

қиын, себебі ол көп жылдар бойы дамып және әрқашан жаңа функциялармен толықтырылып отырады. Digitals - бұл әмбебап аспап, ол көптеген әртүрлі тапсырмаларды орындайды және бұл аспап қолданушылардың талабымен бірге өсіп отырады. Орнатылған скрипт тілі тәжірибелі қолданушыға программаның функциясын одан әрі кеңейтуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Александр Бондарец (НПП "Геосистема", Винница), bond@vingeo.com, ICQ: 356574293.

Қабылданды 4.10.2010

УДК 622.619

А.Ж. Азельханов

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА РУДНИКЕ «СУЗДАЛЬСКИЙ» АО «ФИК «АЛЕЛ»

В настоящее время руководством АО «ФИК «Алел» принято решение о выемке запасов золотосодержащих руд на нижних горизонтах Суздальского месторождения системами разработки с закладкой: слоевой и поэтажно-камерной.

На сегодняшний день уже было выполнено два проекта на строительство бетоно-закладочного комплекса (БЗК) Суздальского рудника как поверхностного, так и подземного:

- технологический регламент для проектирования поверхностного БЗК с мельничным способом приготовления смеси и доставкой закладочной смеси в пустоты отработанных камер трубопроводным транспортом;

- проект строительства подземного БЗК с мельничным способом приготовления смеси на 160 горизонте с перепуском компонентов для приготовления смеси с поверхности на 160 горизонт по скважинам и доставкой закладочной смеси в пустоты отработанных камер трубопроводным транспортом.

Основные свойства и характеристики компонентов закладочной смеси были всесторонне изучены сотрудниками ДГП «ВНИИцветмет» НЦ КПМС РК в рамках научно-исследовательских работ (НИР) на Суздальском руднике [1]. В технологическом регламенте [2] были разработаны рациональные составы закладочных смесей для условий Суздальского рудника (табл. 1).

Таблица 1

Составы закладочных смесей для условий Суздальского рудника

Закладочные материалы	Усредненный расход материалов, кг/м ³
Вязущее (портландцемент Семипалатинского цементного завода марки М400-Д20)	150
Заполнитель (вскрышные породы карьеров и риолиты из каменного карьера)	1430
Вода (техническая вода карьера № 2 рудника Суздальского месторождения)	365

В качестве инертного заполнителя при приготовлении закладочной смеси в ДГП «ВНИИцветмет» были исследованы следующие инертные материалы: риолиты из каменного карьера; разнозернистый песок из карьера 2; разнозернистые известняки из внутреннего отвала карьера № 1; углисто-глинистые алевролиты из отвала № 3.

В проекте [3] принят следующий состав закладочной смеси (при строительстве подземного БЗК):

- цемент Семейского завода марки 400 (ГОСТ10178-87) - 115 кг/м³;
- дробленая отвальная порода фракции - 5-25-40 мм - 1135 кг/м³;
- песок 760 кг/м³;
- вода 240 л/м³.

Учитывая характеристики исходных материалов, принимают требуемое соотношение мелкого и крупного заполнителя. При этом должно выполняться условие транспортабельности смеси по содержанию крупного заполнителя, которое проверяется при расчете трубопроводного транспорта.

Устанавливается ориентировочно общий расход заполнителя на 1 м³, задаваясь ориентировочно расходом вяжущего 100÷300 кг и расходом воды из условия необходимой транспортабельности смеси. Сумма абсолютных расходов объемов исходных материалов в 1 м³ готовой смеси должна быть равна единице и рассчитывается по следующей формуле:

$$\frac{P_{\text{ц}}}{\gamma_{\text{ц}}} + \frac{P_{\text{в}}}{\gamma_{\text{в}}} + \frac{P_{\text{п}}}{\gamma_{\text{п}}} + \frac{P_{\text{ш}}}{\gamma_{\text{ш}}} = 1,$$

где $P_{\text{ц}}, P_{\text{в}}, P_{\text{п}}, P_{\text{ш}}$ – расход соответственно вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителя, кг/м³;

$\gamma_{\text{ц}}, \gamma_{\text{в}}, \gamma_{\text{п}}, \gamma_{\text{ш}}$ – плотность соответственно цемента, воды, мелкого и крупного заполнителя.

