

## Эффект «росы» – как метод оценки гидрофобности поверхности строительного материала

В.И. ПАВЛОВ, руководитель исследовательской лаборатории, А.И. ПРОСТЯКОВА, технолог (ООО «САЗИ»)

**Проведены сравнительные испытания на наличие «биддинг»-эффекта на поверхности гидрофобизированного материала и оценка водопоглощения по методу Карстена. Показано отсутствие зависимости между «биддинг»-эффектом и водозащитными свойствами гидрофобизатора, и доказана необходимость использования метода Карстена для оценки гидрофобных свойств материалов.**

Увеличение долговечности возводимых сооружений, сохранение эксплуатационных свойств и снижение затрат на их ремонт являются важнейшими задачами, которые решаются в том числе и во время строительства. Вода, проникающая в строительные материалы, оказывается одной из основных причин разрушения и ухудшения их теплоизоляционных свойств. Мигрируя в порах, вода постепенно растворяет кристаллы солей, а это при переменном увлажнении и высыхании изменяет структуру материала, уменьшает его прочность [1]. Так, при гидратации минеральных компонентов материала происходит образование малорастворимых кристаллогидратов. Рост кристаллической фазы в объеме пор (до 5 раз [2]) приводит к возникновению большого внутреннего (кристаллизационного) давления, которое вызывает нарушение структуры материала и снижение прочности. Влажность материала в значительной степени определяет и его теплопроводность. С повышением влажности теплопроводность материала резко повышается. Это объясняется тем, что вода, находящаяся в порах материала, имеет теплопроводность в 20 раз большую, чем воздух в порах среднего размера [3]. Еще более резко возрастает теплопроводность в том случае, если влажный материал промерзнет, т.к. лед имеет коэффициент теплопроводности в 4 раза больший, чем вода, и, следовательно, в 80 раз больший, чем воздух в порах материала. Таким образом, для сохранения эксплуатационных свойств и увеличения долговечности материал следует защитить от воздействия воды.

Все применяемые в настоящее время методы защиты сооружений от проникновения воды можно разделить на две группы. Первая из них, гидроизоляция, включает практически все существующие способы и характерна, в частности, тем, что вместе с созданием весьма высокого барьера проникновению воды она также резко понижает и паропроницаемость границы раздела сред, что является, например, недопустимым для наружного контура жилых зданий. Вторая группа – гидрофобизация, которая позволяет исключить проникновение лишь при весьма незначительных давлениях водной среды, чего в определенных случаях достаточно для надежной защиты объектов, важнейшим примером которых являются ограждающие конструкции сооружений, находящиеся выше уровня земли.

При гидрофобизации поры материала обволакиваются тончайшим слоем гидрофобной пленки, не закупоривая их. Это приводит к уменьшению силы электростатического взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами твердого тела.

Ярким визуальным эффектом от применения гидрофобизаторов на поверхности любого пористого строительного материала минерального происхождения – будь то бетон, кирпич, натуральный камень, декоративная штукатурка или тротуарная плит-

ка – является так называемый эффект «лотоса» («биддинг»-эффект, эффект «росы»), возникающий как следствие крайне низкой смачиваемости поверхности (рис. 1).

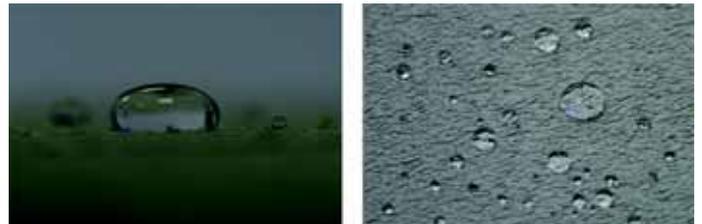


Рис. 1. Эффект «лотоса»

Смачиваемость поверхности характеризуется краевым углом смачивания (рис. 2). Если капля жидкости на поверхности твердого тела принимает такую форму, при которой краевой угол является острым, то поверхность твердого тела гидрофильная. Если же краевой угол тупой («биддинг»-эффект), то поверхность гидрофобная [4].

