

Л и т е р а т у р а

1. Каменский В.Г., Раскина Е.А., Черная Л.Г., Красулина Л.В. Исследование термодинамических параметров массопереноса капиллярно-пористых тел в зависимости от их структуры. – В кн.: Теплофизика и технология сушильно-термических процессов. Минск: ИТМО АН БССР, 1975, с. 66–75. 2. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968, с. 79, 74, 34. 3. Дубинин М.М. Методы вычисления статистического распределения объема и поверхности пор сорбентов на основании сорбционных измерений. – В кн.: Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел. М.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 107–116. 4. Экспериментальные методы адсорбции и молекулярной хроматографии / Под ред. А.В.Киселева, В.В.Древинга. – М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 115–214. 5. А. с. 528279 (СССР). Способ приготовления искусственного камня / В.Г.Каменский, И.М.Ляшкевич, Г.С. Раптунович и др. – Опубл. в Б. И., 1976, № 34. 6. Жданов С.П. Применение теории капиллярной конденсации для исследования структуры пористых адсорбентов. – В кн.: Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел. М.: Изд-во АН СССР, 1953, с. 114–112.

УДК 691.311:620

Г.С.Раптунович, канд. техн. наук (БПИ),
А.Д.Лобанок (НИИСМ), А.Б.Устимович (БПИ)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРАТАЦИИ ПРЕССОВАННОГО ГИПСОВОГО КАМНЯ

Одна из причин низкой прочности изделий на основе гипса – чрезвычайно быстротекущий и рано заканчивающийся процесс гидратации, не обеспечивающий условия упрочнения сформировавшейся на начальной стадии твердения низкопрочной структуры. В работе [1] показано, что по скорости гидратации минеральные вяжущие вещества можно расположить следующим образом:
 $\beta\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{C}_3\text{A} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_3\text{S} > \beta\text{C}_2\text{S}$.

В связи с этим значительный интерес представляло исследование скорости гидратации в гипсовых образцах, сформованных под давлением с одновременным удалением избыточной влаги по способу [2], в сравнении с образцами стандартного твердения (литыми). Указанный способ позволяет получать изделия высокой прочности при относительно умеренных значениях прессуемого давления.

О скорости гидратации в самые ранние сроки твердения су-

дили по температурным изменениям в образцах, а в более поздние сроки – по количеству химически связанной воды методом прокаливания и по данным рентгенофазового и дифференциально-термического анализов.

Исследование процесса гидратации по температурным изменениям (за счет внутренних тепловыделений) в образцах стандартного твердения и в прессованных образцах, находящихся в абсолютно идентичных в отношении теплотермических условиях, показало, что в первые минуты твердения гидратация в прессованных образцах несколько опережает этот процесс в образцах стандартного твердения (рис. 1). В дальнейшем, начиная с 20-й минуты, скорость гидратации в образцах стандартного твердения значительно превышает скорость этого процесса в прессованных образцах. Судя по максимальным значениям температур в образцах и времени их достижения, реакция гидратации наиболее полно и в более короткие сроки прошла в образцах стан-

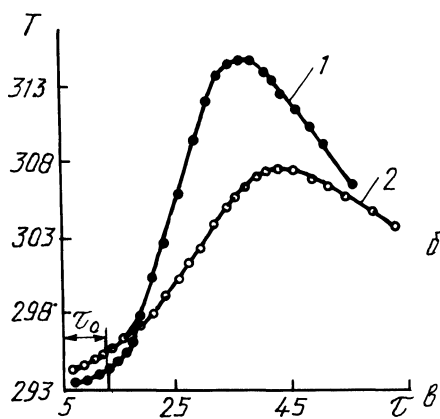


Рис. 1. Изменение температуры (T , К) системы гипс–вода за счет экзотермии с течением времени (t , мин): 1 – прессованные образцы; 2 – образцы стандартного изготовления; T_0 – время формирования под давлением.

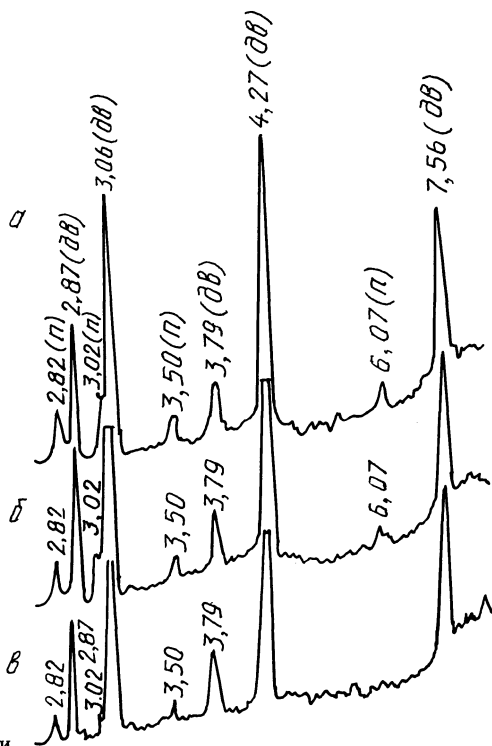


Рис. 2. Дифрактограммы прессованного гипсового камня в возрасте: а – 1 сут; б – 1 мес; в – 2,5 мес.

