

основанных на частичной разгрузке и дегазации массивов, опасных по газодинамическим проявлениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кулинич В.С., Шевелев Г.А., Егоров СИ. Методы и средства определения состояния газоносного породного массива.- Донецк: ЦБНТИ, 1994. - 202 с.
2. Кулинич В.С. Теоретические и экспериментальные аспекты измерения напряжений в массиве горных пород гидравлическим разрывом. / Исследование напряжений в горных породах. Новосибирск, 1985. - С. 67-74.
3. Кулинич В.С. Оборудование и аппаратура для измерения напряжений в массиве горных пород способом гидравлического разрыва. / Уголь, 1988. - № 10. - С. 32-33.
4. Кулинич В.С. Опыт проведения полевых выработок по выбросоопасному песчанику с использованием защитного влияния опережающей пластовой надработки // Выбросы угля, породы и газа. - К.: Наук, думка, 1976.-С. 107-113.
5. Перспективные схемы использования защитных пластов для предотвращения выбросов песчаника и газа на шахтах Донецкого бассейна. Л.: ВНИМИ, 1982. - 44с.

УДК 622.281.406:622.257

Д-р техн. наук В.Г. Перепелица,
канд. физ.-мат. наук А.Н. Коломиец
инженер Т.В. Левченко
(ИГТМ НАН Украины)

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ РАСШИРЯЮЩИХСЯ РАСТВОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТАМПОНАЖНОГО КАМНЯ

Приведені результати лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей тампонажних розчинів на основі розширюючого та напружуючого портландцементу, показано, що оптимальним для досягнення потрібного ефекту самонапруження являються суміші з вмістом фосфогіпсо-вапнистих спіків 7,5 %.

ESTIMATION OF PECULIARITIES OF EXTENDING SOLUTIONS BY FORMATION OF ROKE

The results of laboratory researches of physical-mechanical properties of sealing solutions are given on the basis of extending and stressing portland cement, is shown, that optimum for achievement of demanded effect of a self-stress the composition with the contents phoshohypso-lime cakes in quantity 7,5 % are.

В настоящее время в практике тампонажных работ все более широкое применение находят строительные смеси на основе расширяющихся и напрягающихся цементов, обладающих повышенной водостойкостью. Расширяющийся тампонажный материал полностью заполняет разломы, трещины, поры, а при твердении в стесненных условиях оказывает уплотняющее действие на материал породобетонной оболочки, образующейся в результате тампонажных работ. Наиболее распространены расширяющие и напрягающие цементы на основе глиноземистого цемента и портландцемента. Разработаны составы расширяющихся цементов на основе шлакопортландцемента [3, 6]. Достаточно полно изучены расширяющиеся и напрягающие цементы, эффект расширения которых основан на увеличении твердой фазы в твердеющем цементе при образова-

нии в процессе гидратации высокосульфатной формы алюмината кальция либо гидроксида кальция или магния [1-5]. При этом в гидратирующей системе необходимо присутствие значительного количества солей алюминия или алюминатов кальция. Алюминатный компонент вносится в систему в составе дорогостоящих дефицитных материалов - бокситов, глиноземистого цемента, синтезированных алюмосиликатов, что существенным образом ограничивает область применения получаемых таким образом напрягающих цементов.

В последние годы нашли свое решение научно-технические задачи по получению напрягающего портландцемента с использованием в качестве расширяющей добавки фосфогипсо-известковых спеков. Фосфогипс – отход производства экстрационной фосфорной кислоты, получаемой при производстве химических удобрений.

К настоящему времени в овалах предприятий накоплено свыше 19 млн. тонн фосфогипса [6].

Изготовление в лабораторных условиях расширяющейся добавки фосфогипсо-известкового спека осуществлялось по сухому способу производства [6]. Технологический процесс включал при этом следующие операции:

- сушка исходных сырьевых материалов фосфогипса и мела до остаточной влажности не выше 1 %;

- дозировка компонентов сырьевой шихты в соотношении: 57 % фосфогипса и 43 % мела или 48 % фосфогипса и 52 % мела при использовании фосфогипса Винницкого химического завода; 48 % фосфогипса и 52 % мела – при использовании фосфогипса Днепродзержинского химического завода.