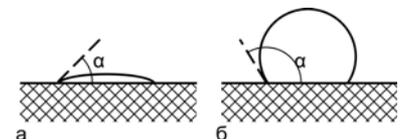


Рис. 2. Краевой угол смачивания:  
а – гидрофильная поверхность,  $\alpha < 90^\circ$ , б – гидрофобная поверхность,  $\alpha > 90^\circ$

Среди ряда потребителей и других участников рынка распространено мнение, что по «биддинг»-эффекту на поверхности строительного материала можно судить о его водопоглощении. Авторы данной статьи с такой корреляцией данных не согласны, т.к. при этом не учитываются естественные условия, при которых происходит увлажнение вертикальных поверхностей ограждающих конструкций (осадки с ветром, косой дождь, мытье под давлением и т.д.). Кроме того, если опираться на данное мнение, то можно за красивым визуальным эффектом не увидеть отсутствие основного показателя, характеризующего эффективность гидрофобизатора – снижения водопоглощения обрабатываемого им строительного материала.

При оценке «биддинг»-эффекта на внутреннюю поверхность пор материала действует атмосферное давление, а на внешнюю помимо атмосферного действует еще и гидростатическое давление капли. Так как гидростатическое давление жидкости зависит от высоты столба этой жидкости, то очевидно, что давление, создаваемое каплей, достаточно мало. В естественных условиях эксплуатации (осадки с ветром, косой дождь) надземных сооружений основным силовым фактором является давление ветрового потока, что приводит к многократному увеличению разницы давлений на внешнюю и внутреннюю поверхности пор. В результате под действием этой разницы давлений капли воды могут «вдавливаться» в поры материала [5]. Таким образом, на поглощение воды материалом таких сооружений в естественных погодных условиях существенное влияние будет оказывать скорость ветра.

На наш взгляд, для определения показателя водопоглощения гидрофобизированного материала вместо оценки «биддинг»-эффекта следует использовать метод, который учитывает указанные силовые факторы. Таким методом является RILEM Test Method II.4 (американский вариант – ASTM E 514), разработан-

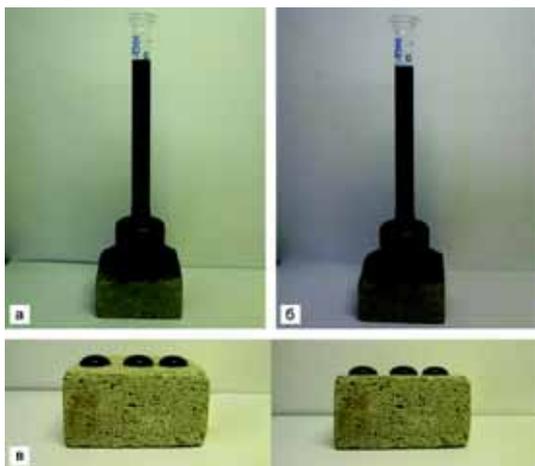


Рис. 3 ГКЖ № 4: а – начало эксперимента; б – водопоглощение через 2 часа; в – «биддинг»-эффект (краевой угол  $<90^\circ$ )

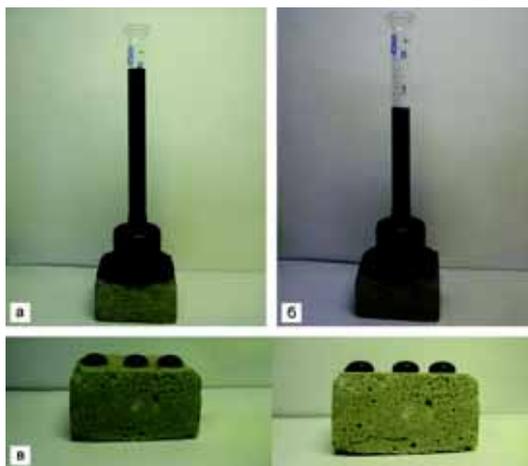


Рис. 4 ГКЖ №2: а – начало эксперимента; б – водопоглощение через 2 часа; в – «биддинг»-эффект (краевой угол  $>90^\circ$ )

ный Международным союзом лабораторий и специалистов в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций (RILEM – Reunion Internationale des Laboratoires D'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions, Paris) и рекомендованный для оценки водопоглощения в естественных условиях внешних стен зданий за определенный период времени [6].

В нашей стране данный метод известен как неразрушающий анализ по методу Карстена. Суть метода заключается в определении точного количества воды, проникающего за единицу времени через единицу площади поверхности материала [7]. В ходе испытаний по методу Карстена градуированную трубку (рис. 3а) фиксируют на вертикальной поверхности испытуемого материала. Затем трубку заполняют водой на необходимую высоту (высота наполнения коррелируется со скоростью ветра [7]) и определяют объем сорбированной воды через определенные промежутки времени (рис. 4б).

