

## Влияние импрегнирования путем поверхностной гидрофобизации на водостойкость гипсовых композитов

А.К. Сысоев, В.А. Чарухина

Академия строительства и архитектуры ДГТУ (г. Ростов-на-Дону)

**Аннотация:** Среди многообразия современных минеральных вяжущих особое место занимают гипсовые вяжущие, обладающие множеством положительных свойств: экономичностью производства по сравнению с цементом, быстротой твердения, архитектурной выразительностью в особенности с применением пигментов, распространенностью сырья и высокой технологичностью. Однако его применение ограничено низкой водостойкостью материала. В работе дан краткий анализ основных методов повышения водостойкости, разработанных на данный момент в строительстве: повышение плотности изделий, повышение водостойкости путем импрегнирования поверхности различными материалами, применения различных химических добавок, уменьшение растворимости в воде сульфата кальция, применение комбинированных способов повышения водостойкости, создания композиционных материалов.

**Ключевые слова:** гипсовое вяжущие, повышение водостойкости, импрегнирование, химические добавки, композиционные материалы.

Перспективность исследования и применения гипсовых вяжущих обусловлено богатыми месторождениями гипса за рубежом и в нашей стране [1-2] (см. рис. 1).

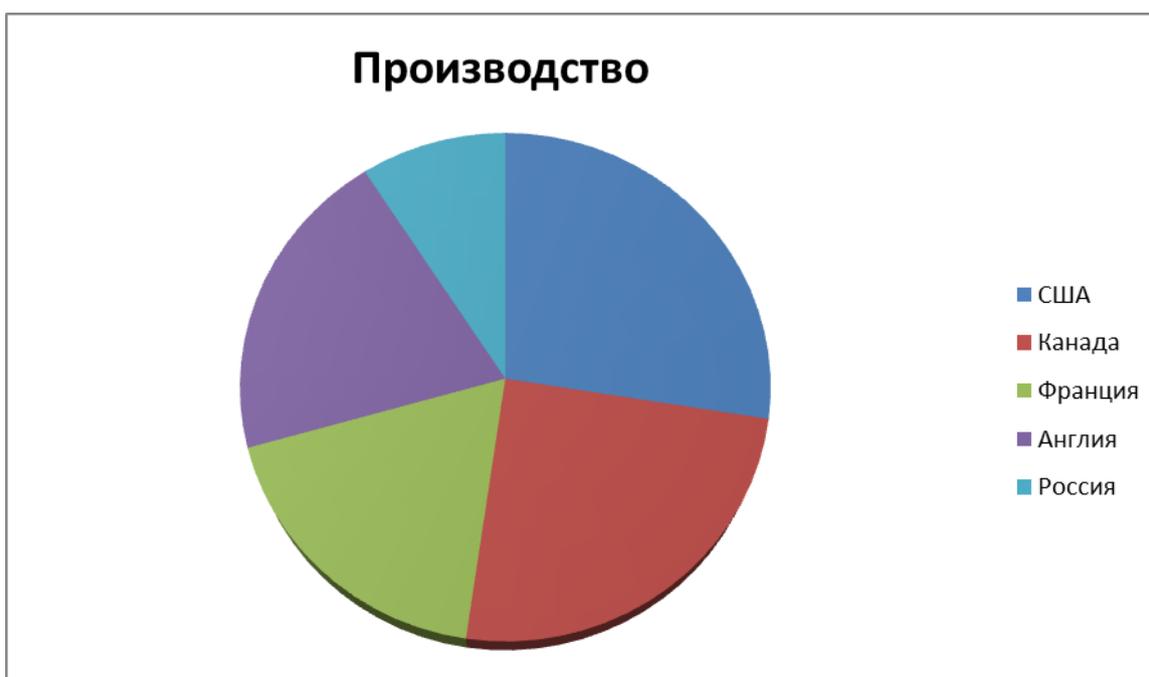


Рис.1 Производство гипсовых вяжущих

Государственным балансом запасов полезных ископаемых России по состоянию на 01.01.2003 г. гипсосодержащих пород составляет 3275,9 млн. тонн. [3].