Как известно [6], при уменьшении фосфогипса в сырьевой смеси температура получения фосфогипсо-известковых спеков повышается. Поэтому расширяющая добавка типа 40 Д на основе фосфогипса Днепродзержинского химического завода не изготавливалась в связи с тем, что имеющаяся в наличии камерная электропечь СНЗ – 6 х 12 х 4/10 М1 имеет рабочую температуру в пределах 1000 – 1100⁰ С;

- помол сырьевой шихты в мельнице барабанного типа до полного прохождения через сито № 02;

- гранулирование измельченной шихты;

- обжиг в камерной электропечи СНЗ – 6 х 12 х 4/10М1 при температуре 1000-1100⁰ С с выдержкой материала при этой температуре в течение двух часов;

- помол спека до удельной поверхности 3000-3300 км²/г.

Качество процесса обжига фосфогипсо-карбонитной смеси контролировалось путем определения плотности спека (в пределах 3000-3070 кг/м³).

Хранение готовых фосфогипсо-известковых расширяющихся добавок осуществлялось в стеклянной таре, исключаяющей контакт добавки с окружающей средой.

Наиболее характерными физико-механическими свойствами напрягающегося цемента являются свободное линейное расширение, механическая прочность и самонапряжение. Большое значение имеет динамика их нарастания.

Изучение свободного линейного расширения и механической прочности образцов из цементного раствора на основе портландцемента и фосфогипсо-известковых спеков проводилось по методике ГУ 21-20-18-74 с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. В качестве исходных портландцементных клинкеров применялись цементы Криворожского и Днепро-дзержинского цементных заводов. При получении напрягающего цемента использовалась технология [], позволяющая введение фосфогипсо-известковых спеков состава 50 В и 60 В – Винницкого химического завода или 50 Д – Днепро-дзержинского химического завода в уже готовый портландцемент М 400.

Отметим, что такая технология делает возможным использование расширяющихся добавок на месте изготовления тампонажных растворов, а, следовательно и применение их в производственных условиях.

В таблице 1 представлены результаты изучения влияния соотношения в тампонажном растворе напрягающегося цемента и песка или золы – уноса на величину свободного линейного расширения образцов.

Из данных таблицы 1 видно, что при соотношении цемента и заполнителя 1:1 и 1:2 величине свободного линейного расширения в течении 90 суток практически одинакова. Лишь увеличение количества заполнителя до соотношения 1:3 приводит к снижению величины свободного линейного расширения примерно в 1,5 – 1,6 раза.

Таблица 1

Соотношение по массе		Свободное расширение %, через сутки			
Цемент	песок / зола-унос	3	4	28	90
1	1 / 1	0,18 / 0,21	0,25 / 0,27	0,31 / 0,302	0,33 / 0,35
1	2 / 2	0,18 / 0,2	0,25 / 0,26	0,32 / 0,302	0,33 / 0,35
1	3 / 3	0,09 / 0,12	0,14 / 0,17	0,18 / 0,21	0,22 / 0,25

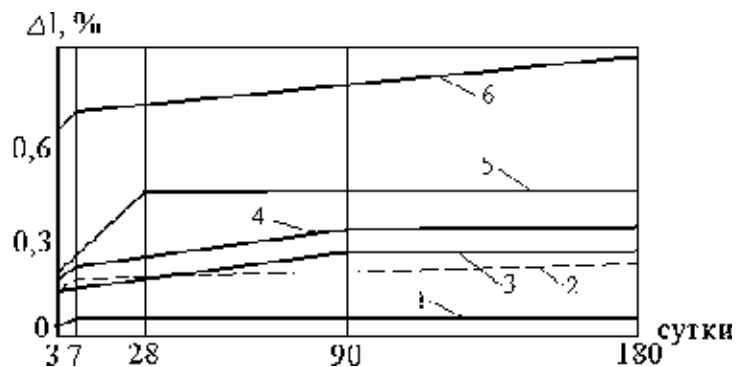
Следует отметить, что свободное линейное расширение образцов, где в качестве заполнителя использовалась зола-унос несколько выше, чем в образцах, где в качестве заполнителя использовался песок.

