

УДК 622.273.21:622.244.6

Г.П. Необутов, Д.Н. Петров

СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ЛЬДОПОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЖИМАЮЩИМ НАГРУЗКАМ

Приведены результаты исследований использования искусственных опор из льдопородной закладки в промышленных масштабах на наклоннопадающем месторождении Бадран.

Ключевые слова: закладочный массив, горные работы, прочностные свойства льдопородного материала, льдопороды, промораживание.

Семинар № 4

**G.P. Neobutov, D.N. Petrov
THE RESISTANCE OF THE
ICEROCK MATERIALS TO THE
COMPRESSIVE FORCES**

The results of the studies on the artificial pillars from the icerock filling in the industrial scales on the steep Bardan deposit are presented.

Key words: filling mass, mining operations, mechanical properties of the icerock materials, icerocks, freezing.

Искусственные целики, формируемые из послойно намораживаемых пород, являются перспективным направлением поддержания кровли и управления горным давлением на рудниках области распространения многолетней мерзлоты. В Якутии разработанная ИГДС СО РАН технология добычи руды с использованием искусственных опор из льдопородной закладки в промышленных масштабах применяется на наклоннопадающем месторождении средней мощности весьма ценных золотосодержащих руд Бадран, где значительно улучшены показатели извлечения руды [1].

Сохранение устойчивости закладочного массива при ведении горных работ обуславливают две группы факторов: 1 – горно-геологические и

горнотехнические; 2 – зависящие от свойств закладочного массива. Основной фактор первой группы – нагрузка на массив в окрестности обнажения, величина которой зависит от угла падения и мощности залежи, физико-механических свойств руд и пород, размеров выработанного пространства, системы разработки и порядка выемки, времени стояния обнажения и т. д.

Второй фактор является определяющим, но воздействовать на него можно в ограниченных пределах: изменять физико-механические свойства и структурные характеристики закладочного массива.

К основным физико-механическим и структурным характеристикам закладочного массива относятся: прочностные и деформационные свойства, структура закладочного массива и динамика набора прочности. Прочность массива определяют при сжатии, растяжении, изгибе и т. д., однако для простоты и удобства контроля эти показатели приводят к показателю прочности при одноосном сжатии.

Авторами статьи проведены лабораторные исследования прочностных свойств льдопородного материала, формируемого послойным намора-

живанием дробленых пород, при которых установлено, что предел его прочности на одноосное сжатие возрастает при изменении содержания воды от 15 до 30% объема образца, при дальнейшем увеличении содержания воды происходит снижение прочностных свойств. Также, предварительные испытания образцов льдопороды показали, что их предел прочности на одноосное сжатие возрастает при ее промораживании до температуры порядка -20°C , при последующем понижении температуры прочностные свойства ослабевают.

Испытания на одноосное сжатие кубических образцов льдопороды размерами 10Ч10Ч10 см, полученных последовательным намораживанием 5 слоев по 2 см при температуре -20°C , проводились по методике, разработанной на основе ранее выполненных натурных и лабораторных исследований и с учетом основных теоретических положений механики мерзлых пород.

Основной состав дробленой породы, послойно засыпанной в формы со стальными стенками, составляли фракции размером 5 – 10 мм. Температура воды 3 – 5 $^{\circ}\text{C}$. Линейные размеры при испытаниях принимались равными 1 : 50 по отношению к натурным.