Нами была проведена серия экспериментов, цель которых – проверка наличия корреляции между величиной угла смачивания, замеренного наблюдением «биддинг»-эффекта, и величиной водопоглощения, полученного при измерении методом Карстена. Эксперименты проводились на бетонных кубиках, обработанных различными гидрофобизирующими кремнийорганическими жидкостями (ГКЖ).

Определение краевого угла смачивания проводили методом анализа фотоизображения «сидящей» капли.

Результаты эксперимента приведены в таблице.

Как видно из полученных нами данных, сочетание «биддинг»-эффект / водопоглощение для материала может быть разным. Хороший б/э и низкое водопоглощение имеют кубики, обработанные гидрофобизаторами ГКЖ-6, ГКЖ-5 и ГКЖ-3; хороший б/э и высокое водопоглощение – ГКЖ-2 (рис. 4); плохой б/э и низкое водопоглощение – ГКЖ-4 (рис. 3) и ГКЖ-1.

Таким образом, мы подтвердили свои сомнения в существовании зависимости между «биддинг»-эффектом и водопогло-

Гидрофобизатор (ГКЖ), № *	Краевой угол смачивания	Водопоглощение, мл/2 часа
1	88°	0,4
2	119°	1,4
3	113°	0,22
4	81°	0,1
5	111°	0,15
6	133°	0,1

\*ГКЖ № 1-6 – образцы кремнийорганических гидрофобизирующих жидкостей, представленных на российском рынке

щением (рис. 5). «Скатывание» капли воды с поверхности не говорит о низком водопоглощении, а растекание капли по поверхности не свидетельствует о высоком водопоглощении. Т.е. нельзя судить об эффективности гидрофобизатора по поведению капли на поверхности обработанного им пористого материала. Реальную оценку качества гидрофобизации поверхности дает метод Карстена, а «биддинг»-эффект является лишь красивой, но вовсе не обязательной иллюстрацией работы гидрофобизатора.

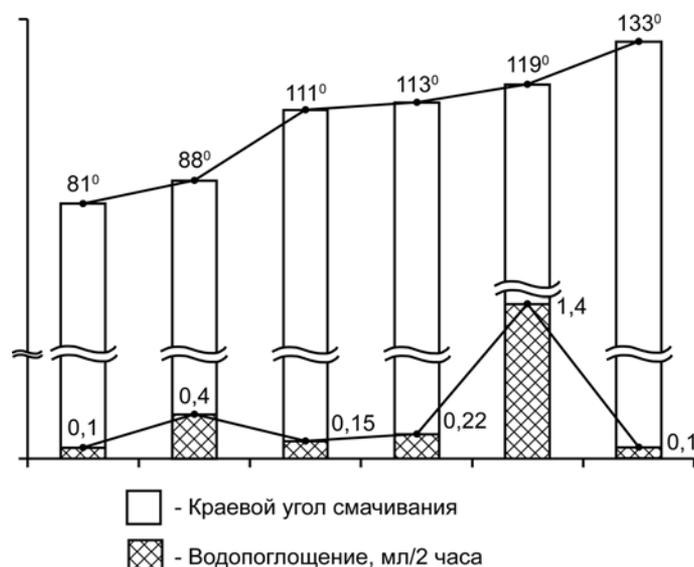


Рис. 5. Отсутствие зависимости между «биддинг»-эффектом и водопоглощением

В заключение этой статьи хотим отметить, что по результатам описанного здесь эксперимента инженерно-техническим персоналом нашей компании были уточнены Технические условия на гидрофобизаторы, производимые нашим предприятием, в отношении технических показателей и методов контроля продукции.

**Библиографический список:**

1. Соболевский М.В., Музовская О.А., Попелева Г.С. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов, М., «Химия», 1975.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства), М. Стройиздат, 1979.
3. Миков В.Л., Куренкова А.Ю. Справочник монтажника. Том 1. Теоретические основы монтажа, СПб.: НИУИЩ «Межрегиональный институт окна», 2006.
4. Алентьев А.А., Клетченков И.И., Пащенко А.А. Кремнийорганические гидрофобизаторы, Киев, ГИТЛ УССР, 1962.
5. Ritchie T. Rain penetration of walls of unit masonry // Canadian Building Digest – 1960.
6. Rilem Test № II.4. Water absorption under low pressure (pipe method). / RILEM Commission 25-REM, Tentative Recommendations, 1980.
7. Bauchemie-Handbuch fur Stud. Praxis, g. Auflage Verlag C.F. Muller, Karlsruhe, 1992.