

УДК 504.03

ДРОЗДОВ В.С., студент 23-С-УС-1, ТЛЕХУСЕЖ М.А., к.х.н., доцент (КубГТУ)
Научный руководитель — ТЛЕХУСЕЖ М.А., к.х.н., доцент (КубГТУ)
г. Краснодар

**РОЛЬ ИНОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Строительство играет ключевую роль в развитии общества, однако оно также оказывает значительное, зачастую негативное влияние на окружающую среду. В последние годы всё больше внимания уделяется поиску инновационных и экологически чистых материалов, которые при применении в строительстве могут снизить негативное воздействие этой сферы деятельности на природу. Настоящая статья направлена на обзор используемых в строительстве перспективных инновационных материалов, которые сочетают в себе эффективность, долговечность и экологическую безопасность.

Впервые о разработке такого инновационного материала, как *"прозрачное дерево"* [1], стало известно в 2016 году. Однако лишь в 2020 году ученый из Университета штата Мэриленд в Колледж-Парке объявил о том, что испытания прошли успешно. «Прозрачное дерево» — материал достаточно прочный и лёгкий; он также имеет показатели, превышающие характеристики стекла в пять раз. Прозрачность материала достигается за счёт вымачивания древесины в специальном растворе и дальнейшего добавления в её структурный состав эпоксидной смолы.

Основным преимуществом «прозрачного дерева» в сравнении с обычным стеклопакетом является использование возобновляемого и экологически чистого сырья. Применяемое при изготовлении этого материала дерево бальса достигает зрелости за 5 лет; затраты на его выращивание значительно ниже, чем на производство стекла. Можно с уверенностью говорить о том, что «прозрачное дерево» сможет заменить традиционно используемый стеклопакет, так как обладает должной прозрачностью, прочностью и экологической безопасностью.

В 2015 году изобретатель Хенк Джонкерс из технического университета в Делфте представил современный метод для восстановления трещин в бетоне с использованием бактерий. *Самовосстанавливающийся бетон* [2] (или самовосстанавливающиеся цементные материалы) — это инновационный материал, способный заделывать трещины. Концепция самовосстановления бетона заключается в содержащихся в его структуре микрокапсулах [3]. Когда эти капсулы попадают в воду, то активизируются бактерии, которые заполняют трещины бетона известняком.

Использование самовосстанавливающегося бетона имеет ряд преимуществ. Так, он может значительно продлить срок службы бетонных конструкций, к тому же уменьшая необходимость частых ремонтов и замены материалов. Это, в свою очередь, приводит к снижению выработки отходов и уменьшению воздействия на окружающую среду, связанного с производством и

утилизацией обычных строительных материалов. Кроме того, самовосстанавливающийся бетон способствует поддержанию конструктивной целостности и безопасности, повышая долговечность и надежность объектов, в которых он используется.

Аэрогель [4] также является материалом, который имеет необычные свойства и находит широкое применение в различных областях. История его открытия началась в 1931 г., когда преподаватель Тихоокеанского колледжа в Калифорнии Самюэль Кистлер и его студент Чарльз Ленард разработали новый метод получения данного материала. Аэрогель получается путем удаления жидкости из геля, после чего остаётся только тонкая, пористая структура, заполненная воздухом и обладающая низкой плотностью. Названные характеристики обеспечивают веществу легкость и высокую теплоизоляцию. Изначально в исследованиях Тихоокеанского колледжа использовались силикагели, но в дальнейших трудах Кистлера были разработаны аэрогели на основе оксида алюминия, оксида хрома и диоксида олова. Углеродные аэрогели были созданы в конце 1980-х годов.

В строительстве аэрогель используется для теплоизоляции зданий, позволяя существенно снизить энергозатраты на отопление и кондиционирование воздуха. Благодаря своей легкости и прочности аэрогель может применяться и в качестве утеплителя для транспортных средств, что также способствует экономии топлива и снижению выбросов вредных веществ.