Среди множества производителей гипса следует выделить следующие (см табл.1)

Таблица 1

Известные производители гипсовых вяжущих

№п/п	Страна производитель	Фирма производитель
1	США	«Юнайтед Стейс Джисум»
2	ФРГ	«Кнауф», «Матис», «Астана»
3	Франция	«Лафараж», «Эр Индустрия»
4	Австрия	«Про-Монта»
5	Япония	«Цукисима Кикаи»
6	Турция	АБС, ЛафаржДалсан
7	Белоруссия	Белгипс
8	Россия	Адиюх-1, Малотегинский завод, Юнис, Ишимбайский гипсовый завод, Ангарский гипсовый завод, Алфа-гипс, Самарский гипсовый завод и др.

Сейчас растет популярность отделочных материалов, в том числе и сухих строительных смесей на основе гипсовых вяжущих и в особенности с пигментами. Однако такие смеси имеют ряд недостатков, самый существенный из которых, это малая водостойкость затвердевшего изделия, которая приводит к ограничению использования изделий на основе гипсовых вяжущих во влажной среде [1-4].

Не высокая водостойкость гипса объясняется его растворимостью в воде и высокой капиллярной пористостью получаемого материала.

К настоящему времени разработано несколько методов повышения водостойкости изделий на основе гипсового вяжущего, некоторые из которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Методы повышения водостойкости изделий на основе гипсовых вяжущих

№п/п	Способ повышения водостойкости	Вид воздействия	Обоснование	Литература
1	Физико-механический	Прессование Трамбование Вибропрессование Вибровакумирование Механоактивация	Повышение плотности, снижение В/Ц и пористости, изменение структурообразования	[2,5,8]
2	Химический	Введение пластификаторов, химических добавок, внутри объёмная гидрофобизация и другие направления	Повышение плотности, снижение В/Ц и пористости, изменение структурообразования, создание водоотталкивающих пленок в порах	[7,8,16]
3	Импregnирование	Применение Полимерных и лакокрасочных покрытий, поверхностная гидрофобизация и нанесение глазури	Создание барьера между изделием и окружающей средой	[6,9,15]
4	Применение композиционных материалов	Гипсоцементно-пуццолановые композиции, гипсово-известковые композиции, гипсоцементные композиции и другие направления	Изменение структурообразования	[1,2,8,11-17]

Для проведения испытаний применялись следующие материалы: гипс Г-5-Б-II ГОСТ 125-79 с Н.Г.=51%; гидрофобные покрытия - «Неогард», 136-41 ГОСТ 10834-64, ГКЖ-11 МРТУ 6-02-271-63, «Аквасил» ТУ 2229-003-

60543126-2014, Силикор В ТУ2229-006-96657532-2013 и влагоизолятор Оптимист ТУ23-16-001-183411150-01 с изм.1

При определении водостойкости материалов определялось водопоглощение материала и коэффициент его размягчения. Для этого изготавливались образцы 4x4x16 см, которые после изготовления и созревания в течение 24 часов подвергались гидрофобизации. Режимы гидрофобизации представлены в табл. 3. После гидрофобизации образцы испытывались на изменение их водопоглощения в течение 144 часов с определением их коэффициента размягчения  $K_p$  в эти же сроки.

Водопоглощение по массе определялось по формуле:

$$W_M = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_B$  – масса образца в воде, г

$m_C$  – масса сухого образца, г

Коэффициент размягчения определялся по нижеследующей формуле:

$$K_p = \frac{R_B}{R_C}, \quad (2)$$

где  $R_B$  – предел прочности при сжатии образца в воде, МПа

$R_C$  – предел прочности при сжатии сухого образца, МПа

Результаты испытаний представлены в табл.4

Таблица 3

Параметры импрегнирования

№п/п	Наименование импрегнирующего состава	Расход материалов, л/м <sup>2</sup>	Количество наносимых слоев	Режим пропитки	Краевой угол смачивания $\Theta$ , град
1	«Неогард»	0,5	2	Погружение -15 мин, сушка – 4 часа, повторное погружение – 15 мин, сушка – 24 часа	135
2	5% р-р 136-41 в толуоле ГОСТ 10834-64	0,5	2	Тоже	118
3	5% р-р ГКЖ-11 МРТУ 6-02-271-63	0,5	2	Тоже	115
4	Гидрофобизатор «Аквасил» ТУ2229-003-60543126-2014	0,5	2	Тоже	120
5	Гидрофобизатор Силикор В ТУ 2229-006-96657532-2013	0,5	2	Тоже	130
6	Типром К Люкс ТУ222-113-32478306-2004	0,5	2	Тоже	125
7	Влагоизолятор проникающий Оптимист ТУ23-16-001-18341150-01 с изм.1.	0,5	2	Тоже	-

