DOI: 10.58168/BECGD2026_573-579
УДК 338.2:630

ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ КАК ЭЛЕМЕНТ РАЗВИТИЯ БИОЭКОНОМИКИ

INNOVATIVE COMPOSITE MATERIALS IN THE FORESTRY INDUSTRY AS AN ELEMENT OF BIOECONOMIC DEVELOPMENT

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

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

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

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

Гоптарев С.М., кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Goptarev S.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Алешина Ю.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Aleshina Yu.V., Student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. Статья рассматривает проблемы, связанные с производством и внедрением новых композитных материалов в лесной промышленности. Она выявляет и оценивает основные характеристики классических деревянных материалов, связанные с низкими физико-механическими характеристиками и дефектами. Мы уделили внимание современным видам композитных материалов, особенностям их применения в промышленности и технологии производства. Особое значение уделяется снижению экологического воздействия и более рациональному использованию природных ресурсов. В статье говорится, что современные композитные материалы однозначно обладают рядом преимуществ. Из них можно выделить несколько, например, такие изделия более качественные и долговечные с повышенной производственной эффективностью. Поэтому они имеют хорошие перспективы для использования в лесном хозяйстве.

© Стородубцева Т. Н., Морковин В. А., Гоптарев С. М., Алешина Ю. В., 2026

Abstract. The article examines the problems associated with the production and implementation of new composite materials in the forest industry. It identifies and evaluates the main characteristics of classical wooden materials associated with low physical and mechanical characteristics and defects. We paid attention to modern types of composite materials, the features of their use in industry and production technology. Particular attention is paid to reducing environmental impact and more rational use of natural resources. The article states that modern composite materials clearly have a number of advantages. Of these, several can be distinguished, for example, such products are of higher quality and durability with increased production efficiency. Therefore, they have good prospects for use in forestry.

Ключевые слова: композитные материалы, лесопромышленная отрасль, инновационные технологии, древесные отходы.

Keywords: composite materials, timber industry, innovative technologies, wood waste.

В современных условиях, как никогда, внедрение инновационных технологий и материалов набирает особую актуальность. Одной из главных целей промышленности стало повышение эффективности производства, снижение затрат и рациональное использование природных ресурсов. Одним из перспективных направлений развития лесопромышленной отрасли является разработка и применение композитных материалов. Преимущественно материалов, сочетающих высокие характеристики эксплуатации, экологичность и экономическую эффективность [1].

Лесопромышленная отрасль активно осваивает композитные материалы, что является одним из наиболее перспективных и быстроразвивающихся направлений. Материаловедческие исследования подтверждают, что композиты – это передовые, наукоемкие продукты, требующие глубоких научных и инженерных проработок. Компании стараются выпускать наиболее выгодные продукты для расширения бизнеса, и спрос на них стабильно растет [2]. Лесная промышленность играет в этом большую роль, так как дает сырье для производства мебели и упаковки. При этом у обычной древесины есть свои недостатки, поэтому специалисты постоянно ищут способы улучшить ее свойства. Например, запас прочности у дерева ограничен, и оно постепенно разрушается от влаги, трения и насекомых. Существует даже специальный ГОСТ с подробным перечнем дефектов, который помогает правильно оценивать степень повреждения материала.

Чтобы соответствовать растущему спросу на надежные, долговечные и экологически чистые материалы, лесопромышленные компании должны осваивать современные технологии. Это позволит им стать более конкурентоспособными [2]. Композитные материалы, благодаря своей универсальности в строительстве, производстве мебели и отделочных материалов, являются перспективным направлением для инвестиций и развития бизнеса.

Целью исследования является изучение характеристик композитных материалов и внедрение таких компонентов в такие сферы как строительство, деревообработка и производство товаров народного потребления. А также мы рассмотрим их влияние на повышение эффективности и процесс их разработки.

Инновационные композитные материалы представляют собой многокомпонентные структуры, в которых древесное сырьё сочетается с полимерными, минеральными или иными добавками [3]. Такие материалы имеют повышенную прочность и устойчивость к внешним воздействиям. Вдобавок, такая продукция сокращает объём отходов деревообработки и увеличивается ее срок службы.