Перед началом испытаний подготавливали усредненные пробы на основе монозаполнителя и композиции заполнителей. Подбор составов закладочных смесей для лабораторных исследований выполнен с учетом рекомендуемой для условий рудника мельнично-смесительной технологии закладочных работ с использованием дробленого и измельченного заполнителя, цементного вяжущего и технической воды для транспортировки смеси в самотечном режиме.

В качестве монозаполнителя использовали следующие материалы:

- песок (П) из карьера 2;
- дробленые и измельченные пробы материалов (риолит - Р, известняк - И и углисто-глинистые алевролиты - А) в составе фракций -15+2,5 мм – 15 %; -2,5+0,071 мм – 55 %; -0,071 мм – 30 %.

В качестве композиции заполнителя использовали смесь дробленого риолита крупностью -10÷+2,5 мм и песка в пропорции 1:4 (С1).

Дробление и измельчение породы до требуемой крупности и тонины помола производились в лабораторных дробилках (щековые и валковые) и шаровой мельнице.

Для определения влияния типа заполнителя на прочностные характеристики закладки разработаны и приняты к исследованиям составы твердеющей закладочной смеси на основе монозаполнителя (песок, риолиты, известняк и углисто-глинистые алевролиты), а также комбинации песка и крупных риолитов с использованием цемента в качестве вяжущего.

Гранулометрический состав инертного заполнителя подобран из условия его соот-

ветствия мельнично-смесительной технологии приготовления закладочных смесей (крупный класс $\beta_{-1,5+2,5\text{мм}} = 10 \div 15 \%$, средний класс $\beta_{-2,5+0,071\text{мм}} = 55 \div 65 \%$, мелкий класс $\beta_{0,078\text{мм}} = 25 \div 30 \%$).

В табл. 2 приведены результаты исследований составов твердеющих закладочных смесей на основе цементного вяжущего.

Таблица 2

Коэффициенты уравнения связи

Состав инертного заполнителя	а	в	с
Углисто-глинистые алевролиты	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	0,3443
Песок	$5 \cdot 10^{-5}$	0,0049	0,0428
Известняк	$9 \cdot 10^{-5}$	-0,0046	0,5696
Риолиты	0,0002	-0,0311	3,151
Песок 80 % + Риолиты 20 %	0,0002	-0,0373	3,6979

Установлено, что все исследуемые составы смесей имеют подвижность $h=11,5 \div 12$ см, предельное напряжение сдвига $\tau \leq 40$ Па и комплексный показатель реологических свойств находится в пределах $195 \div 210$ мм, что удовлетворяет требованиям трубопроводной транспортировки в самотечном режиме.

Из анализа экспериментальных данных следует, что прочностные характеристики закладочных смесей в большой степени зависят от типа инертного заполнителя: максимальную прочность имеют составы, приготовленные с использованием в качестве заполнителя риолита. Контрольные составы на их основе имеют прочность выше по сравнению с составами на основе известняка, песка и алевролитов, соответственно на 25, 50 и 100 %.

Прочность образцов-кубов R (МПа) при фиксированном возрасте в зависимости от расхода цемента аппроксимируется следующим уравнением связи:

$$R = ax^2 + vx + c,$$

где a, v, c - коэффициенты уравнения связи;

x - расход цемента, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Установлено, что прочность образцов-кубов из закладочной смеси возрастает за счет дозирования цемента и снижения водопотребления.

В табл. 3 приведены рекомендуемые составы закладочных смесей для различных вариантов системы разработки Суздальского месторождения.

На основании полученных результатов выполнен выбор оптимальных составов закладочных смесей для различных вариантов системы разработки Суздальского месторождения, которые рекомендованы в качестве рабочих для составления технологического регламента на проектирование БЗК.

