

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ГИДРОФОБИЗАЦИИ БЕТОНОВ

**Леонович С.Н.**, д-р техн. наук, профессор (БНТУ), **Щукин Г.Л.**, канд. хим. наук, доцент, вед. науч. сотрудник, **Беланович А.Л.**, канд. хим. наук, вед. науч. сотрудник, **Савенко В.П.**, науч. сотрудник (БГУ), **Пелюшкевич А.И.**, магистр техн. наук, ст. преп. (БНТУ)

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования некоторых особенностей поверхностной гидрофобизации бетонов с использованием грунтовки на основе олеата аммония. Установлено, что обработка поверхности бетонной или железобетонной конструкции гидрофобизирующей грунтовкой на основе олеата аммония позволяет снизить водопоглощение бетона конструкции и как следствие увеличить марку бетона по водонепроницаемости и морозостойкости.

### Введение

Водопоглощаемость и водопроницаемость бетонов и других цементных строительных материалов и изделий из них обеспечивает им быстрое разрушение. Вода, проникая в поры, растворяет кристаллические структуры цементного камня и приводит к нарушению его прочности. Основной причиной снижения прочности и обеспечения деформации строительных материалов из цементного камня при их водонасыщении является обратимая адсорбция воды и растворенных в ней веществ. Адсорбционные слои воды, как правило, понижают поверхностную энергию твердого тела, а, следовательно, и работу образования новых поверхностей при деформации. Молекулы воды мигрируют по поверхностям, образующимся в деформационном цементном камне, что при малых напряжениях приводит к разрушению, вследствие лавинно развивающейся ползучести. Снижение прочности цементного камня обусловлено расклинивающим действием водных пленочных образований, растворяющих микроэлементы его кристаллических структур. Особенно сильно разрушает структуру пористого цементного камня попеременное намокание и высыхание.

Для уменьшения или исключения водопоглощения и водопроницаемости цементного камня применяются покрывные, склеивающие, цементирующие, пропиточные составы и т.д., образующие на поверхности защищаемого материала водонепроницаемую гидроизоляционную пленку, закупоривающую его поры. Но такие защитные средства нельзя признать пригодными для этих целей. Они закупоривают поры цементного камня, лишая его тем самым способности «дышать», т.е. препятствуют циркуляции воздуха и испарению воды из его пор.

Единственным способом снижения или исключения капиллярного подсоса от увлажняемой различными способами поверхности изделий из цементного камня является придание ей гидрофобных свойств, когда силы по-

верхностного натяжения и образование выпуклого мениска воды в капиллярах препятствуют проникновению водных растворов в толщу бетона.

Гидрофобизация основана на взаимодействии или ориентированной хемосорбции на твердой поверхности молекул гидрофобизатора с образованием гидрофобных слоев. Эти слои ориентируются при адсорбции таким образом, что гидрофильные полярные группы гидрофобизатора направлены к твердой поверхности, а гидрофобные углеводородные радикалы – в окружающую среду. Покрытия из гидрофобных радикалов можно уподобить «щетке», которая придает ей водоотталкивающие свойства. Для получения устойчивых водоотталкивающих покрытий необходимо, чтобы полярные группы гидрофобизатора были химически связаны с поверхностными атомами или ионами твердого тела.

Водоотталкивающие покрытия часто не являются мономолекулярными слоями, а образуют на поверхности стройматериала неоднородную по толщине объемную пленку. Такая пленка, вследствие нарушения ориентации и неоднородности, менее гидрофобна, но более устойчива в эксплуатации.

Для придания поверхности строительных конструкций гидрофобности на их поверхность любым способом (пульверизатором, кистью, окунанием и т.д.) наносится раствор соответствующего гидрофобизатора, количество которого определено поверхностным натяжением, пористостью строительного материала и вязкостью гидрофобизатора.

Исследования особенностей гидрофобизации строительных материалов и защитных свойств гидрофобных покрытий начаты в 60-е годы XX столетия. Основными гидрофобизаторами в то время являлись составы на основе мылонафта, синтетических жирных, древесных кислот и т.д. С появлением на рынке кремнийорганических соединений в конце 70-х годов началось интенсивное исследование по гидрофобизации поверхности строительных материалов кремнийорганическими гидрофобизаторами на основе этил-метил силиконата натрия ГКЖ-10 и ГКЖ-11, растворы которых имеют сильно щелочную среду, а также – полиорганогидридсилоксанов ГКЖ-136-41 и др., которые растворяются в органических растворителях.