Таблица 4

Водостойкость гипса после поверхностной гидрофобизации

№п/п	Наименование импрегнирующего состава	Номер состава	Водостойкость					
			W, % через время, час			Kp через время, час		
			24	72	144	24	72	144
1	Гипсовый камень	1	30	32	36,5	0,35	0,3	0,25



---

	с Н.Г.=51%							
2	«Неогард»	2	12	18	27	0,57	0,45	0,43
3	5% р-р 136-41 в толуоле	3	17	24	29	0,5	0,41	0,28
4	5% р-р ГКЖ-11	4	19	30	33	0,45	0,37	0,25
5	Гидрофобизатор «Аквасил»	5	14	20	25	0,55	0,41	0,37
6	Гидрофобизатор Силикор В	6	15	19	23	0,54	0,44	0,41
7	Типром К Люкс	7	11	17	28	0,57	0,44	0,39
8	Влагоизолятор проникающий Оптимист	8	19	29	24	0,38	0,33	0,26

Анализируя результаты проведенных испытаний, следует сделать следующие выводы:

1. Импрегнирование гипсовых композитов путем поверхностной гидрофобизации обеспечивают их только кратковременную водонепроницаемость.

2. Среди импрегнирующих составов наилучшие результаты показали следующие материалы (в порядке их перечисления) - поверхностная гидрофобизация «Неогард», Силикор В ТУ 2229-006-96657532-2013, Типром К Люкс ТУ222-113-32478306-2004, гидрофобизатор «Аквасил» ТУ2229-003-60543126-2014, 5% р-р в толуоле 136-41 ГОСТ 10834-64, 5% водный р-р ГКЖ-11 МРТУ 6-02-271-63.

3. Следует отметить, что коэффициент размягчения  $K_r$ , определяемый за промежуток 24 часа не является достаточно объективным показателем определения водостойкости материала. За 144 часа нахождения гипса с нанесенными гидрофобизационными слоями в воде  $K_r$  снизился почти в 2 раза.
4. Перспективным направлением в области поверхностной гидрофобизации является создание более эффективных гидрофобизаторов комплексного воздействия на импрегнируемый материал и создание новых технологий по пропитке материала этими материалами.
5. При разработке новых гидрофобизирующих материалов необходимо также разработать новый параметр оценивающий степень эффективности импрегнирующих составов.

### Литература

1. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. М.: Стройиздат, 1971. 318 с.
2. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общ. ред. А. Ф. Ферронской. М.: Издательство АСВ, 2004. 488 с.
3. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И. Состояние и тенденции развития промышленности гипсовых материалов//Строительные материалы, 2010. №12. С. 44-46.
4. Ферронская А.В. Долговечность гипсовых материалов, изделий и конструкций. М.: Стройиздат, 1984. 156 с.
5. Михеенков М.А. Прессование как способ повышения водостойкости гипсового вяжущего// Вестник МГСУ, 2009. № 4. С. 158—162.
6. Авторские свидетельства SU № 1636410 Сысоев А.К., Сысоева Н.А., Минас А.И., Сидина Л.Г., Смелик Г.Г. Композиция для пропитки бетона Заявлено 04.01.88 Оpubл. 23.03.91. Бюл.№11.



7. Поторочина С.А., Новикова В.А., Гордина А.Ф. Влияние поликарбосилилатного пластификатора на технические параметры гипса Вестник науки и образования Северо-Запада России, 2015. т.1, №3. С.1-6.
  8. Коровяков В. Ф. Перспективы применения водостойких гипсовых вяжущих в современном строительстве // Материалы Всероссийского семинара "Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий" М.: РААСН, 2002. С.51- 56.
  9. The influences of gypsum water-proofing additive on gypsum crystal growth / J. Li, G. Li, Y. Yu // Materials Letters ,2007. № 61. pp. 872-876.
  10. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общ. ред. А. Ф. Ферронской. М.: Издательство АСВ, 2004, 488с.
  11. Гордина А.Ф. Полянских И.С., Токарев Ю.В., Бурьянов А.Ф., Сеньков С.А. Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнеземом и наноструктурами // Строительные материалы. 2014, №6. С. 35-37.
  12. Patent № 7473713. United States. Additives for water-resistant gypsum products. Publication date: 1/6/2009.
  13. Патент RU 2408551 C04B 24/24, C04B 11/00, C04B 18/24 Долгорев В.А. Добавка для гипсовых вяжущих, строительных смесей, растворов и бетонов на их основе. Заявлено 0.6.10. 2009. Опубл. 10.01.2011. Бюл.№1
  14. Шемшура Е.А. К вопросу о применении строительных материалов в дорожно-транспортном комплексе // Инженерный вестник Дона №4 (часть1), 2012 URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4ply2012/1326
  15. И. В. Розенкова, А.В. Румянцев Гидрофобизаторы «Неогард» для строительных материалов и конструкций// Строительные материалы 2009. №6. С. 20-22.
-