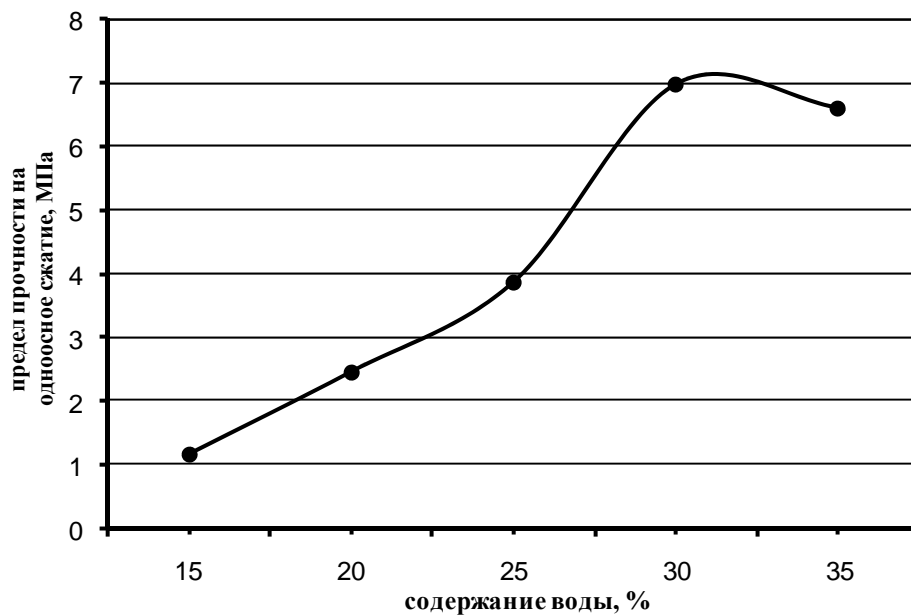
Образцы формировались в холодильной установке при объемной влажности 15, 20, 22, 25, 30 и 35%, на промораживание каждого слоя отводилось от 1,5 до 2,5 ч в зависимости от степени влагонасыщения, что является вполне достаточным и обосновано результатами предыдущих исследований.

Определение прочности на одноосное сжатие осуществлялось нагружением образцов на прессе со скоростью 0,08 мм/сек до разрушения. При каждом из шести режимов влаж-

ности испытывалось по 9 образцов, коэффициент вариации при этом колебался в пределах 10 – 19% при надежности результатов испытаний 94% и более. Изменение прочности образцов от содержания воды показано на графике приведенного рисунка.

Возрастание сопротивления мерзлых пород с льдом-цементом внешней нагрузке с увеличением льдистости до полного заполнения пор, а затем его снижение является известным фактом в механике мерзлых грунтов. При данных испытаниях вода заполняет пустоты между кусками пород, цементируя их при промораживании. При полном влагонасыщении слоев в образцах, которое происходит при наливании воды в объеме 30 – 32%, происходит цементация всех дробленых пород и возникает локальный максимум предела прочности льдопородного материала на сжатие. Увеличение объемов наливаемой воды приводит к ее избытку и образованию ледяных низкопрочных прослоек между слоями, что и приводит к снижению прочностных свойств всей закладки.

Исследования свойств образцов льдопороды, сформированных послойным намораживанием при различных термовлажностных условиях, показывают большой разброс пределов прочности на одноосное сжатие – от первых единиц до 8 – 10 МПа. Указанное обстоятельство предполагает возможность создания разнопрочных закладочных массивов в зависимости от геотехнологического назначения целиков, т.е. использовать их несущую способность в мерах необходимости и достаточности путем дозированной подачи воды, например от 20 до 30% объема пород. Использование разнопрочности смерзшейся закладки может заключаться в закладке



Изменение средних значений предела прочности образцов льдопородного материала на одноосное сжатие в зависимости от содержания воды.

составами наибольшей прочности (объем заливаемой воды 28 – 32%) только краевых камер, формирования льдопородных целиков с наибольшей прочностью в центральном горизонтальном сечении и т.д. Относительно высокая прочность льдопородной закладки предполагает также возможность ее использования в роли

искусственной потолочины, что значительно расширит область ее применения.

Полученные результаты исследований можно использовать при формировании льдопородной закладки в натуральных условиях и расчетах конструктивных параметров систем разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Небутов Г.П. Подземная добыча руды с использованием льдопородной закладки на месторождении Бадран в Якутии/ Небутов Г.П., Зубков В.П., Мамонов А.Ф. // Горн. информ.-аналит. бюлл. – 2001. - №10. – С. 71-74. **ИАБ**

Коротко об авторах

Небутов Г.П. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Петров Д.Н. – младший научный сотрудник,
Институт горного дела Севера СО РАН им. Н.В. Черского, igds@ysn.ru