В настоящее время на рынке Республики Беларусь предлагаются гидрофобизирующие составы, в основном на основе кремнийорганических соединений, импортного, в том числе и российского производства.

В Республике Беларусь отсутствует производство кремнийорганических соединений. Это, естественно, в какой-то мере тормозит широкое использование гидрофобизаторов в практике защиты строительных материалов и конструкций от воздействия воды и водно-солевых растворов.

Вместе с тем Республика Беларусь располагает достаточной сырьевой базой для производства гидрофобизаторов. Это отходы жировой промышленности и р производства дизельного топлива из рапсового масла.

На кафедре неорганической химии Белорусского государственного университета разработана гидрофобизирующая грунтовка на основе олеата аммония, по всем техническим показателям соответствующая гидрофобизаторам, произведенным на основе кремнийорганических соединений, а по устойчиво-

сти к гидролизу превосходят составы, полученные из метил- и этилсиликатов (ГКЖ-11, ГКЖ-10).

### **Результаты лабораторных испытаний**

Целью проведенных исследований являлось:

- оценка эффективности поверхностного гидрофобизатора по сравнению с известными;

- определение факторов, влияющих на свойства гидрофобизированного слоя, в частности установить связь между пористостью обрабатываемого материала, глубиной пропитки и расходом гидрофобизатора;

- установить влияние обработки гидрофобизатором на эксплуатационные характеристики бетона (морозостойкость и водонепроницаемость).

На основании поставленных целей исследований была разработана программа испытаний, которая включала:

- исследование пористости четырех составов бетона методом водопоглощения;

- определение глубины пропитки гидрофобизатора по снижению водопоглощения образцов;

- определение эффективности гидрофобизатора по повышению морозостойкости и водонепроницаемости бетона.

### **Методика проведения испытаний**

Оценку пористости образцов проводили по методике [1]. Из каждой серии отбирали по шесть образцов и производили их обработку гидрофобизатором с расходом на 1 м<sup>2</sup> поверхности 0.5; 1.0 и 1.5 л (по два образца). На обработанных образцах определяли водопоглощение и глубину пропитки гидрофобизатора.

Изготавливали три серии образцов с расходом цемента 250; 350 и 450 кг/м<sup>3</sup> и водоцементными отношениями соответственно 0.6; 0.5 и 0.4. Количество образцов в серии – 12 штук. Из каждой серии отбирали по шесть образцов, которые обрабатывались гидрофобизатором. Затем обработанные и необработанные образцы подвергали испытанию на водонепроницаемость и морозостойкость.

Водонепроницаемость образцов оценивали по показателю воздухопроницаемости согласно [2], морозостойкость образцов определяли по [3].

### **Результаты испытаний**

Результаты испытаний четырех серий образцов по определению водопоглощения по массе и объему, среднего размера капиллярных пор и однородности пор по размерам приведены в таблице 1.

Результаты определения водопоглощения и глубины пропитки гидрофобизатора представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Показатели пористости образцов

№ серии	Водопоглощение по массе, %	Водопоглощение по объему, %	Показатель среднего размера пор	Показатель однородности пор по размерам
1	8,3	19,92	2,2	0,8
2	4,2	10,29	1,1	0,5
3	6,7	16,15	1,7	0,3
4	5,4	13,18	1,35	0,45

Таблица 2 – Глубина пропитки и водопоглощение образцов, обработанных гидрофобизатором

№ серии	Глубина пропитки, мм при расходе			Водопоглощение, %	Снижение водопоглощения
	0,5	1,0	1,5		
1	5,0	8,0	10,0	5,6	1,57
2	1,0	2,0	2,0	2,9	1,44
3	4,0	6,0	7,0	4,3	1,55
4	3,0	5,0	6,0	3,8	1,42

В результате проведенных испытаний установлено, что гидрофобизирующая грунтовка снижает водопоглощение бетона в среднем в 1.5 раза. Глубина пропитки и эффективность действия гидрофобизатора определяется пористостью материала, т.е. чем выше пористость материала, тем большее количество гидрофобизатора необходимо нанести на поверхность бетона для получения равнозначного эффекта от гидрофобизации.

Далее в соответствии с программой испытаний были изготовлены три серии образцов. Образцы изготавливали в лабораторных условиях и подвергали испытаниям в возрасте 28 суток нормально-влажностного твердения.