дартного твердения. Степень гидратации, определенная по количеству химически связанной воды методом прокаливания, в возрасте 1,5 ч оказалась равной в образцах стандартного твердения 95%, а в прессованных образцах - 87%.

Количественное содержание двуводного и полуводного гипса в образцах в возрасте от 0,5 до 30 сут определялось термогравиметрическим методом. Образцы изготавливались из β -полуводного гипса, полученного путем дегидратации химически чистого $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Термогравиметрические кривые ТГ и кривые ДТА исследуемых образцов снимались на термовесовой установке типа "Дериватограф" при скорости нагрева образцов 1,8 К/мин. Предварительно осуществлялась сушка измельченных образцов в вакуумном шкафу при $T = 318 - 323 \text{ K}$ и остаточном давлении $1,3 \times 10^{-3} \text{ МПа}$. Так как эндотермические эффекты, соответствующие удалению 1,5 молекулы H_2O (переход дугидрата гипса в полугидрат) и 0,5 молекулы H_2O (переход полугидрата в ангидрит), частично перекрываются, расчет потерь массы на каждом этапе термогравиметрической кривой затруднен. В связи с этим была использована методика [3], по которой в ходе эксперимента в печи прокаливания создается атмосфера насыщенного водяного пара. Это позволяет сместить температуру перехода полугидрата в ангидрит на 30° в сторону более высоких температур и тем самым четко разграничить участки термогравиметрической кривой, соответствующие каждому из этапов.

Результаты термогравиметрического анализа гипсовых образцов в возрасте от 0,5 до 30 сут представлены в табл. 1. Из таблицы видно, что в образцах стандартного твердения к суточному возрасту достигается 100%-ная гидратация, в то время как в прессованных образцах полная гидратация не достигается даже к 30-суточному возрасту.

По данным рентгенофазового анализа, выполненного на дифрактометре ДРОН-2 на отфильтрованном $\text{CuK}\alpha$ -излучении, полуводный гипс обнаруживается в прессованных образцах на всех возрастных стадиях вплоть до 6-месячного возраста. Однако незначительное его содержание (порядка 5-7%) в свежееотформованных образцах гарантирует невозможность саморазрушения их с течением времени. В образцах стандартного изготовления уже в суточном возрасте основные аналитические линии, характерные для полугидрата сульфата кальция ($d = 6,07; 3,50; 3,02; 2,818 \text{ \AA}$), имеют крайне малую интенсивность и носят реликтовый характер. На рис. 2 изображены дифрактограммы прессованного гипсового камня в возрасте 1 сут, 30 сут и

Таблица 1

Результаты термогравиметрического анализа гипсового камня

Возраст образ- цов τ , сут	Гипсовый камень стандартного изготовления		Прессованный гипсовый камень	
	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, %	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, %
0,5	99,1	0,9	93	7
1	100	-	94,4	5,6
2	100	-	95,6	4,4
3	100	-	96,4	3,6
7	100	-	97,8	2,2
14	100	-	98,4	1,6
21	100	-	98,7	1,3
30	100	-	98,8	1,2

77 сут в интервале углов 2θ от 10° до 30° , включающем основные рефлексy двуводного и полуводного гипса.

Распределение интенсивностей линий двуводного гипса на дифрактограммах прессованных гипсовых образцов отличается от эталонного распределения интенсивностей линий двуводного гипса. В последнем наиболее сильная дифракция соответствует $2\theta = 11,69^\circ$ ($d = 7,56 \text{ \AA}$), в то время как в спектре прессованного гипсового камня наиболее сильная дифракция соответствует $2\theta = 20,8^\circ$ ($d = 4,27 \text{ \AA}$). Сравнивая интенсивность других линий, можно сделать предположение о том, что отдельные плоскости кристаллов двуводного гипса в прессованных образцах направлены избирательно, что свидетельствует об ориентированном характере структуры прессованного гипсового камня. Последнее подтверждается электронно-микроскопическими исследованиями [4].

Таким образом, в прессованных гипсовых образцах при гидратации исходного вяжущего вследствие меньшей скорости процесса гидратации создаются более благоприятные условия для формирования структуры твердения.

Л и т е р а т у р а

1. Кравцов В.М. Исследование процессов гидратации и структурообразования минеральных вяжущих веществ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Челябинск, ЧПИ, 1972. - 22 с. 2. Способ получения высокопрочных облицовочных плит из гипса / В.Г.Каменский, Г.С.Раптунович, И.М.Ляшкевич и др. - Строит. материалы, 1979, № 6, с. 19. 3. Горшков В.С. Термография строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1968. - 288 с. 4. Формирование структуры гипсового камня и ее связь с прочностью / Г.С.Раптунович, А.Б.Устимович, В.И.Пилецкий, И.М.Ляшкевич. - В кн.: Строительные конструкции и материалы: Защита от коррозии. Уфа: НИИПромстрой, 1981, с. 106-111.

УДК 691.311

И.М.Ляшкевич, канд. техн. наук (БПИ)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСОВОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПРЕССОВАНИЯ

В последние годы широкое распространение за рубежом получили исследования по созданию высокопрочных строительных материалов с привлечением методов порошковой металлургии.