

ЗАКЛАДОЧНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

А. Э. Авлезова

Научный руководитель доцент Н. А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время основные способы ликвидации вертикальных стволов путем их засыпки отходами строительного-ремонтных работ, перегоревшими породами шахтных отвалов, как показывает практика, не позволяет создавать на месте вертикальных стволов безусадочный и водоупорный закладочный массив и, как следствие, приводит к возникновению гидрогеологических и экологических проблем. При выборе закладочной смеси учитываются физико-механические и эксплуатационные характеристики, такие как, предел прочности на сжатие и изгиб, плотность, способность к размоканию и выщелачиванию, водостойкость.

Одними из наиболее популярных способов ликвидации вертикальных стволов в современное время являются способы с использованием закладочной смеси на основе вяжущих систем, где используется в основном портландцемент, а также смеси на основе магнезиального и доломитового вяжущих, отвечающие основным требованиям к закладочным материалам [4].

Как альтернативой традиционной закладочной смеси на основе вяжущих систем все большую популярность набирает магнезиальное вяжущее, которое не уступает по характеристикам, а иногда и превосходит их, обладая рядом уникальных свойств. Однако причиной незначительно распространения магнезиальных материалов является их низкая водостойкость, так как магнезиальное вяжущее относится к группе воздушных вяжущих веществ. Связано это с использованием в качестве затворителей растворов солей магния, в результате чего в продуктах взаимодействия получаем водорастворимые соединения, которые при контакте с водой или влажной атмосферой растворяются, разрушая структуру изделия и конструкцию в целом.

Целью настоящих исследований является установление возможности получения водостойкой и экологичной закладочной смеси на основе магнезиального вяжущего для ликвидации вертикальных стволов. Для достижения цели необходимо решить основную задачу – повышение водостойкости магнезиального вяжущего, что достигается путем синтеза водонерастворимых продуктов взаимодействия каустического магнезиального порошка и затворителя.

Сотрудниками ТПУ были проведены исследования по получению водостойких магнезиальных вяжущих с использованием раствора бикарбоната магния [2]. При взаимодействии каустического магнезита с водным раствором $Mg(HCO_3)_2$ сначала протекает реакция гидратации:



Образовавшийся гидроксид магния далее взаимодействует с бикарбонатом магния по реакции:



с образованием гидрата гидрокарбоната магния и диоксида углерода, который вступая во взаимодействие с избытком гидроксида магния, образует вторичный БКМ:



Вторичный бикарбонат магния вновь взаимодействует с гидроксидом магния по реакции (1.2) с образованием новой порции гидрата гидрокарбоната магния, который вместе с гидроксидом магния образует первичные продукты гидратации магнезиального цемента, обеспечивающие его твердение в процессе перекристаллизации первичных коллоидных продуктов в кристаллическое состояние.

Таким образом, в результате протекания последовательных и параллельных реакций (1, 2, 3), в цементном камне образуются две основные кристаллические фазы – гидроксид магния и гидрат гидрокарбоната магния, количественное соотношение между которыми предопределяется содержанием бикарбоната магния в жидкости затворения. [3] Образовавшиеся кристаллогидраты практически нерастворимы в воде и определяют высокую водостойкость магнезиального камня [1].

В работе в качестве исходных каустических магнезиальных порошков использовались каустический магнезит марки ПМК-75 на основе магнезитовой породы Савинского месторождения (Иркутская обл.) с содержанием активного MgO 75,64 масс. % соответственно (табл.1). Данные материалы были получены обжигом указанных магнезиальных пород при температуре 800°C на предприятии ООО «Сибирские порошки» (г. Иркутск).

Таблица 1

Химический состав исходных и прокаленных магнезиальных пород

Материал	Содержание оксидов, масс. %							
	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MnO	Δ m _{np}	Сумма
Магнезит Савинского месторождения								
исходный	46,88	1,60	0,59	0,85	0,80	0,29	50,26	101,27
прокаленный при 800 °С	75,64	3,18	-	4,24	-	-	16,94*	100

В качестве затворителя был использован водный раствор бикарбоната магния с концентрацией 13-19 г/л, который получали искусственной карбонизацией суспензии каустического магнезиального порошка в автоклаве при давлении CO_2 . В качестве наполнителей использовали базальт и доломит фракцией 0-5мм.