Richlite [1] — это инновационный материал из группы фенольных ламинатов, который используется в различных областях человеческой деятельности, включая строительство. Он изготавливается путем прессования натуральных волокон, взятых из бумаги и смешанных со смолой фенолформальдегидного происхождения. Такой метод позволяет создать прочный, стойкий к воздействию влаги и огня материал. Одним из основных преимуществ Richlite является его экологическая безопасность: этот материал не содержит опасных веществ, а его производство требует меньше энергии, чем традиционные материалы. Благодаря своей прочности и устойчивости к влаге Richlite идеально подходит для отделки фасадов, кухонных столешниц и мебели для влажных помещений. Richlite воспринимается как один из наиболее долговечных и надежных материалов: высокая износостойкость, устойчивость к царапинам и гигиеничность делают его незаменимым для применения во многих областях и проектах.

Гидрокерамика [1] — это инновационный материал, используемый для пассивного регулирования температуры в различных областях, включая и рассматриваемое здесь строительство. Он был разработан учеными из Колледжа Материаловедения Университета Мэриленда и Национальной Лаборатории Лангли. Гидрокерамика создаётся на основе керамического материала, обрабатываемого наночастицами соли и покрываемого пористым составом. Уникальность этого вещества заключается в способности к терморегуляции за счет испарения воды при фазовом переходе жидкости в газообразное состояние. Когда материал находится в контакте с водой, последняя поглощается пораами гидрокерамики и испаряется, отводя тепло и охлаждая окружающее пространство. Гидрокерамика работает на основе естественного процесса

испарения воды, что делает этот материал экологически безопасным. Кроме того, его использование в строительстве позволяет уменьшить потребление энергии на охлаждение помещений и снизить нагрузку на системы кондиционирования воздуха, способствуя тем самым экономии электричества и снижению выбросов парниковых газов.

Кроме перечисленного, можно также выделить облицовку из *биоугля* [1] — особого нетоксичного биопластика, изготовленного из лесных и сельскохозяйственных отходов. Биоуголь был разработан берлинским стартапом «Made of Air», основная цель которого — создание устойчивых и экологически чистых материалов. Переработанный материал состоит на 90% из углерода и способен адсорбировать CO₂ из атмосферы, являясь при этом гипоаллергенным и не выделяя вредных веществ. Вышеуказанная облицовка производится из перерабатываемой биомассы; она представляет собой устойчивый и возобновляемый материал, обладающий хорошими изоляционными свойствами и способный снижать потребление энергии для отопления и кондиционирования помещений.

Конопляная арматура [1] — это инновационный строительный материал, создаваемый из растительных волокон конопли. Они обладают высокой прочностью и легкостью, а также долговечностью и устойчивостью к различным воздействиям, включая влагу и огонь. Одним из ключевых преимуществ использования конопляной арматуры в строительстве является её экологическая безопасность. Конопля является быстрорастущим растением, которое не требует большого количества пестицидов или удобрений. Конопляная арматура при этом может использоваться в качестве утепления, а также для производства перегородок, армирования бетона и создания конопляных блоков с целью возведения стен.

Гибкий бетон [1] был разработан в 2018 г. Национальным университетом и Агентством по науке, технологии и исследованию в Сингапуре. Этот материал обладает высокой гибкостью и прочностью. Он создается путем смешивания цемента, воды и мельчайших частиц полимеров, которые придают ему упругость и термопластичность. Эти качества позволяют гибкому бетону выдерживать большие деформации и возвращаться к исходному состоянию. Важный плюс этого материала — возможность создания из него прочных и гибких дорожных покрытий, что снижает потребность в постоянном ремонте, экономя ресурсы. Гибкий бетон имеет низкую энергозатратность при производстве, сокращает выбросы парниковых газов, а также способствует уменьшению шума и вибраций, улучшая комфортность и безопасность.