В качестве объектов исследования рассматривались такие материалы как: древесная стружка, опилки, полимерные связующие материалы, защитные и модифицирующие добавки, повышающие влагостойкость и прочность, данные научных публикаций и производственной практики предприятий лесопромышленного комплекса. Наше исследование также включает в себя сравнительный анализ традиционных древесных материалов и инновационных композитов по показателям прочности, устойчивости к влаге, долговечности и экономической эффективности производства.

В лесопромышленной отрасли применение композитных инновационных материалов существенно улучшает эксплуатационные характеристики продукции. Если сравнить традиональные древесные материалы с композитными, можно подробно увидеть их различия. Композитные материалы продемонстрировали более высокую прочность и устойчивость к воздействию влаги. Такие благоприятные характеристики достигаются за счет уникального состава. Эти материалы изготавливают из полимерных связующих и различных модифицирующих добавок, которые эффективно компенсируют негативное воздействие внешних факторов [4]. Есть ещё несколько причин по которым данные элементы добавляют в продукт, например, они ещё продлевают срок его службы, что расширяет сферы применения. Подробнее сравнительную характеристику мы рассмотрим в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение эксплуатационных характеристик древесины и древесно-полимерных композитов

Показатель	Традиционная древесина	Древесно-полимерные композиты
Прочность при изгибе	40100 мПа	50150 МПа
Срок службы	1025 лет (после обработки)	2550 лет
Устойчивость к влаге	Сильное разбухание и деформация	Минимальная деформация
Использование отходов	Частичное	До 8090 % может быть вторичным

Соотношение древесного наполнителя и полимерного связующего является одним из ключевых факторов, влияющих на свойства композитов. При увеличении дозы древесной фазы, повышается жёсткость материала, но при этом влагостойкость элемента понижается. И

наоборот, если увеличить долю полимерного связующего улучшится износостойкость, но и стоимость такой продукции повысится [4].

Множество исследований показывают, что использование древесных отходов при производстве древесных композитов представляет собой более рациональный подход к использованию древесины [7]. Примеры включают древесную щепу, опилки и древесные волокна. Ранее эти материалы считались вторичными отходами. Теперь их можно эффективно использовать в качестве основного ресурса для производства дополнительных материалов, тем самым уменьшая объем промышленного отхода и затраты ресурсов [9].

От того, как подготовлена древесная масса, сильно зависит качество готового продукта. Если влажность слишком высокая, а частицы дерева разного размера и распределены неравномерно, материал получается менее прочным. Из-за этого изделие быстрее портится и служит меньше.

Использовать композитные материалы экономически выгодно. Они делают продукцию более долговечной, поэтому ее реже приходится чинить или менять на новую. В итоге это позволяет заметно сэкономить на обслуживании и покупке замены, что полностью оправдывает затраты на такие материалы в долгосрочной перспективе.

Самые затратные этапы на производстве — это термическая обработка и прессование. Для них нужно специальное и довольно дорогое оборудование, которое способно постоянно поддерживать нужную температуру и давление. К тому же эти процессы требуют очень много электроэнергии.

Результаты исследований показывают, что производство деревянно-полимерных композитов является наиболее перспективной областью исследования [6]. Схема производства показана на рисунке 1. Этот продукт можно использовать как в строительстве, так и в мебельной промышленности благодаря его высокой стойкости к механическим нагрузкам и влагостойкости [8]. Однако для достижения необходимого качества конечного продукта требуется тщательный подбор компонентов и соблюдение технологических режимов процесса производства. Одним из наполнителей, который порадовал стабильными эксплуатационными характеристиками и способностью обеспечивать равномерное распределение нагрузок, является мелкодисперсный древесный наполнитель.

