Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова
Т. 123. Л., 1990

УДК 622.28.044

С.А.ТОЛСТУНОВ, А.В.МОНТИКОВ

ШАХТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ШТАНГОВЫХ КРЕПЕЙ НА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Разработка россыпных месторождений подземным способом в районах многолетнемерзлых пород осуществляется в большинстве случаев камерно-лавными системами разработки. Крепление очистных забоев производится стоечной крепью, что предопределяет высокие трудозатраты и низкую производительность. В последние годы на россыпных месторождениях применяется погрузочно-доставочная техника, эксплуатация которой при наличии стоечной крепи весьма затруднена. Изыскание эффективных и технологичных способов бесстоечного крепления является актуальной задачей в этих условиях.

Выбор конструкции крепи и технологии ее установки производились для условий шахт ПО "Лензолото". Породы промпласта и кровли представлены галькой и валунами, сцементированными смерзшимся илом. Льдистость пород составляет 5–10 %, а температура пород колеблется от –1,6 до –1,8 °С. Предел прочности пород, определенный путем раздавливания блоков с помощью давильных установок ВНИМИ, составил 3 МПа. Частые выходы илистых отложений в зону промпласта создают особо неблагоприятные условия для поддержания кровли. Чаще всего кровля расслаивается по контакту с илистыми отложениями. В этих местах, как правило, устанавливают усиленную стоечную крепь.

К предварительным испытаниям были приняты конструкции штанговых крепей с разрезной распорной муфтой типа ЭС–I (разработка ПО "Эстонсланец"), винтовая штанговая крепь конструкции ИГД им.А.А.Скочинского (технология изготовления разработана ПО "Беларуськалий"); а также трубчатые анкеры типа "Свелекс" по технологии фирмы "Атлас Копко" и типа "Сплит-Сет" фирмы "Ингерсолл-Рэнд". Выбор этих конструкций штанговых крепей был обусловлен специфическими условиями их применения, а также сложностью бурения шпуров в мерзлых породах. Илистые отложения хорошо бурятся станками вращательного бурения и плохо – станками ударно-вращательного. Породы кровли и промпласта хорошо бурятся ударно-вращательным способом. Поэтому бурение шпуров и скважин, пересекающих породы кровли и илистые отложения, одним видом бурового оборудования крайне затруднено.

Анкер ЭС–I (рис.I, а) состоит из стального стержня 2, с одного конца переходящего в клин, а на другом с резьбой М 20; разрезной распорной муф-

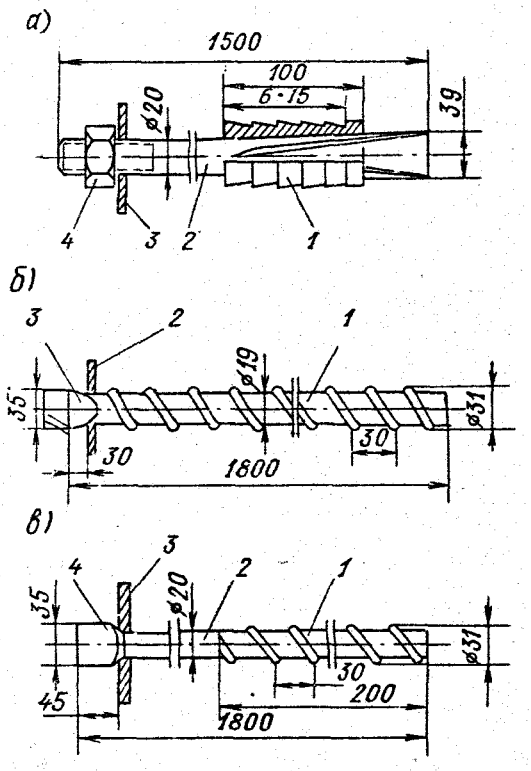


Рис.1. Конструкции штанговых крепей:
а - анкер ЭС-I; б - винтовой анкер; в - анкер с винтовым замком

ты I, состоящей из двух сухарей; плоской опорной плитки 3 и гайки 4. Анкер закрепляется в скважине за счет расклинивания клиновой части стержня с помощью сухарей (полумуфт).

Штанги ЭС-I достаточно просты по конструкции, относительно дешевы и могут изготавливаться на доступном оборудовании. В процессе испытаний выявились их существенные недостатки: ограниченная несущая способность, определяемая прочностью закрепления замка в скважине; большая податливость замков в мерзлых породах (до 20 мм и более); снижение натяжения анкеров из-за снижения прочности мерзлых пород во времени под распорными элементами замка и опорной плитой. Указанные недостатки не позволили рекомендовать использовать штанги ЭС-I для крепления кровли камер. Результаты испытаний приведены в таблице.

Винтовой анкер (рис.I, б) представляет собой круглый стержень I, имеющий по всей длине резьбу специального профиля. На одном конце его высажена плоская четырехгранная головка 3 для установки анкера и удержания опорной плитки 2. Закрепление винтового анкера осуществляется за счет внедрения витков в стенки шпура. Прочность закрепления винтового анкера в скважине при заданном шаге и внешнем диаметре винта, угле профиля витков и прочности горных пород зависит от глубины ввинчивания и диаметра шпура.

Разновидностью винтового анкера является конструкция с винтовым замком (рис.I, в). Он состоит из винтового замка I, стержня 2 из стального прутка диаметром 20 мм, опорной плитки 3 и квадрата 4, высаженного на свободном конце анкера. Стержень соединен с винтовым замком контактной сваркой.

