

ЗАКЛАДОЧНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТВАЛЬНЫХ ПОРОД

Ассакунова Б.Т., Омурбеков И.К., Текбаева Э.Э.

КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызстан, ekr.info@gmail.com

Аннотация: Разработаны составы композиционных вяжущих на основе низкоактивного портландцемента, обеспечивающие реологические и прочностные свойства закладочным смесям.

Ключевые слова: горно-техническое условие, закладочная смесь, гомогенизация, мелко-дисперсная частица, рудник, гидросиликат.

FILLING MIXES BASED ON A COMPLEX USE OF DUMP ROCKS

Assakunova B.T., Omurbekov I.K., Tekbaeva E.E.

Kyrgyz state University of construction transport and architecture, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: Compositions of composite binders based on low-active Portland cement that provide rheological and strength properties of the filling mixtures have been developed.

Key words: mining and technical condition, filling mixture, homogenization, fine-dispersed particle, mine, hydrosilicate.

При подземной разработке месторождений полезных ископаемых большое значение приобретают системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Невысокие прочностные требования, предъявляемые к закладке, позволяют использовать в качестве компонентов твердеющих закладочных смесей дешевые местные материалы – попутно добываемые породы для определенных горно-технических условий разработки.

Подбор составов закладочных смесей выполнен с учетом имеющейся материальной обеспеченности закладочных работ на руднике; характеристик исходных материалов; условия отношения мелкого и крупного заполнителей; технологии приготовления закладочной смеси; приобретения закладочными смесями реологических свойств, отвечающих условию их транспортировки в самотечном режиме; достижения требуемых прочностных показателей в установленные сроки.

Расчет составов и выбор компонентов закладочной смеси производится по методике «абсолютных» объемов для бетонных смесей и адаптированному к условиям литых закладочных смесей.

Устанавливается ориентировочно общий расход заполнителя на 1 м³, принимая расход вяжущего в пределах 100...300 кг и воды 360...475 л из условия

необходимой транспортабельности смеси.

Сумма абсолютных объемов исходных материалов в 1 м³ готовой смеси должна быть равна единице:

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

– расход соответственно вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителя. Рассчитывается минимально необходимый расход вяжущего и мелкого заполнителя с определением пустотности, соотношения масс крупных и мелких фракций.

К закладочным смесям, для их транспортирования в самотечном режиме предъявляются следующие требования:

- погружение конуса СтройЦНИЛа должно быть в пределах 11,5...12 см;
- предельное напряжение сдвига не должно превышать 40 Па;
- комплексный реологиический показатель «расплыв конуса» должен быть в пределах 190...210 мм;
- содержание крупного заполнителя в общей массе должно быть не более 15...20%, а мелко-дисперсных частиц не менее 30 %;
- коэффициент расслаиваемости должен быть не более 1,3.

Прочность образцов-кубов должна соответствовать нормативной прочности закладочного массива, принятой для условий рудника.

Соблюдение перечисленных условий обеспечивает высокую подвижность и связность, необходимую для транспортирования смесей по трубам и укладки их в выработанное пространство, а также формирование массива с относительно однородной структурой и требуемыми прочностными характеристиками.

В качестве монозаполнителя использовали следующие материалы: песок природной крупности; дробленные и измельченные пробы гравийнопесчаной смеси месторождения Иштанберды, петрографиический состав которого представлен содержанием в (%): порфирит-37,35%; базальт-5,99%; гранит-34,74%; сланец-6,37%; известняк-13,02%; кварц-1,61% и др. Состав фракций заполнителя подобран следующим образом: фракция 10...+2,5 мм = 15 %; - 2,5...+0,071 мм = 55 %; -0,071 мм = 30 %.

Опыт применения закладочных смесей показал, что основные затраты (до 60%) составляет стоимость вяжущих материалов, поэтому нами были разработаны смешанные вяжущие материалы на основе портландцемента, активностью 32,7 МПа и измельченной гравийно-песчаной смеси.

Параллельно для получения низкомарочных вяжущих для закладочных смесей использовали местные суглинки, которые представлены содержанием оксидов, в (%): SiO₂ -52,11; Al₂O₃-18,42; CaO-8,18; MgO-2,44; SO₃-1,84; Na₂O-0,44; K₂O-0,82; п.п.п-12,79.

Гранулометрический состав суглинка, определенный по Рутковскому, представлен содержанием, в (%): глинистых частиц-21; песчаных-41; пылеватых-38.

Производилось совместное измельчение и гомогенизация цемента с добавками. Физико-механические свойства композиционных вяжущих различного состава приведены в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, с добавкой наполнителя (тонкоизмельченного порошка из ГПС) в количестве 10-30 % изменяются свойства портландцемента.

По мере увеличения количества добавки происходит некоторое повышение водопотребности цемента (до 25-26 %).

При введении 10-20% добавки начало схватывания замедляется, что весьма важно при использовании вяжущего в закладочных смесях.

