

УДК 691

САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРА В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Астрейко В. С., Шалунова А. К

Научный руководитель – Молокович Г. Е.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В наши дни происходит бурный процесс урбанизации и освоение новых научно-технических направлений. Прогресс не стоит на месте, позволяя человеку совершенствовать уже имеющиеся достижения в науке, а также создавать инновационные решения в различных ее областях, добиваясь более комфортных условий для жизни. В процессе улучшения качества жизни появляются побочные эффекты: загрязнение атмосферы выхлопными газами из труб автомобилей, химические выбросы промышленных предприятий, запыленность атмосферы и кислотные дожди (рис.1.)



Рисунок 1. Выхлопные газы автомобилей, заводов

Все это оказывает неблагоприятное воздействие на среду жизнедеятельности человека в больших городах, на состояние фасадов зданий и сооружений, памятников архитектурного и культурного значения и на облик городов в целом. В связи с чем возникает необходимость обеспечения экологических требований среды различными мероприятиями, одно из которых: применение специальных материалов в строительстве и архитектуре, способствующих улучшению качества атмосферы города и защищающих здания от негативного воздействия окружающей среды (рис.2.).



Рисунок 2. Влияние внешней среды на фасад здания

Целью исследования является изучение палитры инновационных материалов, которые смогут противостоять загрязнителям воздуха и не будут подвергаться атмосферным воздействиям, наносящим ущерб памятникам архитектуры и зданиям. А также на примере зарубежной архитектурной практики определить возможности их применения для улучшения эксплуатационных качеств фасадов зданий в Беларуси.

Загрязнение воздуха происходит в городах, где бурно развивается промышленность. Архитекторы столкнулись с этим ещё в начале XIX века; в Лондоне, при реконструкции Вестминстерского дворца, основным материалом для фасада был выбран камень, который стал разрушаться и терять свою прочность по непонятным причинам ещё в процессе проведения работ. Архитекторы и ученые не сразу определили, что проблема была именно в атмосферном воздухе, которую усугубляли климатические особенности Британии. Этот опыт способствовал появлению идеи о регулировании окружающей среды в городе. К концу столетия правительство приняло законы, способствующие улучшению качества воздуха Лондона.

В настоящее время проблема с загрязнением воздуха имеет гораздо большую актуальность, это связано с появлением новых технологий и кардинальным изменением образа жизни людей. Основными факторами, ухудшающими экологическое состояние, можно назвать следующие антропогенные воздействия: загрязнение атмосферы, рост городов, бытовые отходы, расход природных ресурсов, выбросы отходов промышленными предприятиями.

Многие из этих факторов оказывают неблагоприятное воздействие не только на экологию и здоровье человека, но и на эстетику архитектурных зданий и городской среды. Чтобы вернуть зданиям красоту и первоначальный вид, застройщики проводят частые мероприятия по очищению фасадов от едкой пыли, химических загрязнений. Для этого используют различные методы очистки фасадов: ручной, мягкий бластинг, гидроструйную очистку, высокогидравлическую очистку. Для выполнения работ необходимо оборудование, специалисты, обладающие навыками работы на высоте, огромное количество химических средств и др. Эти способы очистки фасадных материалов являются временным, поскольку через некоторый промежуток времени здания снова будут нуждаться в очистке от оседающей на них пыли.

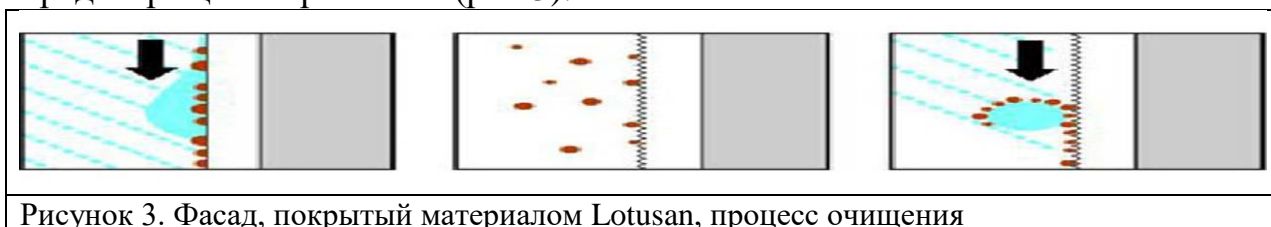
Самым эффективным способом является создание самоочищающихся материалов, которые позволяют зданию долгое время сохранять первоначальный вид и не подвергаться влиянию со стороны окружающей среды. На данном этапе уже существует несколько инновационных материалов, которые не только успешно применяются в строительстве, но и дают первые результаты в процессе эксплуатации. К ним относятся материалы с добавлением в основной состав диоксида титана (TiO₂) и самоочищающиеся покрытия, работающее на «эффекте лотоса».

