

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ И ДРУГИХ ВИДОВ ОТХОДОВ

COMPOSITE MATERIALS USING WOOD AND OTHER WASTE TYPES

Черников Э.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Рублев И.Ю., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Черных А.С., кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Chernikov E.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Rublev I.Yu., postgraduate student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Chernykh A.S., Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Associate Professor Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. Современное промышленное строительство требует использования эффективных, экологически чистых и экономически выгодных материалов на основе древесных отходов, а это способствует решению проблемы утилизации отходов, что актуально в условиях увеличения объемов пластиковых и древесных отходов по всему миру использованием.

Abstract:. Modern industrial construction requires the use of efficient, environmentally friendly and cost-effective materials based on wood waste, and this helps to solve the problem of waste disposal, which is relevant in the context of increasing volumes of plastic and wood waste used worldwide.

Ключевые слова: древесина, отходы, композиционные материалы, экология.

Keywords: wood, waste, composite materials, ecology.

Обоснование актуальности темы. В условиях роста объемов строительства и усиления экологических требований, актуальным становится поиск новых композитных материалов, которые обеспечивали бы высокие эксплуатационные характеристики и в то же время способствовали уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из перспективных направлений является использование отходов различных отраслей, таких как деревообработка и переработка пластмасс. В частности, древесные

отходы и полиэтилентерефталат (ПЭТ) – продукты, которые в значительных объемах образуются

в промышленности и могут быть повторно использованы для создания новых материалов. Древесные отходы содержат ценные компоненты, такие как целлюлоза и лигнин, которые способны улучшить механические свойства материалов, а ПЭТ, широко применяемый в производстве пластиковых бутылок и упаковки, обладает высокой прочностью и устойчивостью к химическим воздействиям.

Использование этих отходов в сочетании с цементом – ключевым компонентом строительных материалов – позволяет создать композитные материалы с улучшенными характеристиками.

Такие материалы обладают потенциалом снижения стоимости производства, уменьшения количества отходов и снижения выбросов углекислого газа, связанных с производством традиционных строительных материалов.

Кроме того, переработка ПЭТ и древесных отходов способствует решению проблемы утилизации отходов, что актуально в условиях увеличения объемов пластиковых и древесных отходов по всему миру. Разработка материала, сочетающего в себе цемент, ПЭТ и древесные отходы, может стать важным шагом в направлении устойчивого строительства и экологически рационального использования природных ресурсов. Необходимость сохранения экологии и решения проблемы отходов разного вида очень важна на сегодняшний день. Использование бросовых отходов, в первую очередь, сможет решить проблему с большим количеством отходов в наше время [1-3].

Создание композитов на основе цемента, древесных отходов и полиэтилентерефталата изучаются во всем мире, так как уменьшение отходов и сохранения окружающей среды для будущих поколений является основной задачей для всего мира. Это мы можем видеть из множества публикаций, представленных научными исследователями по всему миру: Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 [4], Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 [5], Lyuty P, Bekhta P, Ortynska G 2018 [6], Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 [7], Guo C, Li L, Li H 2019 [8], Chan C M, Vandt L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 [9] и другие.

Таким образом, разработка композиционных материалов на основе древесных отходов является актуальной задачей, поскольку она отвечает требованиям экологической безопасности, энергоэффективности и экономики замкнутого цикла, что крайне важно для современного общества.

В последние годы разработка строительных материалов с добавлением отходов, таких как древесные остатки и полиэтилентерефталат (ПЭТ) и др., получила значительное внимание. Этот подход не только помогает решить проблему утилизации отходов, но и позволяет создавать материалы с улучшенными характеристиками.

Добавление древесных отходов в цементные смеси улучшает их прочность и долговечность. Например, исследования показали, что добавление лигнина (биополимера из древесины) в бетонную смесь значительно увеличивает её изгибающую прочность, а также ускоряет процесс биodeградации этого материала после использования. Данный материал

может быть альтернативой традиционному бетону, снижая выбросы CO₂ и увеличивая экологичность строительства.

