

**С.М. Спектор**  
Гомельский государственный политехнический колледж  
Гомель, Республика Беларусь

## **ЭФФЕКТ ЛОТОСА НА ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***Аннотация.** Строительная отрасль нуждается в производстве и применении новейших современных материалов, обеспечивающих коррозионную устойчивость, прочность возводимых зданий, повышающих их эксплуатационные характеристики. Применение наноматериалов, основанных на эффекте лотоса, позволяет решить поставленные задачи.*

**S.M. Spector**  
Gomel State Polytechnic College  
Gomel, Republic of Belarus

## **LOTUS EFFECT ON THE PROTECTION OF BUILDING MATERIALS**

***Abstract.** The construction industry needs the production and use of the latest modern materials that provide corrosion resistance, the strength of the buildings being erected, and increase their operational characteristics. The use of nanomaterials based on the lotus effect makes it possible to solve the set tasks.*

Одной из базовых отраслей экономики Беларуси является строительство. В последние годы в стране выросло множество социально значимых объектов и жилых комплексов. Рост благосостояния белорусов позволил расширить возможности строительства индивидуального жилья. Каждый год возводятся миллионы жилых квадратных метров.

Традиционными материалами в строительстве являются дерево, железобетон, кирпич, силикатные и пенобетонные блоки, шифер, металлочерепица, древесностружечные плиты и др. Долгие годы службы закрепили эти материала на строительном рынке. Однако продление срока эксплуатации возводимых зданий, а значит и снижение экономических затрат на их ремонт и реставрацию, является насущной проблемой современной строительной отрасли.

Цель работы – изучить возможность продления долговечности и прочности строительных конструкций, повышения их эксплуатационных характеристик.

Не всегда при решении какой-либо проблемы необходимо «изобретать велосипед», достаточно внимательно посмотреть вокруг и окажется, что ответы на некоторые вопросы даёт сама природа. Так капли воды, попавшие на поверхность листьев некоторых растений, скатываются с них, оставляя лист совершенно сухим. Такое явление получило название «Эффект лотоса», т.к. растущее в водной среде, это растение остаётся всегда сухим. Такой же эффект можно наблюдать у листьев тюльпана, камыша, капусты. Также не смачиваются водой крылья бабочек, стрекоз и некоторых других насекомых. Однако это явление не только жизненно необходимо для организмов, но и может использоваться человеком для защиты строительных материалов от намокания. Если это природное явление использовать при производстве покрытий строительных материалов, то можно в разы увеличить срок их службы.

Так, бетонные конструкции и кирпич заметно быстрее разрушаются во влажной среде. Эти строительные материалы имеют пористую структуру, которая позволяет молекулам атмосферной влаги попадать в микротрещины и поры. Последующее действие отрицательных температур вызывает замерзание воды и увеличение её объёма, что, в свою очередь, способствует образованию в кирпиче и бетоне трещин и поверхностных сколов. Таким образом, регулярное замораживание и оттаивание вызывает стремительное разрушение пористых конструкционных материалов. Решение этой проблемы можно найти в микроскопическом исследовании поверхности природных объектов, обладающих эффектом лотоса. Природа в процессе длительной эволюции разработала совершенный механизм защиты растений и животных, обитающих на открытых пространствах, от намокания. Так, поверхность листа лотоса подробно была изучена в 1990-х годах немецким ботаником Вильгельмом Бартлоттом [1]. Оказывается, что на поверхности листьев этого растения имеются микроскопические шипы высотой несколько микрометров из воска и других гидрофобных веществ, которые создают микрошероховатую поверхность. Расстояние между шипами во много раз меньше капли воды, что не позволяет воде, вследствие её высокого поверхностного натяжения и незначительного контакта с вершинами шипов, проникать в углубления. При самом незначительном наклоне листа или дуновении ветра, капли скатываются с поверхности листа, оставляя её совершенно сухой. При этом вода захватывает с собой частицы пыли, оказывая тем самым очищающий эффект. Такое же явление можно наблюдать и у чешуекрылых (бабочек). Мельчайшие чешуйки их крыльев не позволяют воде смачивать крылья даже во время дождя. Таковую

взаимосвязь между гидрофобностью и величиной шероховатости поверхности отражена в законе Кассье, который определяет эффективное значение краевого угла смачивания для шероховатой поверхности. Этот угол составляет более  $150^\circ$  для ультрагидрофобных поверхностей. Закон Кассье имеет следующее математическое выражение:

$$\cos \theta_c = \gamma_1 \cos \theta_1 + \gamma_2 \cos \theta_2,$$

где  $\theta_1$  – угол контакта компонента 1, присутствующего в композиционном материале, с долей площади поверхности  $\gamma_1$ ;

$\theta_2$  – угол контакта компонента 2, присутствующего в композиционном материале, с долей площади поверхности  $\gamma_2$ .

