

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Powers T. A. Working hypothesis for further studies of frost resistance of concrete. - J. Am. Coner. Inst., 1945, № 4. - V. 16.
2. Powers T., Helmut R. Theory of volume changes in hardened portland – Cement paste during freezing / Proceedings Hig way Research Board, 1953: - V. 32.
3. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. – М.: Стройиздат, 1965.- 195 с.
4. Шестоперов С.В. и др. Цементный бетон в дорожном строительстве. – М.: Дориздат, 1950. – 132 с.
5. Стольников В.В. Исследования по гидротехническому бетону. – М.: - Л.: Госэнергоиздат. 1953. – 330 с.

УДК 691.311

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИТЫХ И ПРЕССОВАННЫХ ГИПСОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПЕРВЫЕ СУТКИ ТВЕРДЕНИЯ

КРАСУЛИНА Л. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Изделия на основе гипсовых вяжущих обладают рядом положительных свойств: быстрое и безусадочное твердение, низкая плотность и теплопроводность, химическая нейтральность, биологическая стойкость, высокая огнестойкость, декоративность, гигиеничность, относительно низкий экономический показатель, экологическая безопасность. Но наряду с положительными свойствами имеется и ряд недостатков, основные из которых – низкие прочность и водостойкость, обусловленные макропористой структурой и плохо развитыми контактами. Причина формирования такой структуры заключается в избытке воды затворения для обеспечения удобоукладываемости смеси. В такой системе не происходит упрочнение сформировавшейся на начальной стадии твердения низкопрочной

структуры из-за быстротекущего и рано заканчивающегося процесса гидратации. На снижение прочности гипсового камня оказывает влияние процесс перекристаллизации мелких кристаллов в более крупные, развивающийся при избытке свободной жидкой фазы в системе [1–8].

Одним из способов увеличения прочности и водостойкости гипсовых материалов является метод фильтрационного прессования [2–5].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов структурообразования минеральных вяжущих веществ свидетельствуют о том, что система гипсовое вяжущее-вода наиболее восприимчива к внешним воздействиям на ранних стадиях твердения, характеризующихся формированием коагуляционной структуры. При воздействии полей внешних сил на этой стадии структурообразования гипсового камня эффект повышения его прочности наибольший [3–5].

В работе представлены результаты исследований физических и прочностных характеристик прессованного гипсового камня и гипсового камня, полученного литьевым методом из гипсового теста нормальной густоты.

При получении прессованного гипсового камня из пластичной водогипсовой смеси скорость подъема давления составляла 8 МПа/мин, при увеличении скорости подъема давления фильтрующие элементы формы не успевали достаточно полно отфильтровать избыточную влагу, при скорости подъема давления менее 8 МПа/мин возрастает время подъема давления до заданного значения и его воздействие на смесь проявляется после начала схватывания, что нежелательно для такой быстротвердеющей системы, как гипсовая смесь. Прессование осуществлялось при давлении 10 МПа в течение 4 минут с одновременным удалением из формуемой смеси избытка жидкой фазы.

В табл. 1 представлены основные показатели качества затвердевших образцов гипсового камня, полученного по литьевой технологии и по технологии фильтрационного прессования.

Таблица 1

Свойства гипсового камня

Испытуемый материал	Средняя плотность, кг/м ³	Влагодержание в возрасте одних суток	Пористость, %	Водопоглощение по массе, %	Водопоглощение по объему, %	Прочность при сжатии высушенного образца, МПа	Коэффициент размягчения
Литой гипсовый камень	1220	27	43	26	33	14,70	0,33
Прессованный гипсовый камень	1790	5	16	7	13	49,5	0,51

Результаты исследований показали, что средняя плотность прессованных образцов превышает плотность литых на 25...30 % при уменьшении пористости в 2,0–2,5 раза. За счет увеличения средней плотности и уменьшения пористости прессованных образцов их прочность увеличилась в 3–4 раза. Коэффициент размягчения, характеризующий водостойкость материала, повысился в 1,4–1,5 раза, прочность водонасыщенных прессованных образцов увеличилась более чем на 70 %. Относительно незначительное увеличение водостойкости связано с растворимостью гипса в воде, процессами перекристаллизации мелких кристаллов в более крупные, что приводит к частичной потере числа контактов срастания кристаллов и снижению прочности [1, 2, 6–8].

Основное внимание уделялось изучению прочностных и теплофизических характеристик литых и прессованных образцов гипсового камня в процессе структурообразования.

В табл. 2 представлены результаты исследований этих показателей литого гипсового камня.