Другим инновационным решением является использование переработанного ПЭТ для производства строительных материалов, таких как кирпичи. Эти кирпичи обладают рядом преимуществ: они легче традиционных кирпичей, более прочны и долговечны, не требуют раствора для соединения, что ускоряет процесс строительства. Применение пластика в строительстве помогает сократить количество отходов на свалках и уменьшить потребление энергии, необходимой для производства бетона.

В последние годы также активно разрабатываются композитные материалы, сочетающие цемент с древесными отходами и ПЭТ. Такой композит не только перерабатывает отходы, но и обладает улучшенными механическими свойствами. Древесные волокна в смеси усиливают гибкость и снижают массу материала, что делает его более устойчивым к воздействию температурных колебаний и механическим нагрузкам ПЭТ, благодаря своей высокой прочности и устойчивости к химическим и механическим воздействиям, может улучшать долговечность таких композитов. Например, исследования показали, что добавление ПЭТ увеличивает водоотталкивающие свойства и прочность на разрыв, что делает материал пригодным для использования в суровых климатических условиях и во влажной среде.

Композиционный материал – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу или связующее, и включённые в неё армирующие элементы или наполнители.

Кроме того, популярным направлением стало использование переработанных пластиков, таких как ПЭТ и другие полимеры, для создания новых строительных блоков, которые имеют высокую прочность, легкость и устойчивость к погодным условиям. Эти материалы обладают более высокой экологической эффективностью по сравнению с традиционными бетонными блоками, так как их производство требует меньше энергии и ресурсов [10].

Развивающееся современное строительство, в том числе и индивидуальное, нуждается в таких строительных материалах, использование которых позволит в кратчайшие сроки возводить экономичные, теплые и экологически чистые здания. Ввиду постоянного роста цен на энергоносители особое значение при производстве материалов уделяется вопросам теплоэнергоресурсосбережения. Использование при возведении ограждающих конструкций цементно-древесных композитов, изготовленных из местного сырья и отходов полимеров – один из перспективных и экономически выгодных способов решения данной задачи [1, 3].

Научные разработки в области создания строительных материалов на основе отходов и вторичного сырья активно развиваются в последние десятилетия, стремясь снизить нагрузку на окружающую среду и предложить экономически выгодные и прочные решения для строительства.

Комбинация цемента, древесных отходов и ПЭТ является перспективной для создания лёгких и прочных композитных материалов, которые могут использоваться как в строительстве, так и в отделке. Композиты с такими добавками сочетают в себе

преимущества каждого из компонентов: древесные отходы обеспечивают экологичность и теплоизоляцию, ПЭТ - химическую стойкость и долговечность, а цемент даёт основную прочностную базу. Исследования показывают, что такие материалы обладают высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям и могут использоваться в промышленном и гражданском строительстве, в том числе для возведения стен, кровли и перекрытий. Важно отметить, что композиты с добавлением ПЭТ также могут способствовать снижению стоимости строительства, так как использование отходов снижает расходы на сырьё.

Использование цемента, древесных отходов и полиэтилентерефталата (ПЭТ) в строительных материалах является перспективным направлением, которое способствует снижению нагрузки на окружающую среду и созданию экономически эффективных решений для строительной индустрии. Продолжение исследований в этой области направлено на улучшение адгезии компонентов, повышение огнестойкости и снижение токсичности материалов, что открывает новые возможности для их массового внедрения в строительную практику.

