

ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. В. РУБАН

*Научный руководитель – Н. И. Семченко (канд. техн. наук)
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современном мире все большее внимание уделяется исследованиям и разработкам в области инновационных строительных материалов и технологий. Внедрение инновационных подходов в строительство позволяет инженерам решать не только большую часть конструкционных и архитектурных задач, но и дает ряд решений с экономической точки зрения. К ним относятся:

- повышение рентабельности и сокращение сроков строительства;
- снижения материалоемкости и затрат на строительство, эксплуатацию и ремонт;
- повышение долговечности и энергоэффективности строительных конструкций и зданий в целом.

Также, говоря об инновационных материалах, нельзя не затронуть вопрос экологии, который на сегодняшний день стоит наиболее остро как в строительной сфере, так и в других областях промышленности.

Значительная часть инновационных строительных материалов изготавливается на основе возобновляемых природных ресурсов, что позволяет не только частично решать экологические вопросы, но и снизить стоимость на изготовление данных материалов. Это приводит к снижению стоимости жилья для населения, так как она напрямую зависит от стоимости используемых материалов.

Массивная многослойная древесина (CLT-панели). В основе конструкции CLT-панелей лежит массивная многослойная древесина. Она представляет собой особую технологию, в которой применяется дерево во всех элементах. Натуральное дерево помещают в панели, покрывают специальным защитным слоем и делают из него массив, который намного прочнее обычной древесины. Для создания прочных и устойчивых балок используется клееный брус. Он состоит из нескольких скрепленных между собой кусков пиломатериалов, которые используются для создания каркасных конструкций. Также существует поперечно-клееный брус, он состоит из пиломатериалов, уложенных в чередующихся направлениях, из которых получают панели, которые способны выдержать большой вес. CLT-панели являются огнестойким строительным материалом. Обгорание внешних слоев дерева при горении способствует созданию обугливания, которое помогает

защитить остальную часть дерева. Во время проведения испытаний на огнестойкость они продемонстрировали способность к сохранению своей структуры. Вследствие того, что древесина из массива обладает способностью улавливать углерод еще на стадии роста деревьев, она сохраняет это свойство в зданиях и в дальнейшем. Как говорится в одном исследовании, опубликованном в журнале *Journal of Sustainable Forestry*, при использовании стратегии устойчивого лесопользования возможно снизить глобальные выбросы с 15 до 32 % за счет замены материалов, используемых в зданиях и мостах, на древесину. Несмотря на то, что стоимость на CLT-панели значительно выше, чем на традиционные строительные материалы, они обладают рядом преимуществ [1]:

- теплоёмкость 2,1 кДж/кг, теплопроводность 0,13 Вт/мК (это в три раза выше, чем у бетона и кирпича; здания из CLT-панелей можно строить и в регионах с суровым климатом);

- показатели прочности панелей, благодаря технологии производства, превышают в несколько раз прочностные характеристики бетона;

- относительно веса бетона вес CLT-панели достаточно мал (панели в шесть раз легче бетона, что позволит сэкономить на фундаменте);

- материал экологичен и безопасен для здоровья человека, поскольку для склеивания ламелей не применяется меламиновых или формальдегидных смол;

- CLT-панели не дают усадки благодаря производственному процессу изготовления, сразу после окончания строительства можно заниматься отделкой;

- хорошая сейсмостойчивость и звукоизоляция.

Фибробетоны. Повышенное внимание к использованию дисперсно-армированных бетонов (фибробетонов) в строительстве, а также их улучшенных характеристик по сравнению с неармированными бетонами является актуальной темой для изучения как в нашей стране, так и за рубежом. С помощью нового конструкционного материала можно снизить энергоёмкость, трудоёмкость и материалоемкость изготовления деталей и изделий, а также повысить их качество и надёжность [2]. Их применение в тонких конструкциях наиболее эффективно. Дисперсное армирование, в свою очередь, способствует значительному повышению прочности и деформационных характеристик бетона. На сегодняшний день в мировой практике строительства использование фибробетона является одним из наиболее перспективных материалов. Опыт таких развитых стран, как США, Великобритании, Японии и Германии, показал преимущества использования данного материала в строительстве. В Японии для строительства зданий и сооружений, которые находятся в сейсмоопасной зоне, широко применяется фибробетон.

Кирпичи из окурков. Исследователи из университета Мельбурна, находящегося в Австралии, предложили делать глиняные кирпичи, добавляя в них остатки от сигарет. Для того, чтобы понять свойства остатков сигарет, исследователи изучили их свойства. Они пришли к выводу, что полученный

материал легче и хуже проводит тепло, а его производство требует меньше энергии. В ходе исследований было установлено, что добавление всего 1 % окурков в глину может уменьшить энергозатраты, которые уходят на обжиг кирпичей, на 20 миллиардов мегаджоулей. Возможным способом избавления от неприятного запаха авторы предлагают воспользоваться ультрафиолетовым излучением, которое способно превратить летучие органические соединения в вещества без неприятного запаха.