Материалы с добавлением диоксида титана (TiO₂) в основной состав при воздействии солнечного света проявляют фотокаталитическую

активность. Это позволяет ему реагировать с водой и образовывать гидроксильные радикалы, которые расщепляют органические молекулы и микробы, концентрируемые на поверхности. Когда идет дождь, вода распространяется на гидрофильное покрытие TiO_2 и смывает пыль и грязь. Диоксид титана – это белый плёнкообразующий пигмент, который можно найти в составе красок, бумаги, солнцезащитных кремах и пр. Важными характеристиками диоксида титана являются его свойства самоочистки и антибактериальный эффект, который и применяют в строительных материалах. При добавлении TiO_2 в состав бетона или цемента, их свойства заметно улучшаются. Эта добавка обеспечивает бетону способность к самоочищению, придает белизну и более эстетичный вид построенным из него зданиям и сооружениям.

Самоочищающиеся покрытия для пластика и стекла представляют собой ультратонкий слой покрытия, имеющий в себе наночастицы TiO_2 . Он не заметен человеческому глазу, практически не снижает эффективность прохождения света сквозь стекло (4-5%), а также не смывается водой. Покрытие обеспечивает нейтрализацию органических соединений на поверхности и полную его гидрофилизацию, способствующую стеканию воды со стекла или пластика вместе с загрязнениями. Этот пленкообразующий состав под воздействием солнечного света работает как фотокатализатор, преобразуя атмосферный кислород и пары воды в атомарный кислород, проявляя свою активность в окислении и разложении органических соединений, уничтожении бактерий.

«**Эффект лотоса**» в материалах, подобно листьям лотоса после дождя, позволяет укрывающим поверхностям оставаться сухими и чистыми, предотвращая загрязнения (рис.3).



Это уникальное явление открыл профессор Боннского университета – Вильгельм Бартлотт. Эффект самоочистки лотосов сперва смогли перенести на фасадную краску, а затем уже и на штукатурку. При нанесении состава на поверхность образуется микрорельефная фактура, которая максимально снижает площадь контакта с загрязнителями и водой, создавая водоотталкивающий эффект.

Самоочищающиеся материалы стали применяться в строительстве относительно недавно, но уже можно наблюдать их влияние на окружающую среду и на облик фасадов зданий. В настоящее время примеры зданий с применением самоочищающихся фасадных материалов можно найти в Чехии, Китае, Италии, Мексике и др.

В 2018 году в Праге было введено в эксплуатацию первое в мире сооружение, способное устранять смог и очищать воздух (рис.4.). Это

административный комплекс под названием **Main Point Pankrác**, состоящий из пяти отдельных зданий, объединённых вокруг центра с двумя стеклянными панорамными лифтами.

Высота каждой части комплекса составляет 10 этажей, на крыше предусмотрен небольшой парк для отдыха с деревьями и кустарниками. Фасад выполнен из инновационного материала, в котором присутствует диоксид титана, поглощающий вредные вещества из атмосферы. Эффект воздействия этого здания на окружающую среду можно сравнить с парком, в котором растут сотни деревьев.



Рисунок 4. Main Point Pankrác

Больница Мануэля Хеа Гонсалеса в Мехико, как самого загрязненного города на планете, является одним из примеров зданий, фасад которого не только имеет возможность самоочищаться, но также поглощать смог, положительно влияя на окружающую среду и очищая воздух от вредных токсинов и химических соединений (рис.5). Площадь фасада более 2500 квадратных метров. Спроектированная система плоскости фасада разработана берлинской архитектурной компанией *Elegant Embellishments* и состоит из оболочек, покрытых фотокаталитическим диоксидом титана, решетчатый дизайн которых создает турбулентность воздушного потока на поверхности фасада, распределяя загрязняющие вещества по активным зонам, устраняющим вред, наносимый от 1000 автомобилей в день.



Рисунок 5. Больница Эмануэля Хеа Гонсалеса

Palazzo Italia - итальянский павильон Экспо 2015 – впечатляющий пример использования самоочищающихся материалов для решения задач дизайна и экологии (рис.6.). Фасад шестиэтажного здания облицован более чем 900 «активных биодинамическими панелями», выполненными из цемента с добавлением диоксида титана, который под действием света проявляет фотокаталитическую реакцию, нейтрализуя определенные загрязнители в воздухе и превращая их в инертные соли, очищая атмосферу.