Таблица 1

Физико-механические композиционных вяжущих

№	Состав, в (%)	Норм., густота НГ, %	Тонкость помола, %	Сроки схватывания		Предел прочности после пропарки, МПа		28-сут. предел прочности при, МПа	
				Начало час, мин	Конец час, мин	Изгиб	Сжатие	Изгибе	Сжатию
1	Цемент	23,7	88	2ч 44м	6ч 39м	4,06	21,85	6,02	32,74
2	ГПС 10 Цемент 90	25	88	4ч 09м	6ч 24м	3,99	18,25	3,35	19,22
3	ГПС 20 Цемент 80	25,5	88	4ч 10 м	6ч 01м	4,02	15,18	3,4	15,6
4	ГПС 30 цемент 70	26	88	2ч 48м	5ч 48 м	3,18	13,55	2,07	14,13
5	Глина 10 Цемент 90	25	88	3ч 03 м	6ч 15 м	4,01	14,9	3,95	21,38
6	Глина 20 Цемент 80	27	88	2ч 50 м	5ч 30 м	3,4	13,45	3,6	14,94
7	Глина 30 Цемент 70	28	88	2ч 20 м	3ч 55м	2,45	9,49	3,10	16,81

Прочность при сжатии снижается, достигая 15,6 МПа при добавке 20 % наполнителя. Считаем, что такое количество наполнителя целесообразно принять, так как при этом происходит наибольшее замедление схватывания вяжущего, что весьма технологично для использования их в закладочных смесях, транспортируемых по трубопроводам.

Весьма эффективным является также добавка глинистой составляющей, которая оказывает пластифицирующее воздействие на цементное тесто. Улучшается связность смеси, снижается водоотделение смеси за счет

водоудерживающий способности глины. Добавка глины замедляет скорость схватывания до 3 ч. 55 мин. (при 30 %); прочность при этом достигает 16,81 МПа.

Воздействие глинистого наполнителя на свойства портландцемента можно объяснить тем, что суглинок состоит из 41% песчаных составляющих (SiO_2), которые при тонком измельчении активизируются и в условиях обводнения связываются со свободным CaO , выделяющимся в процессе гидролиза C_3S и образуют гидросиликат кальция типа (CS_nH) , идентичные продуктам гидратации минералов силикатов портландцементного клинкера.

Известно, что при взаимодействии каолиновых глинистых минералов с известью в суспензиях, реакционная способность, скорость реакции и формирование новообразований зависит от структуры и степени закристаллизованности этих минералов и гидрогранаты типа C_3HA_3 появляются только после 18 ч. взаимодействия или образуется слабо закристаллизованное рентгеноаморфное вещество CSH .

Исходя из вышеизложенного, глинистые минералы суглинка (каолинит, гидрослюда) в начальный период гидратации не оказывают заметного влияния на прочность, но при длительном твердении возможно дальнейшее упрочнение.

Следует отметить, что пылеватые составляющие суглинка оказывают весьма положительное влияние на реологические свойства закладочных смесей. Положительную роль играют тонкоизмельченные наполнители из ГПС. Будучи мельчайшими кристаллами различных пород (гранит, порфирит и др.), они являются центрами кристаллизации при твердении клинкерных минералов, происходит обрастание и уплотнение и упрочнение цементного камня. А содержание в смеси пелитовых частиц свыше 6% способствует улучшению реологических свойств.

Разработанные материалы могут быть рекомендованы для использования в качестве вяжущего в составе закладочных смесей.

В табл. 2 приведены физико-механическая характеристика закладочных смесей. Х.Д.—химическая добавка, взятая в % от массы цемента.

Данные табл. 2 дают характеристику реологических свойств (расплыв смеси 195-201 мм, подвижность 12,0-13,1 см), удовлетворяющих требованиям трубопроводного транспорта в самотечном режиме. Смесей характеризуются малым водоотделением, т.е. практически отсутствует расслоение.

Прочностные показатели смесей на основе дробленого заполнителя с использованием вяжущего с глинистым наполнителем и наполнителем ГПС позволяют рекомендовать их для использования.

Прочностные показатели, удовлетворяющие требованиям закладочных работ рудника ($R^{28} = 2 \dots 2,5$ МПа для формирования искусственного массива), имеет состав 3 с расходом вяжущего 200 кг/м^3 и смесь 4, где расход цемента составляет 100 кг/м^3 без добавки наполнителя.

Прогнозируемая прочность твердеющей закладки в процессе твердения (в возрасте 90 суток) может быть определена по формуле $R_x = R_n \cdot \frac{\lg x}{\lg n}$, МПа, где R_x и R_n – прочностные показатели твердеющей закладки в сроки твердения x и n суток ($R_x = 90$; $R_n = 28$ суток).

Таким образом, на основе местных материалов разработаны закладочные смеси, отвечающие по основным физико-механическим и реологическим свойствам для транспортирования смесей по трубам и укладки их в выработанное пространство.

Разработаны составы композиционных вяжущих на основе низкоактивного портландцемента, обеспечивающие реологические и прочностные свойства закладочным смесям.

Таблица 2

Физико-механические свойства закладочных смесей

№ п/п	Состав расход материалов, кг/м ³	Расплав смеси, мм	Подвижность смеси, см	Водоотделение раствора смеси, г/дм ³	Предел прочности при сжатии, в возрасте, МПа			
					2 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
1	Цемент 200 Запол. 1370 Х/Д – 1,2 Вода 350	195	12,0	0,069	0,3	0,6	1,01	2,05
2	Смеш. вяж. 200 Запол. 1370 Х/Д - 1,2 Вода 400	200	12,7	0,019	0,27	0,53	1,01	2,2
3	Смеш. вяж. 200 Запол. 1370 Х/Д – 1,2 Вода 330	201	12,5	0,029	0,23	0,51	1,02	2,3
4	Цемент 100 Запол. 1440 Х/Д – 1,08 Вода 330	190	12,0	0,046	0,25	0,56	0,75	2,01

Использованная литература

1. Студзинский С.А. Исследование материалов для приготовления твердеющих закладочных смесей, их свойств и технологии приготовления для условий рудников Талнахского рудного узла. – Свердловск, 1973.
2. Белобородов И.С. Изыскание технологии закладки подземного выработанного пространства при освоении медно-колчеданных месторождений. – Магнитогорск, 2005.