Для исследования влияния отдельных компонентов готовились композиции с конкретным наполнителем. Формовались образцы-кубики, которые твердели в течение 28 сут в разных средах: на воздухе, в

воздушно-влажной среде (в камере нормального твердения) и в воде. Результаты испытаний представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2

Состав и характеристики образцов закладочных смесей на основе базальта

Шифр состава	Состав смеси, %		Плотность, кг/м ³			Прочность при сжатии, МПа			Коэффициент водостойкости
	вяжущее	заполн.	воздух	возд.-вл. среда	вода	воздух	возд.-вл. среда	вода	
Б10	10	90	1,626	1,615	1,799	1,45	1,9	2,2	1,51
Б20	20	80	1,74	1,795	1,79	3,5	8,7	7,6	2,17
Б30	30	70	1,75	1,855	1,785	4,4	7,45	9,1	2,07
Б40	40	60	1,788	1,834	1,81	11,3	17,1	17,1	1,51
Б50	50	50	1,652	1,605	1,78	10,4	17,2	17,5	1,68
Б60	60	40	1,705	1,725	1,73	15,7	20,9	21,2	1,35
Б70	70	30	1,651	1,673	1,79	15,7	22,9	22,2	1,41
Б80	80	20	1,581	1,703	1,78	19,4	27,9	31,5	1,62
Б90	90	10	1,642	1,775	1,802	21,3	30,6	32,5	1,53

Исследования свойств закладочных смесей при затворении раствором бикарбоната магния показали, что прочностные характеристики образцов на основе каустического магнезита с доломитом в качестве наполнителя имеют более высокие значения, по сравнению с образцами на основе каустического магнезита с базальтом в качестве наполнителя. При твердении в воде прочность образцов выше по сравнению с образцами, твердеющими на воздухе.

Таблица 2

Состав и характеристики образцов закладочных смесей на основе доломита

Шифр состава	Состав смеси, %		Плотность, кг/м ³			Прочность при сжатии, МПа			Коэффициент водостойкости
	вяжущее	заполн.	воздух	возд.-вл. среда	вода	воздух	возд.-вл. среда	вода	
Д10	10	90	1,93	1,79	1,86	1,9	5,2	5,2	2,73
Д20	20	80	1,79	1,85	1,83	7,9	11,5	13,2	1,67
Д30	30	70	1,78	1,91	1,83	12,8	13,5	13,5	1,05
Д40	40	60	1,81	1,83	1,84	14,8	22,4	23,8	1,61
Д50	50	50	1,58	1,69	1,69	16,4	18,9	25,0	1,52
Д60	60	40	1,63	1,68	1,74	18,1	20,5	25,4	1,40
Д70	70	30	1,63	1,65	1,67	18,5	21,3	25,4	1,37
Д80	80	20	1,60	1,67	1,66	19,0	26,9	27,2	1,43
Д90	90	10	1,55	1,66	1,68	22,4	30,3	30,4	1,36

Полученная в ходе исследования закладочная смесь на основе магнезиального вяжущего относится к твердеющим закладочным материалам с относительно низкими требованиями по пределу прочности на сжатие (не менее 2МПа). По данным таблицы 3 образцы закладочных смесей на основе доломита с содержанием 10-30% магнезиального вяжущего имеют прочность на сжатие от 5 до 13 МПа, что удовлетворяет и превосходит условие минимального значения предела прочности и способствует значительной экономии достаточно дорогостоящего магнезиального вяжущего. При использовании в качестве заполнителя базальтовой крошки необходимое и достаточное содержание вяжущего компонента составляет 20-30 % при соответствующей прочности при сжатии от 3,5 до 9,1 МПа. Увеличение содержания магнезиального вяжущего в составе закладочных смесей приводит к увеличению прочности при сжатии, что показывает возможность их использования в ответственных конструкциях геологического комплекса.

Коэффициент водостойкости закладочных смесей составляет: с использованием доломита в качестве заполнителя от 1,05 до 2,73; базальта от 1,35 до 2,17.

Кроме водостойкости, затвердевшие закладочные смеси указанных составов обладают высокой экологичностью, так как продукты взаимодействия имеют химический состав аналогичный природным соединениям гидромагнезитовых пород, образующихся как сопутствующая порода магнезиальных месторождений.

Литература

1. Краткий справочник по химии. Киев: Наукова думка. 1974. С. 156-159.
2. Лотов В.А., Митина Н.А. Получение водостойкого магнезиального вяжущего. //Техника и технология силикатов, 2010 - т. 17, - № 3. - С. 19-22.
3. Патент РФ 2404144 Магнезиальное вяжущее / Лотов В.А, Лотова Л.Г.; Заявл. 31.07.2009. Опубл. 20.11.2010. Бюл. № 32.
4. Циганек И.(ВШБ, Чехия), Ярембаш И.Ф. Выбор закладочного материала ликвидируемых вертикальных стволов. Острава. 1993.