

## ГИДРОФОБИЗИРУЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ ДЛЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Киреева Ю. Г.

Владимирский государственный университет А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, Россия (600000, Владимир, Горького 87),  
e-mail:yulia.kireeva.96@mail.ru

Бетонные и железобетонные конструкции, применяемые в промышленных, гражданских, жилых, сельскохозяйственных зданиях, подвергаются агрессивному воздействию перепадов температуры, кислотных дождей, хлорид-ионов, присутствующих в бетоне и др. В естественных условиях обычно наблюдается комплексное воздействие на бетон неблагоприятных факторов.

Для повышения стойкости бетона используют бетоны повышенной плотности, специальные цементы, изоляцию поверхности в виде окрасок, облицовок и гидрофобизирующих покрытий, введение воздухововлекающих, пластифицирующих и уплотняющих добавок.

Эффективным способом повышения срока эксплуатации бетонных конструкций является гидрофобизация. При гидрофобизации химический реагент сравнительно глубоко (на несколько миллиметров) проникает внутрь строительного материала. Хотя при этом его пористая структура сохраняется, строительный материал приобретает значительные водоотталкивающие свойства. Гидрофобизирующим эффектом обладают многие химические вещества, например, высшие жирные кислоты и их сложные эфиры с высшими и многоатомными спиртами (жиры и воски), нафтеновые кислоты, высшие углеводороды и другие соединения. Однако подлинную революцию в гидрофобизации строительных материалов совершили кремнийорганические продукты, обладающие физиологической инертностью, высокой химической стойкостью, устойчивостью к воздействию влаги, ультрафиолетового и коротковолнового видимого излучения.

**Ключевые слова:** гидрофобизирующий эффект, тетрапепоксисилан, адгезионные характеристики, гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости.

## REPELLENT LIQUID FOR CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Kireeva Yu.

Vladimir state University A. G. and N. G. Stoletovs, Vladimir, Russia (600000, Vladimir, Gorky 87),  
e-mail:yulia.kireeva.96@mail.ru

Concrete and reinforced concrete structures used in industrial, civil, residential, and agricultural buildings, are exposed to aggressive influence of temperature changes, acid rain, chloride ions present in concrete, etc. In natural conditions there is usually a complex effect on the concrete adverse factors.

To enhance the durability of concrete use of concrete of increased density, special cements, insulation of the surface in the form of colors, linings and waterproofing coatings, the introduction of air-entraining, plasticizing additives and sealing.

Effective way to increase the lifetime of concrete structures is water repellent. When the hydrophobic chemical agent is relatively deeply (a few millimeters) penetrates the construction material. Although the porous structure is retained, the construction material becomes a significant water repellency. Hydrofobizatsii effect have many chemicals, for example, higher fatty acids and their esters with higher and polyhydric alcohols (fats and waxes), naphthenic acid, higher

hydrocarbons and other compounds. However, the true revolution in the hydrophobization of construction materials made of silicone products with physiological inertness, high chemical resistance, resistance to moisture, UV and shortwave visible radiation.

Keywords: hydrophobe effect, tetrapotassium, adhesive characteristics, water-repellent organosilicon liquid.

#### Аннотация

В данной статье рассматриваются варианты модификации гидрофобизирующих покрытий для защиты бетонных и железобетонных конструкций, разработанных для повышения эксплуатационных сроков строительных материалов. Исследованы процессы взаимодействия компонентов в образцах. Показана технология получения образцов. Изучены режимы получения покрытий. Изучена кинетика взаимодействия компонентов. Выбраны оптимальные технологические параметры для отверждения покрытий в зависимости от соотношения компонентов, температуры окружающей среды. Выявлено влияние соотношения компонентов на качество композиции.

Промышленные гидрофобизаторы слишком дороги, поэтому проводились работы по снижению их себестоимости. Так, в ранее опубликованной работе [1] предлагается защитное гидрофобизирующее покрытие для дорожных сооружений на основе сравнительно недорогого олигопипериленистирола (ОППС) и тетраэтоксисилана (ТЭОС). Результаты исследований показали, что система ОППС—ТЭОС обладает хорошим гидрофобизирующим эффектом. Однако в процессе нанесения гидрофобизирующего покрытия были выявлены значительные пожаро- и взрывоопасность вследствие использования растворителя — уайт-спирита.