Результаты испытаний по оценке водонепроницаемости бетонных образцов по показателю воздухопроницаемости приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Водонепроницаемость контрольных образцов и образцов, обработанных гидрофобизирующей грунтовкой (\*)

Номер состава	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	В/Ц	Сопротивление бетона прониканию воздуха, с/см <sup>3</sup>	Водонепроницаемость, МПа
№1	250	0,6	4,4	0,2
№2	350	0,5	6,5	0,4
№3	450	0,4	10,2	0,8
№1*	250	0,6	6,1	0,4
№2*	350	0,5	9,3	0,6
№3*	450	0,4	13,0	0,8

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что обработка бетонной поверхности гидрофобизатором повышает водонепроницаемость бетона в среднем на одну марку. Эффективность действия гидрофобизатора в большей мере проявляется на составах бетона с низким расходом цемента и высоким водоцементным отношением, т.е. для составов, обладающих высокой капиллярной пористостью.

Результаты по определению морозостойкости бетонных образцов, обработанных и не обработанных гидрофобизирующим составом, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Морозостойкость испытываемых образцов

Номер состава	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	В/Ц	Морозостойкость, циклы
№1	250	0,6	75
№2	350	0,5	100
№3	450	0,4	150
№1*	250	0,6	100
№2*	350	0,5	150
№3*	450	0,4	200

\* - составы, обработанные гидрофобизирующей грунтовкой.

Обработка поверхности бетона гидрофобизирующим составом повышает морозостойкость бетона на одну марку.

#### **Технические характеристики гидрофобизирующей грунтовки**

- время высыхания покрытия до степени 3, ч не более 24;
- прочность сцепления с основанием, МПа, не менее 1,4;
- стойкость покрытия к статическому воздействию воды, ч, не менее 24;
- водопоглощение при капиллярном подсосе, кг/м<sup>2</sup> 0,73;
- коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее 0,007

#### **Заключение**

В результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод: обработка поверхности бетонной или железобетонной конструкции гидрофобизирующей грунтовкой позволяет снизить водопоглощение бетона конструкции и как следствие увеличить марку бетона по водонепроницаемости и морозостойкости. Эффективность действия гидрофобизатора зависит от состава бетона, в частности от расхода цемента и водоцементного отношения в бетонной смеси. Наибольший эффект наблюдается для составов бетона с низким расхода цемента (менее 350 кг/м<sup>3</sup>) и водоцементным отношением 0.5 и выше.

Исследуемая гидрофобизирующая грунтовка представляет собой водный раствор олеата аммония и веществ, обеспечивающих за счет взаимодействия с кальций содержащими компонентами бетонов поверхностную гидрофобизацию бетона на глубину проникновения грунтовки. Нерастворимость олеата кальция и устойчивость его к гидролизу делают грунтовку привлекательной для антикоррозионной защиты бетона, конструкций, зданий и сооружений, покрытий автомобильных дорог и открытых поверхностей конструкций мостовых сооружений от воздействия погодных-климатических факторов, агрессивных факторов внешней среды. Особенно она подходит для защиты сооружений дорожного строительства, мостов, виадуков, ограждений и т.д., всех конструкций, которые подвергаются замерзанию и размораживанию и агрессивному воздействию водных растворов солей. За счет взаимодействия с компонентами строительных материалов грунтовка обеспечивает формирование гидрофобного слоя, защитные свойства которого адекватны свойствам слоя, сформированного из неводных растворов ГКЖ-136-41, а по устойчивости к гидролизу превосходят покрытия, полученные из силикатов ГКЖ-10 и ГКЖ-11.

Химическое взаимодействие гидрофобизатора с поверхностью бетона обеспечивает не только интенсивное удаление влаги с основания поверхности бетона, но и модифицирует ее, т.е. делает более устойчивой к атмосферному воздействию (карбонизация, гидратация и т.д.) и существенно увеличивает адгезию вторичного покрытия (например, лакокрасочных материалов для наружных работ) к поверхности основания бетона. Обработка гидрофобизирующей грунтовкой практически полностью исключает появление «высолов».

**Литература.** 1. Бетоны. Методы определения показателей пористости: ГОСТ 12730.4-78. – Введ.01.01.1980. – М.:ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстроя СССР, 1980. 2. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости: ГОСТ 12730.5-84. – Введ.01.07.1980. – М.:ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстроя СССР, 1985. 3. Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании: ГОСТ 10060.2-95. – Введ.01.04.1997. – М.:ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстроя СССР, 1997.