Для условий рудника Суздальского месторождения в качестве основной технологии закладочных работ сотрудниками ДГП «ВНИИцветмет» и ТОО «БАИСиК» рекомендован способ совместной подготовки закладочных компонентов и приготовления смеси заданных параметров на крупном и мелком заполнителях в шаровой мельнице МШР 2,1×3,0 с последующей доставкой смеси в выработанное пространство трубопроводным транспортом в самотечным режиме.

Однако данные проекты не были приняты к практической реализации на Суздальском руднике из-за высоких капитальных затрат на приобретение шаровой мельницы, дополнительных затрат на водоотлив дренируемых вод при формировании закладочного массива при трубопроводном транспорте закладочной смеси при достаточно небольших объ-

емах закладочных работ в пределах 12 м³/ч.

Таблица 3

Рекомендуемые составы закладочных смесей для различных вариантов системы разработки Суздальского месторождения

Системы разработки	Шифр состава	Нормативная прочность, МПа	Расход материалов, кг/м ³		
			цемент	заполнитель	вода
Слоевая система разработки с выемкой слоев сверху вниз	P-3	R ²⁸ =4,0÷4,5	250	1305	385
	P-1	R ¹⁴ =1,0÷1,5	150	1432	365
Слоевая система разработки с выемкой слоев снизу вверх	P-1	R ¹⁴ =1,0÷1,5	150	1432	365
	P-2	R ²⁸ =2,0	200	1380	370
Подэтажно-камерная система разработки	P-1	R ⁹⁰ =2,5÷3,0	150	1430	365
	P-5	R ⁹⁰ =1,5	125	1465	360
Этажно-камерная система разработки	P-1	R ⁹⁰ =2,5÷3,0	150	1430	365
	P-1	R ⁹⁰ =2,5	150	1430	365

В настоящее время руководство ФИК «Алел» планирует отказаться от мельничного способа приготовления закладки из-за его достаточно высокой стоимости и ставит задачу разработки технологии приготовления закладки на поверхностном комплексе и транспортирования закладочной смеси до мест ее укладки в выработанное пространство самоходными миксерами. Укладка смеси в выработанное пространство предусмотрена бетоноукладчиками с крупностью инертного заполнителя до 20 мм с подачей смеси в выработанное пространство до 80 м.

В связи с этим для условий Суздальского рудника необходима разработка и проведение опытно-промышленных испытаний технологии приготовления закладочных смесей на поверхностном бетоносмесительном узле, включающем в себя следующие технологические процессы:

- дробление и складирование дробленых вскрышных пород на площадке дробильно-сортировочной установки;
- доставка, прием и хранение цемента и химических добавок;
- погрузка дробленой породы в расходные бункера и подача их в смеситель бетоносмесительного узла;
- подача цемента, химических добавок и воды в репульпатор, приготовление цементного молока и подача его в смеситель;
- смешивание и приготовление закладочной смеси в смесителе;
- транспортирование закладочной смеси миксерами в шахте до мест укладки закладки в выработанное пространство;
- укладка закладочной смеси в выработанное пространство бетоноукладчиками.

Для практической реализации технологии приготовления закладочных смесей на поверхностном бетоносмесительном узле необходимо подобрать составы закладочной смеси для приготовления закладки (с необходимым минимальным количеством затворителя при сохранении необходимых прочностных характеристик закладочного массива), разработать технологическую схему приготовления и транспортировки закладки, выбрать основное технологическое оборудование, провести расчет технологических процессов закладочных работ.

Список литературы

1. Лабораторные исследования и выбор составов закладочных смесей для условий подземного рудника Суздальского месторождения: Отчет о науч.-исслед. работе // ДГП

- «ВНИИцветмет». – Усть-Каменогорск, 2007. – 25 с.
2. Технологический регламент для проектирования бетонозакладочного комплекса (БЗК) месторождения «Суздальское» // ДГП «ВНИИцветмет». – Усть-Каменогорск; Семипалатинск, 2007. – 50 с.
3. Бетонозакладочный комплекс (БЗК) подземного рудника месторождения «Суздальский»: Рабочий проект // ТОО «БАИСИК». – Усть-Каменогорск, 2009. – 33 с. Suzdalskoe mine.

Получено 2.12.2010

