

Анализ применения самоочищающихся бетонов в мировой практике строительства

*В.А. Борисов, А.С. Пилипенко, К.О. Ларионова,
Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный
Университет*

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы улучшения качества воздуха в окружающей среде за счет использования самоочищающихся строительных материалов. Анализируется процесс фотокатализа. Приведены примеры реализованных объектов с самоочищающимися материалами.

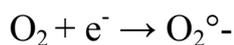
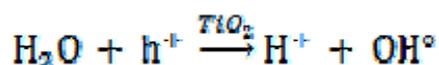
Ключевые слова: загрязнение городов, очистка воздуха, самоочищающиеся строительные материалы, фотокатализ, фотокаталитические реакции, самоомывание.

В настоящее время загрязнение городов является одной из важнейших проблем [1-6]. В городах с развитой транспортной и промышленной инфраструктурой очень большая загазованность. В связи с этим набирают популярность строительные материалы, которые имеют свойства самоочищаться и обогащать воздух кислородом [7-11]. Многие известные производители строительных материалов разрабатывают самоочищающиеся бетоны, штукатурки, шпаклевки и окна. Создание подобных материалов стало возможно благодаря процессу фотокатализа.

Фотокатализ – совокупность двух слов, «фото» – свет и «катализ» – ускорение химической реакции за счет специального вещества – катализатора. При фотоиндуцированном катализе благодаря катализатору, который появляется из вещества (прекьюсора) под действием энергии света, происходит ускорение реакции. В некоторых условиях такие реакции имеют возможность поддерживать динамику протекания реакции и после прекращения действия энергии света. Фотокаталитические процессы широко распространены в природе, к примеру, на этом эффекте базируется процесс фотосинтеза в клетках растений. Человек нашел широкое применение фотокатализу в химической промышленности, с его помощью ускоряют реакции осаждения металлов, полимеризации, окисления, восстановления, гидрирования и дегидрирования. Благодаря процессу фотокатализа у нас есть

возможность производить очистку воздуха и воды. Например, если нанести на оксидную матрицу оксид титана TiO_2 , то, под действием энергии света, образуются свободные радикалы, которые имеют возможность разрушать неорганические и органические загрязнители. Основными загрязнителями окружающей среды выступают газы SO_2 , NO_x , CO_x , бензол, полициклические ароматические углеводороды.

Механизм протекания фотокаталитической реакции выражен в виде следующих процессов:



Данные процессы широко используются в титаноксидных катализаторах, которые добавляют при производстве цемента, разработанных группой Italcementi. За счет такой добавки изделия, которые будут выполнены из данного цемента, получают свойства самоочищаться и удалять загрязнения из атмосферы. Это дает возможность уменьшать содержание вредных газов в воздухе рядом с поверхностью примерно на 80%, поскольку эффект фотокатализа позволяет окислять органические соединения до CO_2 и H_2O .

Стройматериалы, которые содержат фотокатализатор, сохраняют свой естественный цвет и остаются чистыми, благодаря тому, что их поверхность разлагает оседающие на неё микроорганизмы и загрязняющие вещества. Такие материалы менее подвержены разрушению под влиянием окружающей среды. Область материалов, в которых может применяться данное покрытие,

не ограничена, имеет место применение как в асфальтовых и бетонных покрытиях, так и с нанесением тонкой пленки из TiO_2 на стекло.

В настоящее время для решения проблемы загрязнения реализуются различные проекты, появляются здания с белоснежным фасадом, чьим основным компонентом является диоксид титана TiO_2 . За счёт эффекта фотокатализа вся грязь с фасада может смываться просто за счет дождя.

В Мексике здание больницы имени Мануэля Геа Гонсалеса (Рисунок 1), по проекту немецкого бюро Elegant Embellishments в 2014 году было облицовано панелями с фотокаталитическим покрытием. Панели очистительного фасада имеют ячеистое строение, что не препятствует естественной конвекции, а так же придает фасаду здания очень современный вид и архитектурную выразительность.



Рис. 1 Больница имени Мануэля Геа Гонсалеса.

В 2015 году в Милане было реализовано подобное решение в здании Palazzo – павильон выставки инновационных достижений (Рисунок 2). Фасад здания покрыт «паутиной», состоящей из цементных панелей, покрытых фотокатализатором. Материал, из которого сделали панели, состоит на 80% из продуктов вторичной переработки, что только улучшает экологическую сторону данной технологии.

Церковь Dives in Misericordia (Рисунок 3), построенная в стиле постмодернизма американским архитектором Ричардом Майером, напоминает собой лепестки цветка. Идея такого дизайна требовала сохранить

белизну стен на протяжении долгого времени. Это оказалось возможным благодаря применению современного бетона с добавками. Белым бетон может оставаться не только благодаря фотокаталитическому эффекту, но и возможности самоомывания. Это свойство проявляется из-за изменения угла смачиваемости поверхности материала под воздействием света. Значение угла смачиваемости может динамически изменяться в диапазоне от 80 до 0 градусов. Весь процесс происходит в течение нескольких дней. Благодаря этому вода имеет возможность то накапливаться на поверхности, равномерно покрывая её, то срываться с неё и очищать тем самым поверхность стены от загрязнения.