Рисунок 6. Palazzo Italia

Церковь Dives in Misericordia в Риме построена в 2003 из белого бетона с добавками наночастиц диоксида титана (рис.7.). Она буквально «светится», что особенно заметно на фоне окружающих ее жилых построек 1970-х гг. Здание собрано из 265 железобетонных конструкций, изогнутых в белые паруса, которые поднимаются в небо на 85 футов.

Новые строительные материалы помогли воплотить в жизнь замысел Ричарда Мейера, считающего, что «свет является средством, с помощью которого мы способны испытывать то, что называется божественным».



Рисунок 7. Церковь Dives in Misericordia

Стеклянный купол Национального театра в Пекине, построенный по проекту французского архитектора Поля Андре, покрыт пленкой диоксида титана (рис.8.). Купол вытянут в длину на 212 метров, в ширину на 144 метра и на 46 метров в высоту. Он сделан из более чем 18 тысяч титановых пластин и свыше 1200 листов прозрачного стекла. В данном здании также применялась технология «эффект лотоса»: высокая плотность

частиц не дает ему намокать, капли воды, грязь скатываются с него, не оставляя ни малейших следов.



Рисунок 8. Национальный театр в Пекине

Продвижение исследований в области нанотехнологий, создание и применение на практике самоочищающихся материалов определяет современное направление в архитектуре и строительстве. Значимое место в создании и применении на практике нанотехнологий занимают Китай, Италия, Япония, Франция, США и другие. Например, Швеция, продвигая исследования в данной области, начинает активное внедрение технологии фотокатализатора в производство стройматериалов для городского строительства. Евросоюз выделил на данные исследования \$2,27 миллиарда.

В Республике Беларусь на данный момент наноматериалы не применяются в строительстве ввиду их дороговизны и недоступности для строительных компаний, так как строительная отрасль направлена больше на использование относительно дешевой продукции. Важнейшим критерием для внедрения инновационных материалов в строительную отрасль служит их конечная себестоимость. Для того, чтобы нанотехнологии получили широкое применение в нашей стране, необходимо сотрудничество отраслевой строительной науки с разработчиками в области фундаментальных исследований. Тем не менее, проблема загрязнения наших городов актуальна. На территории Беларуси действуют предприятия лёгкой и тяжелой промышленности.

Наибольшая плотностью эмиссии вредных веществ приходится на промышленный город Новополоцк. Здесь расположен крупнейший нефтеперерабатывающий завод «Нафтан». Имеется и ряд других предприятий, активно сжигающих и перерабатывающих топливо. По официальным данным в предшествующем периоде, только в столице валовый выброс составил порядка 18,3 тыс. тонн веществ от стационарных источников, среди которых «Минский тракторный завод», «МАЗ», «Минский завод отопительного оборудования» и другие, но проблема с загрязнением воздуха пока не достигает критической отметки, а одним из основных загрязнителей воздуха является автотранспорт, и составляет в процентном

соотношении 87% от общего числа всех выбросов, загрязняющих атмосферный воздух.

Проблема загрязнения воздуха наших городов требует решения, так как воздействия выхлопных газов имеют серьезное влияние не только на здоровье человека, но и на отделку фасадов зданий и сооружений. При определенных погодных условиях газы делают окружающую среду агрессивной. Концентрация вредных веществ увеличивается с повышением влажности и нарастает по вертикали фасадов, вдоль улиц и автомагистралей, проникая в дворовое пространство. Повышение уровня загрязнения воздуха заставляет задуматься о технологических решениях в области строительства и проектирования инфраструктуры, развития исследований и поиска инновационных материалов для обеспечения экологической безопасности и спасения фасадов от загрязнений и последующих разрушений.

Выводы:

- палитра инновационных самоочищающихся материалов позволяет решать различные задачи:

- функциональные (защита, содержание объекта в рабочем состоянии);

- эстетические (сохранение объекта в первоначальном виде);

- экономические (сокращение расходов на эксплуатацию объекта);

- экологические (очищение окружающей среды);

- самоочищающиеся материалы различаются по виду и характеру присутствия компонента;

- эффективность использования предполагает максимальное покрытие поверхности за счет увеличения площади элементов декора;

- необходимость применения самоочищающихся материалов в Республике Беларусь не обеспечена строительной и научной базой;

- инновационные самоочищающиеся материалы являются предметом для реализации в городском строительстве.

С появлением инновационных самоочищающихся материалов, архитектура в белорусских городах обретет иной облик, станет привлекательнее для жителей и гостей нашей страны, а также будет внесен значительный вклад в экологию белорусских городов. Самоочищающиеся материалы помогут сохранить первоначальный облик архитектурных зданий и памятников, помогут избежать лишних затрат на ремонт после введения объекта в эксплуатацию, будут способствовать очищению городского воздуха.