Проведенные исследования, опубликованные в журнале *Materials*, показали: прочность на сжатие для кирпичей с содержанием окурков 1 % и влажностью 15,5 % и 17,5 % в среднем составила 27,5 МПа и 25,8 МПа соответственно (что ниже 43,2 МПа, которые продемонстрировали контрольные кирпичи), при этом они имеют более низкую плотность и влажность [3]. Потребление энергии в доме может значительно снижаться, так как более низкая теплопроводность уменьшает необходимость использования систем кондиционирования воздуха для регулирования температуры внутри дома. Снижение плотности образцов привело к тому, что водопоглощение и начальная скорость поглощения влаги увеличились. Вместе с тем изменения носили незначительный характер и были осуществлены в приемлемых пределах.

Утрамбованная земля (тайпа). Инженер Марва Дабайех в 2014 году опубликовала работу, в которой описала личный опыт строительства с использованием тайпы, а также достоинства и недостатки метода. В качестве главных преимуществ она выделила следующие:

- пожарная безопасность;
- низкая теплопроводность;
- повышающаяся со временем прочность (от 15 до 120 кг/см²);
- звукоизоляция;
- экологичность.

В качестве недостатков метода исследовательница назвала необходимость дополнительных расходов на гидроизоляцию перекрытий и стыков, а также сложность укладки [4]. Правильно построенная, утрамбованная земля может выдерживать нагрузки в течение тысяч лет, о чем говорят многие до сих пор сохранившиеся древние сооружения, созданные из утрамбованной земли по всему миру. В случае необходимости земля может быть утрамбована с помощью арматуры, дерева или бамбука. При смешивании цемента с почвенной смесью можно повысить несущую способность конструкции, но следует использовать такие смеси только в том случае, если они имеют низкий уровень содержания глины. Существующие конструкции из утрамбованной земли могут быть возведены не более чем за две трети стоимости стандартных каркасных домов, но при этом они будут служить достаточно долго. Об этом заявили в Министерстве сельского хозяйства США.

Существенным преимуществом утрамбованной земли является ее отличная тепловая устойчивость, которая позволяет ей поглощать тепло днем и отдавать ночью. Это может привести к выравниванию ежедневных коле-

баний температуры и снижению потребности в отоплении и кондиционировании воздуха. В то же время, земля, которая была утрамбована, так же как и кирпич или бетон, нуждается в дополнительной изоляции в более холодных условиях. Также его нужно защитить от обильного дождя и изолировать пароизоляцией. При использовании влагонепроницаемых материалов, таких как цементная штукатурка или другие виды покрытия, необходимо соблюдать осторожность, так как они могут ухудшить способность стены десорбировать (очищать) влагу, что ведет к уменьшению прочности на сжатие.

При толщине и плотности земляных стен шириной от 300 до 350 мм естественным образом обеспечивается звукоизоляция.

Большинство из рассмотренных материалов уже активно применяются в строительстве по всему миру, а здания и сооружения с использованием некоторых из них, в частности, из CLT-панелей и фибробетона, можно встретить и в нашем регионе. Это обусловлено тем, что данные инновационные материалы имеют ряд технико-экономических и экологических преимуществ над традиционными строительными материалами.

Список литературы

1 Плюсы и минусы CLT-панелей // Группа компаний «Дековуд». – URL: <https://rosbrus.by/plyusy-i-minusy-clt-paneley> (дата обращения: 03.12.2024).

2 Использование инновационных конструкционных материалов – новая тенденция в современном строительстве // Вестник промышленности: сб. ст. – URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки..** (дата обращения 03.12.2024).

3 Implementation of Recycling Cigarette Butts in Lightweight Bricks and a Proposal for Ending the Littering of Cigarette Butts in Our Cities: essential essays / ed.: A. Mohajeri [et al.]. – Melbourne : RMIT University, 2020. – 18 p.

4 Утрамбованная земля // Appropedia. – URL: https://www.appropedia.org/Rammed_earth/ru (дата обращения 03.12.2024).

УДК 699.841

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОНАХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А. Н. САНКОВА

Научный руководитель – Л. В. Качемцева (канд. архитектуры, доцент)

Белгородский государственный университет

им. В. Г. Шухова, Российская Федерация

В последние годы деревянным строительным материалам уделяют особое внимание благодаря их экологичности, экономичности и улучшенным теплоизоляционным свойствам. Однако основными факторами, сдержива-