Рис. 2 Павильон выставки инновационных достижений.



Рис. 3 Церковь Dives in Misericordia, г. Рим.

В России впервые была проведена очистка воздуха с помощью технологии фотокатализа по заказу Министерства обороны для удаления и разложения боевых отравляющих веществ. В Институте катализа им. Г.К. Борескова СО РАН проводят исследования особенностей фотокаталитического разрушения веществ, которые имитируют боевые отравляющие вещества зарин, зоман, табун, иприт, VX. В ходе данного эксперимента были получены данные о том, что все отравляющие вещества были подвержены фотокаталитическому разрушению, находясь при этом как в растворе, так и в газообразной форме. Продукты, которые образуются

при разрушении, в конце реакции превращаются в безвредные для человека неорганические соединения.

В РФ уже существуют компании, которые занимаются созданием, продажей и нанесением фотокаталитических покрытий, но в настоящий момент их число невелико. Тем не менее, для фотокаталитических бетонов был разработан ГОСТ --- , определяющий требования к компонентам и готовым бетонам. Таким образом, организационных препятствий для получения самоочищающихся бетонов не обнаружено.

Выводы:

В современном мире всё более актуальной становится проблема улучшения качества воздуха, для её решения использование современных строительных материалов играет немаловажную роль. Исследований, которые посвящены эксплуатации и разработке фотокаталитических покрытий на сегодняшний день недостаточно, а на территории нашей страны они практически отсутствуют. Тема разработки фотокаталитических покрытий является весьма актуальной и требует дальнейших научных исследований в данной области.

Литература

1. Полякова Т.В., Сайбель А.В., Халезин С.В. Строительство и экология // Инженерный вестник Дона, 2012. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1388
2. Н.В. Карпова Экологическая оценка улучшения городских территорий // Инженерный вестник Дона, 2011. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2011/482
3. Тихомиров Д.А., Кисткина И.А. Проблема осознания экологической угрозы в России // Горизонты гуманитарного знания. 2017. №2. С. 55-61.
4. Щанкина Е.Г. Экология городских территорий // European Research, 2016. №8(19). С. 72-73.

5. Tong HL, Shi PJ, Bao SH, Zhang XB, Nie XY. Optimization of Urban Land Development Spatial Allocation Based on Ecology-Economy Comparative Advantage Perspective // Journal of urban planning and development. V: 144. Release 2. article number: 05018006. JUN 2018.

6. Ortolani Chiara; Vitale Marcello. The importance of local scale for assessing, monitoring and predicting of air quality in urban areas // Sustainable cities and society. V: 26. pp. 150-160. OCT 2016

7. Ляпидевская О.Б., Фрайнт М.А. Фотокаталитический бетон для дорожного строительства Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 125-130.

8. Bartos P.J.M. Экологически активный стеклофибробетон: на пути к улучшению внешней выразительности бетона и снижению загрязнения воздуха в городской среде // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2011. № 2. С. 24-41.

9. Дягилев Д.В., Ларичев Т.А., Сотникова Л.В., Владимиров А.А., Титов Ф.В., Дудникова Ю.Н., Бодак К.А., Просвиркина Е.В., Харченко Е.Н. Фотоактивные гетерофазные наноструктурированные материалы // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. № 3-2 (55). С. 112-118.

10. Лагутина И.Ю. Перспективы применения нанотехнологий в строительной сфере: индентирование и фотокатализ // Приволжский научный вестник. 2017. № 1 (65). С. 29-30.

11. Беленя И.М. Использование фасадных экологических плит при реконструкции зданий типовых детских садов и школ // Перспективы науки. 2017. № 6 (93). С. 31-39.

References

1. Polyakova T.V., Sajbel' A.V., KHalezin S.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1388

2. N.V. Karpova. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2011/482



3. Tikhomirov D.A., Kistkina I.A. Gorizonty gumanitarnogo znaniya. 2017. №2. pp. 55-61.
4. SHHankina E.G. p European Research, 2016. №8(19). pp. 72-73.
5. Tong HL, Shi PJ, Bao SH, Zhang XB, Nie XY. Journal of urban planning and development. V: 144. Release 2. article number: 05018006. JUN 2018.
6. Ortolani Chiara; Vitale Marcello. Sustainable cities and society. V: 26. pp. 150-160. OCT 2016
7. Lyapidevskaya O.B., Frajnt M.A. Vestnik MGSU. 2014. № 2. S. 125-130.
8. Bartos P.J.M. Nanotekhnologii v stroitel'stve: nauchnyj internet-zhurnal. 2011. № 2. pp. 24-41.
9. Dyagilev D.V., Larichev T.A., Sotnikova L.V., Vladimirov A.A., Titov F.V., Dudnikova YU.N., Bodak K.A., Prosvirkina E.V., KHarchenko E.N. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. № 3-2 (55). pp. 112-118.
10. Lagutina I.YU. Privolzhskij nauchnyj vestnik. 2017. № 1 (65). pp. 29-30.
11. Belenya I.M. Perspektivy nauki. 2017. № 6 (93). pp. 31-39.