Ни рис. 1 представлены результаты определения свободного линейного расширения напрягающегося цемента путем введения фосфогипсо-известковых спеков типа 70 В и 50 В или 50 Д.

Максимальным свободным линейным расширением в возрасте 28 суток обладают образцы, содержащие 10 % фосфогипсо-известкового спека составов 5 В и 50 Д.

Как видно (Рис. 1), величина свободного линейного расширения образцов во всех случаях введения спеков составляет от 84 % до 96 % в возрасте от 7 до 28 суток от величины свободного расширения в девятидневном возрасте.

Прочностные характеристики напрягающегося цемента изучались на образцах из цементных растворов 1:1, где в качестве заполнителя использовались песок и зола-унос.



1 – бездобавочный; 2, 3, 4, 5 – добавка спека типа 60 В соответственно 5 %, 7,5 %, 10 % и 12,5 %; 6 – добавка 10 % спеков типа 50 В и 50 Д

Рис. 1 - Свободное линейное расширение образцов при длительном водном хранении

Изучение самонапряжения проводилось в соответствии с требованиями ТУ 21-20-18-74 на напрягающий цемент с малой энергией самонапряжения на образцах-оболочках размером 4 x 4 x 16 см, изготовленных в динамометрических кондукторах, обеспечивающих образцам упругое сопротивление расширению, эквивалентное продольному армированию с коэффициентом армирования $\mu = 1 \%$.

В процессе твердения производились замеры деформаций кондуктора по продольной оси оболочки с помощью штатива с индуктором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Величину самонапряжения определяли по формуле

$$\sigma = K \cdot 0,125\Delta l,$$

где σ - самонапряжение, МПа; K - тарировочный коэффициент кондуктора; Δl величина деформации кондуктора, сотые доли мм.

В таблице 2 приведены результаты изучения влияния вида и количества добавки фосфогипсо-известковых спеков на прочностные характеристики образцов в двадцативосьмисуточном возрасте.

Как видно, введение в портландцемент фосфогипсо-известковых спеков в количестве, обеспечивающем достаточное линейное расширение, приводит лишь к незначительному снижению прочности исследуемых образцов как на изгиб так и на сжатие (в пределах 6 % по сравнению с прочностью образцов из бездобавочного портландцемента). При этом, прочность образцов, где в качестве заполнителя использовалась зола-унос несколько выше прочности образцов, где в качестве заполнителя использовался овражный песок. По истечению 90 суток после начала твердения прочность образцов на портландцементе с расширяющимися добавками практически совпала с прочностью образцов на бездобавочном портландцементе, а в возрасте более 180 суток прочность образцов на портландцементе с добавкой 7,5 % фосфогипсо-известковых спеков выше примерно в 1,25 раза чем в образцах на бездобавочном портландцементе, что

вполне соответствует результатам, полученным в работе [6]. Исследования самонапряжения проводилось на образцах, при изготовлении которых использовался Криворожский портландцемент. Результаты исследования влияния вида и количества фосфогипсо-известковых спеков на динамику процесса самонапряжения приведены на рис. 2.