Список литературы

1. Стородубцева, Т.Н. Использование древесных отходов и местного техногенного сырья в составах композитов: монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2016. – 196 с.
2. Коротаев, Э. И. Производство строительных материалов из древесных отходов / Э. И. Коротаев, В. И. Симонов. – М., 1972. – 144 с.
3. Стородубцева, Т.Н. Современные композиционные материалы для гражданского строительства: монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г.Ф. Морозова. - Воронеж, 2021. - 143 с.
4. Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 Simultaneously improving the toughness and stiffness of wood flour/polypropylene composites using elastomer a669/talcum blends *Polymer Composites* (USA) vol 40(4) pp 1335-1341
5. Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 Calcium carbonate and wood reinforced hybrid pvc composites. *Journal of Applied Polymer Science* (USA) vol 135(22) p 46317
6. Lyutyy P, Bekhta P, Ortynska G 2018 Lightweight flat pressed wood plastic composites: possibility of manufacture and properties *Drvna Industrija* (Croatia) vol 69(1) pp 55-62
7. Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 Suitability of sawdust from three tropical timbers for wood-cement composites *Journal of Sustainable Forestry* (USA) vol 37(4) pp 414-428
8. Guo C, Li L, Li H 2019 Evaluation of interfacial compatibility in wood flour/polypropylene composites by grafting isocyanate silane coupling agent on polypropylene. *Journal of Adhesion Science and Technology* (Netherlands) vol 33(5) pp 468-478
9. Chan C M, Vandi L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 Composites of wood and biodegradable thermoplastics: a review *Polymer Reviews* (USA) vol 58(3) pp 444-494

10. Алексеева, М.А. Использование древесины в строительстве и возможности многогранного использования ее биомассы / М.А. Алексеева, Т.Н. Стородубцева, А.В. Гудилин // Новые материалы и перспективные технологии лесопромышленного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 25 мая 2022 г. / отв. ред. Т.Н. Стородубцева; ВГЛУ. - Воронеж, 2022. - С. 159-164.

References

1. Storodubtseva, T. N. Use of wood waste and local technogenic raw materials in composite compositions: monograph / T. N. Storodubtseva, A. A. Aksomitny; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, FSBEI HE "VGTU". - Voronezh, 2016. - 196 p.
2. Korotaev, E. I. Production of building materials from wood waste / E. I. Korotaev, V. I. Simonov. - Moscow, 1972. - 144 p.
3. Storodubtseva, T. N. Modern composite materials for civil engineering: monograph / T. N. Storodubtseva, A. A. Aksomitny; Voronezh. state forestry university named after G. F. Morozov. - Voronezh, 2021. - 143 p.
4. Hao J, Wang H, Song Y, Wang W 2019 Simultaneously improving the toughness and stiffness of wood flour/polypropylene composites using elastomer a669/talcum blends *Polymer Composites* (USA) vol 40(4) pp 1335-1341
5. Croitoru C, Roata IC, Luca MA, Spirchez C, Lunguleasa A, Cristea D, Pop MA, Bedo T 2018 Calcium carbonate and wood reinforced hybrid pvc composites. *Journal of Applied Polymer Science* (USA) vol 135(22) p 46317
6. Lyutyty P, Bekhta P, Ortynska G 2018 Lightweight flat pressed wood plastic composites: possibility of manufacture and properties *Drvna Industrija* (Croatia) vol 69(1) pp 55-62
7. Antwi-Boasiako C, Ofosuhene L, Boadu K B 2018 Suitability of sawdust from three tropical timbers for wood-cement composites *Journal of Sustainable Forestry* (USA) vol 37(4) pp 414-428
8. Guo C, Li L, Li H 2019 Evaluation of interfacial compatibility in wood flour/polypropylene composites by grafting isocyanate silane coupling agent on polypropylene. *Journal of Adhesion Science and Technology* (Netherlands) vol 33(5) pp 468-478
9. Chan C M, Vandi L-J, Pratt S, Halley P, Werker A, Laycock B, Richardson D 2018 Composites of wood and biodegradable thermoplastics: a review *Polymer Reviews* (USA) vol 58(3) pp 444-494
10. Alekseeva, M. A. Use of wood in construction and the possibilities of multifaceted use of its biomass / M. A. Alekseeva, T. N. Storodubtseva, A. V. Gudilin // New materials and promising technologies of the forest industry complex: materials of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists and students, Voronezh, May 25, 2022 / ed. T. N. Storodubtseva; VSTU. - Voronezh, 2022. - P. 159-164.