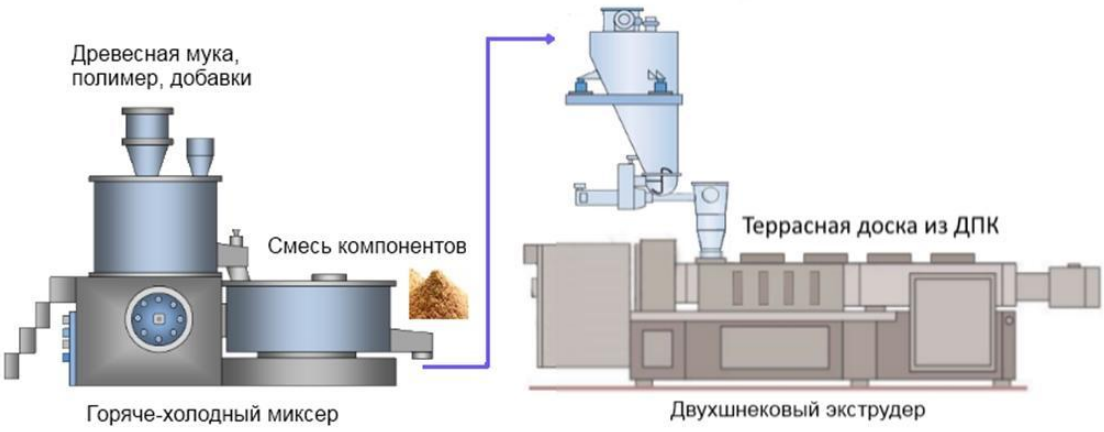


Рисунок 1 - Технологическая схема производства ДПК

Несмотря на выявленные преимущества, у всего есть определённые недостатки. В нашем случае есть некоторые трудности при внедрении инновационных материалов в промышленное производство [6]. Основных проблем на данный момент несколько. Во-первых, это высокая стоимость современного оборудования, а во-вторых, необходимость технологической модернизации предприятий и потребность в дополнительной подготовке специалистов.

В заключение, можно утверждать, что развитие композитных технологий – ключевой шаг в модернизации лесной промышленности. Эти инновационные материалы улучшают качество продукции, сокращают отходы и способствуют более разумному потреблению природных ресурсов. Чем больше совершенствуются производства и снижаются затраты, тем больше шансы у композитов стать неотъемлемой частью современной промышленности.

Результаты проведенного исследования продемонстрировали, что у инновационных композитных материалов есть как и преимущества, так и некоторые недостатки. Если сравнивать с традициональными древесными материалами такая продукция обладает более высокими эксплуатационными характеристиками. Как мы уже узнали по ходу исследования, они обеспечивают большую прочность, сопротивляются влажности и механическим воздействиям, служат дольше, при этом оказывая меньший вред окружающей среде. Важным фактором, на который стоит обращать внимание, это количество древесной муки и полимерного связующего, поскольку оно напрямую влияет на качество производимого сырья.

Несмотря на множество положительных характеристик при внедрении композитов в производство, многие производственные технологии требуют модернизации [10]. Однако такие процессы также требуют дополнительных производственных расходов. Это повысит экономическую эффективность, но не для всех производств это доступно.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что развитие композитных материалов является отличной возможностью для лесной промышленности. Улучшение технологий производства композитных материалов позволит лесной промышленности повысить качество своей продукции, увеличить объемы производства и повысить конкурентоспособность предприятий.

Список литературы

1. Стородубцева, Т. Н. Современные композиционные материалы для гражданского строительства : монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный ; ВГЛТУ. – Воронеж, 2021. – 143 с.

2. Чубинский, А. Н. Современные технологии производства древесных композиционных материалов / А. Н.Чубинский, И. К. Говядин ; СПбГЛТУ. – СПб., 2021. – 215 с.

3. Афонин, А. Н. Тенденции развития производства композиционных материалов из отходов древесины / А. Н. Афонин, Е. В. Мельникова // Вестник современных исследований. – 2020. – № 3. – С. 112–118.