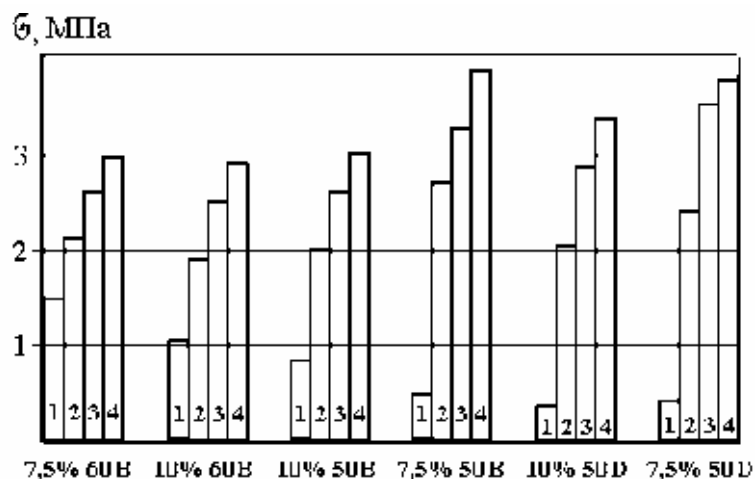
Таблица 2

Добавки	Количество до- бавки, %	Самонапряжение, МПа	Прочностные характеристики, МПа	
			$\sigma_{изг}$	$\sigma_{сж}$
		песок / зола-унос	песок / зола-унос	песок / зола-унос
Криворожский цементный завод				
	Бездобавочный		9,72 / 9,81	41,6 / 42,1
60 В	5	2,21 / 2,25	7,96 / 8,1	39,2 / 39,8
	7,5	2,88 / 2,94	7,48 / 7,55	36,4 / 36,7
	10	2,76 / 2,84	7,28 / 7,34	37,7 / 38,2
50 В	5	3,1 / 3,32	8,28 / 8,31	40,12 / 40,81
	7,5	3,78 / 3,86	9,27 / 9,34	41,2 / 41,9
	10	2,91 / 2,98	8,77 / 9,12	39,52 / 40,31
	Бездобавочный		9,72 / 9,81	41,6 / 42,1
50 Д	5	2,82 / 2,88	7,92 / 8,06	40,9 / 41,5
	7,5	3,76 / 3,84	8,28 / 8,34	42,8 / 43,4
	10	3,2 / 3,27	8,08 / 8,16	39,7 / 40,4
Днепродзержинский цементный завод				
	Бездобавочный		8,78 / 9,1	39,7 / 41,2
60 В	5	2,2 / 2,26	8,02 / 8,09	37,2 / 38,1
	7,5	2,89 / 2,93	8,68 / 8,72	37,7 / 38,6
	10	2,77 / 2,85	7,70 / 7,78	35,3 / 36,1
50 В	5	2,99 / 3,3	7,78 / 7,85	33,4 / 34,2
	7,5	3,74 / 3,81	8,49 / 8,57	32,8 / 33,5
	10	2,92 / 2,97	8,68 / 8,75	34,1 / 34,7
	Бездобавочный		8,78 / 9,1	39,7 / 41,2
50 Д	5	2,81 / 2,87	7,78 / 8,01	35,9 / 36,5
	7,5	3,74 / 3,82	8,42 / 8,5	36,8 / 37,3
	10	3,1 / 3,16	8,82 / 8,9	32,9 / 33,4

Из диаграмм динамики процесса самонапряжения видно, что введение фосфогипсо-известковых спеков состава 60 В, 50 В и 50 Д в количестве 7,5 - 10,0 % в портландцемент вызывает самонапряжение 2,75 – 2,8 МПа для спека 60 В и 3,4 – 3,8 МПа для спеков типа 50 В и 50 Д. Образцы, содержащие добавку спека 60 В, обладают после суток твердения значительным самонапряжением порядка 0,8 – 1,4 МПа.

Образцы с добавкой спеков 50 В и 50 Д обладают после первых суток твердения самонапряжениями 0,4 – 0,50 МПа.

К третьим суткам самонапряжение всех образцов значительно возрастает вследствие набора цементным камнем прочности, позволяющей достигнуть этого эффекта.



1 – 1 сутки твердения; 2 – 3 сутки твердения; 3 – 7 сутки твердения; 4 – 28 сутки твердения.
Рис. 2 - Динамика роста самонапряжения образцов из напрягающего портландцемента с добавкой фосфогипсо-известкового спека

Стабилизация свободного линейного расширения к 7 – 14 суткам приводит к стабилизации самонапряжения в эти же сроки.

Величина самонапряжения в семисуточном возрасте для всех образцов составляет 80-90 % от величины самонапряжения через 28 суток твердения.

Оптимальным по достижению требуемого эффекта являются составы с содержанием фосфогипсо-известковых спеков 50 В и 50 Д в количестве 7,5 %.