Особое значение это уравнение приобретает в случае двухкомпонентной системы, когда вторым компонентом является воздух с углом контакта  $180^\circ$ . Подставив значение косинуса  $180^\circ$ , равное  $-1$ , в вышеприведённую формулу, получаем упрощённое уравнение:

$$\cos \theta_c = \gamma_1 (\cos \theta_1 + 1) - 1$$

Таким образом, малые значения  $\gamma_1$  и большие —  $\theta_1$  определяют возможность создания поверхности с очень большим углом контакта. Большое значение величины краевого угла увеличивает стремление капли воды принять форму идеального шара, благодаря чему площадь её соприкосновения с поверхностью материала становится минимальной, капля скатывается и смачиваемость стремится к нулю.

Исходя из закона Кассье, можно сделать вывод, что несмачиваемость поверхности связана не обязательно с использованием защитных гидрофобных материалов, таких как жиры и воски, а может быть достигнута введением в покрытия компонентов, образующих нанорельеф на защищаемом строительном материале. Большинство современных нанопокрытий имеют величину краевого угла  $110$ – $120^\circ$ . Для создания ультрагидрофобных покрытий строительных материалов этот угол должен составлять более  $150^\circ$ . Добиться таких показателей позволяет использование наноразмерных частиц, получить которые можно методами нанофрагментации и ультрадиспергирования.

Перспективными материалами при разработке нанопокрытий в строительной отрасли являются диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ , диоксид титана  $\text{TiO}_2$ , оксид алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , фуллерены. Получить наночастицы этих веществ можно, используя, например, коллоидные мельницы, кавитационные диспергаторы, и другие физико-химические методы. Эффективность наночастиц при создании композитных материалов, служащих для защиты пористых материалов, таких как бетон, во

многим зависит от размера частиц, который должен составлять не более 100 нм. Уменьшение их размеров позволит увеличить удельную поверхностную энергию, отнесённую к массе частиц, что позволит заполнить в бетоне микропоры, а значит снизить их заполняемость водой и продлить срок службы бетона. Наиболее эффективен проэтом размер наночастиц до 20 нм [2].

Срок службы бетона с покрытием из наночастиц может быть увеличен до 500 лет [3]. Кроме того, использование в композитном покрытии наночастиц оксида титана придаёт бетону не только гидрофобность, но и способствует самоочищению здания. Этот материал обладает также фотокаталитическим эффектом, который заключается в разложении под действием света практически любых загрязнений на стенах – частиц выхлопных газов, плесени, пыли, бактерий. Таким образом, фотокаталитические бетоны могут стать перспективным направлением в строительстве, решая проблемы разрушения и загрязнения фасадов зданий, а также снижения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Использование наночастиц позволяет производить композитные материалы с необходимыми свойствами: повышенными долговечностью, морозостойкостью, несмачиваемостью, прочностью. По данным академика Юрия Баженова, покрытие бетона композитным наноматериалом увеличивает его прочность с 20 до 200МПа [4].

При кажущихся, на первый взгляд, дополнительных расходах на использование нанопокровтий в строительной отрасли экономики, стоит проанализировать снижение объёмов затрат за счёт повышения их прочности и износостойкости материалов. Кроме того, наноматериалы как добавки используются в небольшом количестве, принося при этом значительный эксплуатационный, а значит и экономический и эффект.

### **Список использованных источников**

1. Сергеева, О.В. Введение в нанохимию: учеб.пособие / О.В.Сергеева, С.К.Рахманов // Минск, 2009. – С.126
2. Яглов, В.Н. Наночастицы в бетоне / В.Н.Яглов, Г.А.Бурак, А.А.Меженцев // Строительная наука и техника. – 2012.– № 1. – С.21
3. Лотов, В. А. Нанодисперсные системы в технологии строительных материалов и изделий / В. А. Лотов // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С.7
4. Баженов, Ю. М. Технология бетона. Учебник / Ю.М.Баженов// 3-е изд. М.: Изд-во АСВ, 2002.– С.53