Поэтому очередным этапом работы стало исследование возможности создания водных эмульсий системы ОППС—ТЭОС, применяемых в качестве гидрофобизаторов в строительной отрасли. Это позволит резко снизить стоимость гидрофобизатора и полностью избавиться от проблем, связанных с пожаро-и взрывоопасностью.

Определение оптимального состава гидрофобизирующей эмульсии представляет собой довольно сложную задачу, так как необходимо учитывать соотношения ОППС и ТЭОС. Поэтому для оптимизации был использован полный активный двухфакторный эксперимент Бокса—Уилсона, позволяющий провести статистическую обработку данных при варьировании двух компонентов.

Эффект гидрофобизации определяли по краевому углу смачивания путем микрофотографирования капель воды на гидрофобизированной поверхности бетонных образцов. Твердые тела, с которыми вода образует краевой угол  $\theta_K < 90^\circ$ , являются гидрофильными, а при краевом угле  $\theta_K > 90^\circ$  — гидрофобными.

По результатам исследований была построена пространственная зависимость краевого угла смачивания от содержания ТЭОС и ОППС в эмульсии (рис. 1). Максимальный краевой угол смачивания достигается при следующих соотношениях: ТЭОС - 5,5 масс. ч., ОППС - 5,5 масс. ч. Максимум, вероятно, связан с тем, что при этих значениях достигается оптимальный состав, при котором полностью осуществляется взаимодействие и достаточная концентрация для обеспечения создания прочного полимолекулярного слоя. В отличие от мономолекулярного

слоя, склонного к гидрофилизации, полимолекулярный слой более устойчив к воздействию внешних факторов [2].

На следующем этапе работы проводились исследования влагопоглощения стандартных бетонных образцов, обработанных различными по соотношению ТЭОС и ОППС эмульсиями.

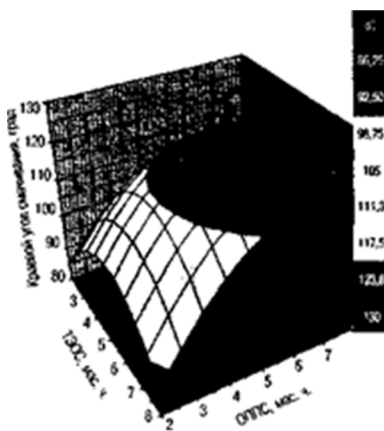


Рис. 1. Поверхность зависимости краевого угла смачивания от содержания ТЭОС и ОППС в эмульсии

В результате наименьшее значение влагопоглощения наблюдалось при обработке бетона эмульсией с соотношением ТЭОС — 6,2 масс. ч., ОППС — 5,7 масс.ч. на 100 масс. ч. воды. Наглядно это прослеживается на рис. 2, где представлена пространственная зависимость влагопоглощения от содержания ТЭОС и ОППС в эмульсии.

Смещение оптимума в сторону более высоких концентраций ОППС и ТЭОС связано с частичным перекрытием пор при повышении концентрации. В дальнейшем следует ожидать протекания двух взаимосвязанных процессов — снижения угла смачивания и повышения порозаполнения. Зависимость влагопоглощения в этом случае остается примерно на постоянном уровне [3].

В процессе экспериментов выяснилось, что полученная эмульсия склонна к расслоению. Поэтому для повышения устойчивости эмульсии использовали следующие поверхностно-активные вещества (ПАВ): КЭП,-2, сульфонол и ОП-Ю. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

ПАВ	Концентрация, масс. ч.	Время и характер расслоения
КЭП-2	0,5	Слабая граница расслоения через
ОП-10	0,5	Четкая граница расслоения через
Сульфонол	0,5	Четкая граница расслоения через
Отсутствие	-	Четкая граница расслоения через

Результаты испытаний показали, что оптимальным ПАВ является КЭП-2, так как он образует наиболее стабильную эмульсию.