Таким образом если до настоящего времени широкое применение в практике шахтного строительства расширяющихся строительных смесей в основном сдерживалось тем, что при получении расширяющихся и напрягающихся цементов требуется присутствие в системе дорогостоящих, дефицитных материалов - бокситов, глиноземистых цементов, синтезированных алюмосиликатов, то, как показано, полученные напрягающиеся цементы на основе фосфогипсо-известковых спеков эту проблему снимают.

Вместе с тем, следует отметить, что на технологичность напрягающего цемента, получаемого путем введения фосфогипсо-известковых спеков существенно влияет время хранения разгерметизированной расширяющей добавки, в течение которой цемент может обеспечивать требуемое самонапряжение системы. Установлено, что при хранении добавки на открытом воздухе более месяца, способность цемента к самонапряжению снижается примерно в 3 раза по сравнению с тем, если формовка образцов происходит в первые сутки хранения добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексенко Н.В. Вивчення об'ємних деформацій та механічної міцності цементних розчинів з добавкою негашеного меленого вапна. – ДАН УРСР, 1956, № 3, С. 272-275.
2. А.с. 477956 (СССР). Расширяющийся цемент // Е.И. Ведь, Е.Ф. Жиров, И.Р. Гринева. – Оpubл. в БИ, 1975, № 27.
3. Мчедлов-Петросян О.П., Филатов Л.Г. Расширяющиеся составы на основе портландцемента. – М.: Госстройиздат, 1965. – 184 с.

4. Осин Б.В. Негашеная известь как новое вяжущее вещество. – М.: Госстройиздат, 1954. – 154 с.
5. Ведь Е.И., Жаров Е.Ф., Сатарин А.В., Гринева И.Р. Расширяющийся шлакопортландцемент на основе отходов переработки каолина. – Цемент, № 10, 1976. – С. 15-17.
6. Пашенко А.А., Старчевская Е.А., Алексеенко А.Б. Напрягающий портландцемент. – Киев, Будівельник, 1981. – 61 с.

УДК [622.411.3:533.6].001.6

Д-р техн. наук Ю.И. Кияшко

УЧЕННЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННИКОВ

Стаття присвячена 100 річниці з дня народження одного з найвидатніших вчених-гірників, члена - кореспондента Національної академії наук України Абрамова Федора Олексійовича. У статті висвітлено досягнення та шляхи подальшого розвитку наукової діяльності одного з провідних відділів інституту – відділу управління динамічними проявами гірського тиску. Представлено результати теоретичних і прикладних досліджень по вирішенню актуальних проблем управління динамічними проявами гірського тиску, що обумовлені особливостями геомеханіки деформування та руйнування масиву гірських порід.

SCIENTISTS FOR PRODUCTION WORKERS

This article is devoted to the 100-anniversary from birthday of one of outstanding scientists – mine workers, corresponding member of the Ukraine National academy of sciences, Abramov Feodor Alekseevich. An achievements and a ways of the further development of scientific activity of one of conducting departments of institute – a department of management are resulted by dynamic rock pressure manifestations in this article. Results theoretical and applied researches on a solution of actual problems of management are submitted by dynamic rock pressure manifestations, which is caused by features of geomechanics deformation and destruction of a rock mass.

Применение в сложных горно-геологических условиях усовершенствованных и новых технологий ведения горных работ с учетом глубины залегания и состояния пород обеспечивают повышение большинства показателей производственной деятельности шахты. В этом направлении ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины получен ряд новых научных результатов.

В их числе 11 научных открытий, среди которых, в частности, установлены закономерности поведения предельно-напряженных пород, на основе чего сформулирован принципиально новый подход к решению научно-технических проблем разработки угольных месторождений на больших глубинах. В соответствии с этим подходом в создаваемых технологиях учтено влияние негативных факторов, таких как повышенное горное давление, высокая газоносность, геологическая нарушенность и других [1].

Вопросам изучения геомеханических процессов в горном массиве посвящено немало работ видных отечественных и зарубежных ученых. Управление этими процессами и их использование в технологиях добычи полезных ископаемых является актуально на протяжении многих десятков лет [2].

Дальнейшее совершенствование способов ведения горных работ по добыче полезных ископаемых, в том числе в сложных горно-геологических условиях, опасных по динамическим явлениям, и разработку новых способов целесооб-