Рост теплопроводности в первые два часа твердения объясняется значительным связыванием жидкой фазы в процессе выкристаллизации новообразований, а также за счет тепловыделения в системе на этом этапе твердения. Снижение теплопроводности связано с падением температуры и процессом перекристаллизации в твердеющей системе и частичной потерей кристаллизационных контактов.

Таблица 2

Значения предела прочности при сжатии и теплопроводности
в процессе твердения литого гипсового камня

Время от начала затворения гипсового вяжущего водой. час.,	Предел прочности при сжатии , МПа,	Теплопроводность, Вт/(м.К),
1	6,08	0,93
2	5,8	1,42
4	5,6	0,51
6	5,5	0,58
8	5,4	0,95
10	5,3	0,94
12	5,2	0,86
16	5,1	0,67
20	4,9	0,53
24	4,5	0,51

Рост теплопроводности в возрасте от четырех до восьми часов связан с уменьшением прослойки жидкой фазы в материале и увеличением сил связи между частицами новообразований в результате убыли влаги из системы за счет естественной сушки. Падение значений теплопроводности в период от восьми до двадцати четырех часов выдерживания вероятно связано с процессами перекристаллизации в системе.

Результаты исследования прочностных и теплофизических свойств твердеющих прессованных образцов гипсового камня представлены в табл. 3.

Рост значений теплопроводности в первые два часа твердения, как и у литых образцов, вызван значительным связыванием жидкой фазы в процессе выкристаллизации новообразований. Уменьшение значений теплопроводности в период от двух часов до восьми часов твердения связано с тем, что в это время в твердеющей системе по мере роста прочности возникают внутренние напряжения, которые могут приводить к образованию микротрещин, что и объясняет спад значений теплопроводности.

Таблица 3

Значения предела прочности при сжатии и теплопроводности
в процессе твердения прессованного гипсового камня

Время от начала затворения гипсового вяжущего водой, час,	Предел прочности при сжатии, МПа,	Теплопроводность, Вт/(м.К),
1	17,2	0,63
2	25,8	1,41
4	28,1	0,81
6	29,3	0,69
8	30,4	0,67
10	31,3	0,75
12	32,2	0,82
16	33,0	0,89
20	33,9	0,87
24	34,5	0,86

По мере роста прочности в твердеющей системе возникают внутренние напряжения, которые могут приводить к образованию микротрещин, что и объясняет спад значений теплопроводности в период от двух часов до восьми часов. В системах, сформированных под давлением, перекристаллизация завершается приблизительно через восемь часов после начала затворения. С этого времени опять начинается рост значений теплопроводности системы. Спад теплопроводности после 16 часов твердения связан с возникновением внутренних напряжений в процессе структурообразования твердеющей системы, что может привести к образованию микротрещин.

Минимум значения теплопроводности, связанный с началом перекристаллизации, у литых образцов наступает раньше (через 4 часа после затворения смеси), чем у образцов, сформированных под давлением (через 8 часов после затворения смеси), что можно объяснить различием скоростей и длительностью процесса гидратации исследуемых систем. Прочность прессованных образцов уже в раннем возрасте во много раз выше, чем у литых. При хранении в естественных условиях гипсовый камень, получаемый по технологии фильтрационного прессования набирает прочность, достигая достаточно больших значений.

В течение первых суток твердения из прессованных образцов удаляется большое количество свободной воды. Убыль этой воды

и продолжающийся процесс гидратации приводят к формированию прочной пространственной структуры материала, характеризующейся наличием коагуляционных и кристаллизационных связей между образовавшимися кристаллами двуводного гипса.

Результаты проведенных испытаний показывают взаимосвязь процессов переноса теплоты в твердеющих системах и процессов формирования дисперсной капиллярно-пористой структуры, как в литых, так и в прессованных образцах

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский – М., Стройиздат. 1978, – 464 с.
2. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах/ И.Г. Гранковский – Киев, Наук. думка-1984 – 292 с.
3. Красулина Л.В Влияние давления (внешних сил) на гидратацию и свойства гипсовых материалов /Л.В. Красулина, И.Л. Потапова // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства: Сб. науч. статей ч.2 – Минск, БНТУ, 2012 – С.79-83.
4. Красулина Л.В. Влияние процессов структурообразования твердеющего гипсового вяжущего на его теплопроводность / Л. В. Красулина // Сборник статей «Наука-образованию, производству, экономике», том 2-Минск,БНТУ, 2017,-С .277
5. Ляшкевич И.М. Физико-химические основы процесса структурообразования прессованных гипсовых систем / И.М. Ляшкевич//Техника, технология, организация и экономика строительства. Технология бетона и строительные материалы: Сб. науч. статей вып.13 – Минск, БПИ, 1987 – , С. 91-97.