4. Говядин, И. К. Физико-механические свойства древесно-полимерного композита на основе полилактида и древесных отходов / И. К. Говядин, А. Н. Чубинский // Известия вузов. Лесной журнал. – 2020. – № 2. – С. 129–145.

5. Коротаев, Е. И. Производство строительных материалов из древесных отходов / Е. И. Коротаев, В. И. Симонов. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 144 с.

6. Кудряшова И. А. Экспериментальное обоснование способа повышения огнезащищенности древесных композитов с добавкой вторичного полиэтилентерефталата / И. А. Кудряшова, Т. Н. Вахнина, А. А. Титунин // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 118–125.

7. Инновационные композиционные материалы на основе цемента, древесных отходов и полиэтилентерефталата для промышленного строительства / Т. Н. Стородубцева, Э. А. Черников, О. И. Шакирова, В. А. Бондарев // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15, № 4(60). – С. 343-355. – DOI 10.34220/issn.22227962/2025.4/20. – EDN MPBMUO.

8. Стородубцева, Т. Н. Современные композиционные материалы для гражданского строительства : монография / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный ; Воронеж. гос. лесотехн. унт им. Г.Ф. Морозова. – Воронеж, 2021. – 143 с. – ISBN 978-5-7994-0964-7 EDN: UUDTHO.

9. Черных, А. С. Использование древесных отходов при производстве композиционных материалов / А. С. Черных, И. Ю. Рублев // Лесотехнический журнал. – 2024. – Т. 14. – № 2. – С. 145–156.

10. Черных, А. С. Математическая модель определения объемов бересты на деревообрабатывающих предприятий при организации производства композиционных материалов / А. С. Черных, И. Ю. Рублев // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15, № 4(60). – С. 437-455. – DOI: 10.34220/issn.22227962/2025.4/26.

References

1. Storodubtseva T.N., Aksomitny A.A. Modern composite materials for civil engineering: monograph. – Voronezh: VSUFT, 2021. – 143 p.

2. Chubinsky A.N., Govyadin I.K. Modern technologies for the production of wood composite materials. – St. Petersburg: SPbSFTU, 2021. – 215 p.

3. Afonin A.N., Melnikova E.V. Trends in the development of production of composite materials from wood waste // Bulletin of modern research. – 2020. – No. 3. – pp. 112–118.

4. Govyadin I.K., Chubinsky A.N. Physicomechanical properties of woodpolymer composite based on polylactide and wood waste // News of universities. Forest magazine. – 2020. – No. 2. – P. 129–145

5. Korotaev E.I., Simonov V.I. Production of building materials from wood waste. – M.: Timber Industry, 1972. – 144 p.

6. Kudryashova I. A., Vakhnina T. N., Titunin A. A. Experimental substantiation of a method for increasing the fire resistance of wood composites with the addition of recycled polyethylene terephthalate // Forestry Bulletin. – 2021. – T. 25. – No. 3. – P. 118–125.

7. Innovative composite materials based on cement, wood waste and polyethylene terephthalate for industrial construction / T. N. Storodubtseva, E. A. Chernikov, O. I. Shakirova, V.

A. Bondarev // Forestry Engineering Journal. – 2025. – T. 15, No. 4(60). – pp. 343-355. – DOI 10.34220/issn.22227962/2025.4/20. – EDN MPBMUO.

8. Storodubtseva, T. N. Modern composite materials for civil engineering : monograph / T. N. Storodubtseva, A. A. Aksomitny; Voronezh. state forestry engineering University named after G.F. Morozova. Voronezh, 2021. 143 p. ISBN 978-5-7994-0964-7 EDN: UUDTHO

9. Chernykh A.S., Rublev I.Yu. Use of wood waste in the production of composite materials // Forestry Engineering Journal. 2024. T. 14. No. 2. P. 145–156.

10. Chernykh A.S., Rublev I.Yu. Mathematical model for determining the volume of birch bark at woodworking enterprises when organizing the production of composite materials // Forestry Engineering Journal. – 2025. – T. 15, No. 4(60). – pp. 437-455. – DOI 10.34220/issn.22227962/2025.4/26.