Бурение шпуров диаметром 27 мм в илистых отложениях осуществлялось с помощью легкого бурового станка вращательного бурения конструкции ПО "Беларуськалий". Установка винтовых штанг также производилась с помощью этого станка. Станок позволяет бурить шпуры и устанавливать в них штанги

в выработках высотой от 2 до 3,5 м. Глубина бурения шпуров до 3 м. Станок обслуживает один человек. Для завинчивания штанг дополнительно используется специальный съемный редуктор, значительно повышающий крутящий момент.

На основании проведенных исследований установлено, что бурение шпуров малого диаметра в илистых отложениях трудностей не вызывает. При наличии слоя крупнообломочных пород до 0,3 м бурение также возможно станком вращательного бурения. При увеличении мощности отложений свыше 0,3 м бурение необходимо производить разным оборудованием с образованием ступенчатой скважины. Слои крупнообломочных пород хорошо бурятся перфораторами с образованием шпура диаметром до 44 мм. Установка винтовых и составных анкеров в дальнейшем не осложняется, однако незакрепленная часть пород удерживается только опорной плитой, что в целом снижает эффективность крепления.

Для сравнительных испытаний были также отобраны трубчатые анкеры "Свелекс" фирмы "Атлас Копко" и "Сплит-Сет" по технологии фирмы "Интерсолл-Рэнд". Из-за отсутствия возможности приобретения фирменного оборудования опыты производились на аналогичном оборудовании отечественного производства.

Анкеры типа "Свелекс" изготавливались из стальных трубок 2 диаметром 42 мм. Вдоль продольной оси трубы на прессе выполнялась вмятина 3 на глубину, обеспечивающую уменьшение диаметра трубы до 30 мм (рис.2). Труба с одной стороны закрывалась глухой заглушкой I; а с другой стороны заглушка 4 имела резьбовое отверстие для нагнетания жидкости. После помещения трубы в шпур и присоединения к ней нагнетающего трубопровода во внутреннюю полость нагнеталось масло с помощью ручного насоса, развивающего давление до 200 МПа. При этом смятая часть трубы распрямляется и распирается в шпуре, плотно облегая стенки. Анкер удерживается в шпуре за счет сил трения. Следует отметить исключительную простоту конструкции, достаточное усилие закрепления анкера в мерзлых породах.

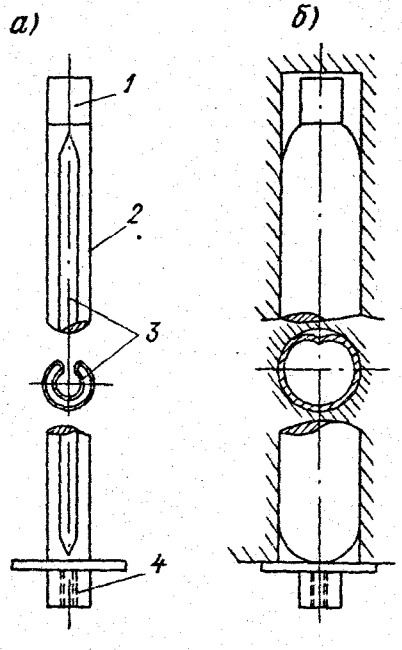


Рис.2. Анкер типа „Свелекс": а - перед установкой; б - после установки

Трубчатый анкер типа "Сплит-Сет" по технологии фирмы "Интерсолл-Рэнд" представляет собой отрезок трубы, имеющей продольный разрез шириной 10 мм. Наружный диаметр такой трубы на 2-3 мм больше диаметра шпура. Установка таких анкеров состоит в том, чтобы с помощью

гидродомкрата запрессовать трубу в шпур. Предварительный натяг создается за счет разницы в диаметрах трубы и шпура. В полигонных условиях испытывались штанги диаметром 40 мм, которые помещались в шпур диаметром 37 мм. В качестве гидродомкратов использовались гидроцилиндры от гидростоек ГС-6. Отсутствие фирменного бурового и установочного оборудования не позволило в полной мере оценить штанги этой конструкции. Результаты испытаний приведены в таблице.

Все принятые к испытаниям анкерные крепи испытывались путем их извлечения в рабочем состоянии сразу после установки и спустя год. Снижение прочности закрепления отмечено только для анкеров ЭС-1. Разница в усилиях закрепления других типов штанг после их установки и спустя 1 год после их установки не превышала 10 %.

Длительные наблюдения за анкерами показали, что они являются надежными видами крепи в условиях отрицательных температур. Оттаивания пород в окрестности шпура с установленными штангами всех типов в весенне-летний период не наблюдалось.

Сравнительная характеристика анкерных крепей

Показатели	ЭС-1	Винтовой анкер	Анкер с винтовым замком	"Свелекс"	"Сплит-Сет"
Сила трения между анкером и породой кН:					
в мерзлых трещиноватых песчаниках	50	120	100	100	100
в осадочных многолетнемерзлых породах	27	60	60	55	40
Длина анкера, м	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
Диаметр шпура, мм	36-44	27	27	42	40
Время на установку, включая время бурения шпура, мин	4-5	3	3	3	2-3
Стоимость анкера указанной длины при мелкосерийном производстве, руб./шт.	1,1	1,3	1,1	1,5	0,7

К промышленному использованию в условиях отрицательных температур горных пород рекомендуются винтовые анкеры и анкеры с винтовым замком. Их конструкция достаточно проста и надежна. Технология изготовления винтовых штанг из прутков круглого профиля хорошо освоена мастерскими ПО "Беларуськалий".

Трубчатые анкеры типа "Свелекс" показали хорошую работоспособность, однако при мелкосерийном производстве они оказались дороже. Для удешевления их стоимости необходима разработка другой технологии их изготовления, либо возможна закупка технологии за рубежом совместно с оборудованием для установки анкеров.