К инновационным материалам можно также отнести синтезированные сотрудниками кафедры химии КубГТУ экологически чистые вещества с полезными свойствами [5, 6], которые оказывают влияние как на посевные качества семян озимой пшеницы [7-9], так и на поверхностное натяжение СОЖ [10].

В данной статье приведена лишь небольшая часть тех инновационных разработок, которые уже применяются в строительной отрасли. Ежегодно каждая из технологий претерпевает те или иные изменения, а на смену одного решения

могут прийти другие. Однако строительство — это та сфера, где технологичность и инновационные цифровые решения способны перевернуть методы ведения проектов, позволяя создать по-настоящему уникальные объекты.

Список литературы:

1. Самые прогрессивные инновационные строительные материалы. [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. — 2022. — Режим доступа: <https://www.planradar.com/ru/top-15-innovacionnyh-stroitelnyh-materialov/>, свободный (дата обращения: 11.10.23)
2. 10 инновационных материалов в строительстве. [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. — 2022. — Режим доступа: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/132luzb6k1-10-innovatsionnih-materialov-v-stroitelstve>, свободный (дата обращения: 11.10.23)
3. Кодзоев М. Б. Х., Исаченко С. Л. Самовосстанавливающийся бетон // Бюллетень науки и практики: электрон. науч. журнал. 2018. Т. 4. №4. С. 287-290. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samovosstanavlivayuschiysya-beton/viewer> (дата обращения 11.10.23)
4. Бабашов В. Г., Варрик Н. М., Карасева Т. А. Применение аэрогелей для создания теплоизоляционных материалов // Труды ВИАМ №6 (78): электрон. науч. журнал. 2019. № 6 (78). С. 32-42. URL: <http://www.viam-works.ru/ru/articles?year=2019&num=6> (дата обращения 23.10.23).
5. Тлехусеж, М. А. Синтез новых гетероциклических соединений на основе N-бензил(гептил)-3-бензил(гептил)-амино-4-гидроксипутанаминов / М. А. Тлехусеж, Л. А. Бадовская, З. И. Тюхтенева // Химия гетероциклических соединений. — 1996. — № 5. — С. 711-716. — EDN WBVEBZ.
6. Тлехусеж, М. А. Синтез карбамоил- и аминокпроизводных пиридинил- и фенилфурилоксазолидинов / М. А. Тлехусеж, Л. А. Бадовская // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2006. — № 3(135). — С. 39-41. — EDN HTNGHR.
7. Патент № 2373709 С1 Российская Федерация, МПК А01N 37/20, А01Р 21/00. Активатор прорастания семян озимой пшеницы, повышающий устойчивость проростков к водному стрессу: № 2008126343/04: заявл. 27.06.2008: опубл. 27.11.2009 / З. И. Тюхтенева, Л. А. Бадовская, М. А. Тлехусеж, Н. И. Ненько; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ГОУВПО "КубГТУ"). — EDN GLBGEE.
8. Тлехусеж, М. А. Активаторы прорастания семян озимой пшеницы на основе амидов полизамещённой аминокислоты / М. А. Тлехусеж, З. И. Тюхтенева, Н. И. Ненько // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1-1. — С. 1984. — EDN VIFHTJ.
9. Бадовская, Л. А. Влияние гетарил-1,3-оксазолидинов на посевные качества семян озимой пшеницы / Л. А. Бадовская, М. А. Тлехусеж, Н. И. Ненько // Агрохимия. — 2017. — № 1. — С. 46-49. — EDN XQOAPV.

10. Новые ПАВ на основе производных аминокислот и аминобутановой кислот и их использование в качестве присадок к смазочно-охлаждающим жидкостям / Л. А. Солоненко, М. А. Тлехусеж, Л. Н. Сороцкая, Л. А. Бадовская // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2012. – № 2(166). – С. 112-115. – EDN OWSFLT.