16. Садуакасов М. С., Акмалаев К.А. Активация гипсовых вяжущих добавкой суперпластификатора//Известия вузов. Строительство и архитектура, 1990.№10. С14-16.
17. Кондратенко Т.О. Сайбель А.В. Оценка воздействия строительного производства на окружающую среду // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. ч.2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1298.

### References

1. Volzhenskiy A.V., Stambulko V.I., Ferronskaya A.V. Gipsotsementno-puttsolanovye vyazhushchie, betony i izdeliya. [Gypsum cement gypsum-pozzolanic binders, concretes and products]. M.: Stroyizdat, 1971. 318 p.
  2. Gipsovy materialy i izdeliya (proizvodstvo i primeneniye). [Gypsum materials and products]. Spravochnik. Pod obshch.red. A. F. Ferronskoy. M.: Izdatel'stvo ASV, 2004. 488p.
  3. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I. Stroitel'nye materialy, 2010. №12. pp.44-46.
  4. Ferronskaya A.V. Dolgovechnost' gipsovykh materialov, izdeliy i konstruktsiy. [Durability of gypsum materials, products and designs] M.: Stroyizdat, 1984.156 p.
  5. Mikheenkov M.A. Vestnik MGSU, 2009. № 4. pp. 158-162.
  6. Avtorskie svidetel'stvo SU №1636410. Sysoev A.K., Sysoeva N.A., Minas A.I., Sidina L.G., Smelik G.G. Kompozitsiya dlya propitki betona Zayavleno 04.01.88 Opubl. 23.03.91. Byul.№11.
  7. Potorochina S.A., Novikova V.A., Gordina A.F. Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii, 2015. t.1, №3. pp.1-6.
  8. Korovyakov V. F. Materialy Vserossiyskogo seminar "Povysheniye effektivnosti proizvodstva i primeneniya gipsovykh materialov i izdeliy". M.: RAASN, 2002. pp. 51- 56.
  9. The influences of gypsum waterproofing additive on gypsum crystal growth. J. Li, G. Li, Y. Yu. Materials Letters, 2007. № 61. pp. 872-876.
-



10. Gipsovye materialy i izdeliya (proizvodstvo i primenenie). [Gypsum materials and products (production and use)]. Spravochnik. Pod obshch. red. A. F. Ferronskoy. M.: Izdatel'stvo ASV, 2004, 488p.
11. Gordina A.F. Polyanskikh I.S., Tokarev Yu.V., Bur'yanov A.F., Sen'kov S.A. Stroitel'nye materialy. 2014, №6. pp. 35-37.
12. Patent № 7473713.United States. Additives for water-resistant gypsum products. Publication date: 1.06. 2009.
13. Patent RU 2408551 C04B 24/24, C04B 11/00, C04B 18/24 Dolgorev V.A. Dobavka dlya gipsovykh vyazhushchikh, stroitel'nykh smesey, rastvorov i betonov na ikh osnove. Zayavleno 0.6.10. 2009. Opubl. 10.01.2011. Byul.№1
14. Shemshura E.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), №4 (Part 1), 2012. URL:[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4ply2012/1326](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4ply2012/1326).
15. I.V.Rozenkova, A.V. Rummyantsev Stroitel'nye materialy 2009. №6. pp. 20-22.
16. Saduakasov M.S., Akmalayev K.A. Stroitel'stvo i arkhitektura, 1990. №10. pp 14-16.
17. Kondratenko T.O. Sajbel' A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (Part 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1298](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1298).