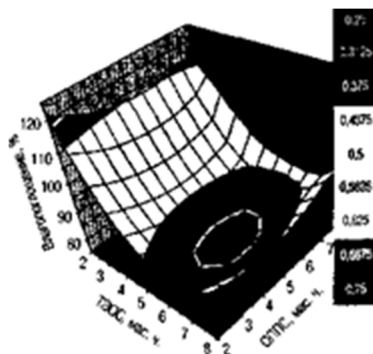


Рис. 2. Поверхность зависимости влагопоглощения от содержания ТЭОС и ОППС в эмульсии

Кроме поверхностной проводили также объемную гидрофобизацию с введением гидрофобизатора непосредственно в бетон. Были проведены испытания бетонных образцов на морозостойкость. Морозостойкость определяли с использованием базового метода, где критерием являлось число циклов замораживания-оттаивания, после которого изменение предела прочности при сжатии составляло более 5%. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Способ гидрофобизации	Расход гидрофобизатора, %	Количество открытых пор, %	Число циклов замораживания-оттаивания до 5% изменения
-	-	3,79	22
Поверхностная	400 г/м <sup>2</sup> 5%	3,61	37
	400 г/м <sup>2</sup> 10%	3,04	41
Объемная	15 г/кг	2,04	48
	25 г/кг	1,39	52

Таким образом, объемная гидрофобизация по сравнению с поверхностной позволяет резко повысить морозостойкость строительного материала. Однако при этом надо учитывать, что при объемной гидрофобизации расход сравнительно дорогого гидрофобизатора возрастает практически на два порядка по сравнению с поверхностной гидрофобизацией [5]. Поэтому объемную гидрофобизацию целесообразно проводить для ответственных конструкций, эксплуатирующихся в тяжелых с точки зрения воздействия агрессивных факторов условиях.

Это могут быть, например, железобетонные конструкции мостов, эксплуатирующиеся в морской воде, бетонные конструкции тепловых и атомных электростанции, подвергающиеся воздействию перепадов температур, здания и сооружения химических производств, находящихся в среде с повышенной кислотностью.

На эмульсию были разработаны технические условия (ТУ 2313-002-54609252—03) и получено санитарно-эпидемиологическое заключение областной СЭС. Данная эмульсия была рекомендована ЗАО «ВладдорНИИ» для гидрофобизации железобетонных мостов, путепроводов, а также памятников архитектуры. Так, в 2003 г. участок стены Кремля Александровской Слободы (г. Александров Владимирской обл.) был обработан гидрофобизирующей эмульсией с целью его защиты от неблагоприятных факторов.

По предварительным расчетам, стоимость разработанной водной гидрофобизирующей эмульсии будет на 10—15% ниже по сравнению со стандартными алкилгидридсилоксановыми жидкостями, используемыми в настоящее время. Это говорит о том, что при ее массовом применении можно ожидать существенного экономического эффекта.

В результате проведенных исследований была показана принципиальная возможность практического использования водной эмульсии системы ОППС—ТЭОС в качестве гидрофобизирующего материала для обработки железобетонных конструкций и памятников архитектуры с целью их защиты от неблагоприятных факторов и выявлена необходимость разработки новых гидрофобизирующих материалов.

#### Список литературы

1. Чухланов В.Ю., Дуденкова Л.А., Алексеенко А.Н. Композиционная кремнийорганическая эмаль // Строит, материалы. 2001. № 7. С. 5-7.
2. Цыпкина О.Я. Гидроизоляция и антикоррозионная защита железобетонных конструкций и сооружений. Киев: Будевельник. 1977.
3. Андрианов К.А., Хананашвили Л.М. Технология элементоорганических мономеров и полимеров. – М.: Химия, 1983. – 413 с.
4. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Однокомпонентная полиуретановая композиция, модифицированная тетраэтоксисиланом. Пластические массы. 2012. №7. С. 10-13.
5. Чухланов В.Ю., Колышева Н.А. Новые полимерные связующие на основе олигапиперилинстирола и алкоксилосанов. Пластические массы. 2007. №6. С.15.
6. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксиланом с повышенными эксплуатационными свойствами. Строительные материалы. 2012. №4. С.60-61.