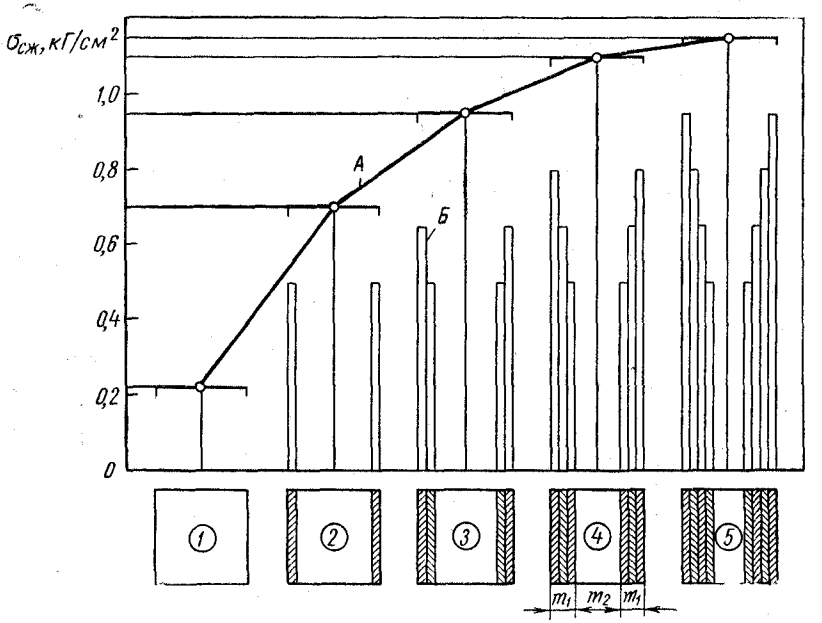


Рис. 2. Изменение прочности образца с увеличением мощности m_1 и прочности его стенок:
1—5 — схема испытываемых образцов

Проведенные исследования позволили установить характер изменения прочности целиков с изменением глубины их промораживания и рекомендовать для производственных экспериментов глубину промораживания стенок целика до 1,5 *м*.