

Научная статья

УДК 630.6; 332.14; 334.7

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Валерия Николаевна Беляева¹, Андрей Вениаминович Мехренцев²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ Lera44720@gmail.com

² mehrentsevav@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена обоснованию методики применения сквозного углеродного анализа для повышения эффективности производства конструкционных материалов на основе древесного сырья. Выполнен анализ характеристик различных конструкционных материалов. Проведена оценка роли древесных материалов как сырья для изготовления продукции в мировой практике. Определена методика пересчета углеродного следа для различных источников энергии. Сформулированы технологические задачи, расширяющие применение древесных материалов в различных отраслях.

Ключевые слова: энергосбережение, сквозной анализ, производство пиломатериалов

Для цитирования: Беляева В. Н., Мехренцев А. В. Энергосбережение как основа проектирования природоподобных технологий // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 93–97.

Original article

ENERGY SAVING AS THE BASIS FOR DESIGNING NATURE-LIKE TECHNOLOGIES

Valeria N. Belyaeva¹, Andrey V. Mekhrentsev²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ Lera44720@gmail.com

² mehrentsevav@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the substantiation of the methodology for the application of end-to-end carbon analysis to improve the efficiency of the

production of structural materials based on wood raw materials. The characteristics of various structural materials are analyzed. The role of wood materials as raw materials for the manufacture of products in world practice has been assessed. A method for calculating the carbon foot print for various energy sources has been defined. The technological tasks that expand the use of wood materials in various industries are formulated.

Keywords: energy saving, end-to-end analysis, lumber production

For citation: Belyaeva V. N., Mehrentsev A. V. (2025) Energoberezhenie kak osnova proektirovaniya prirodopodobnyh tekhnologij [Energy saving as the basis for designing nature-like technologies]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 93–97. (In Russ).

Одним из основных видов производственной деятельности является производство конструкционных материалов. Выбор того или иного вида материала для изготовления конструкций основывается на определенных параметрах, важнейшими из которых являются:

- объем производства;
- удельная прочность материала;
- затраты энергии на производство материала с учетом их удельной прочности;
- стоимость единицы удельной прочности материала.

В качестве основных конструкционных материалов взяты: сталь (стальной прокат), железобетон, пиломатериалы, синтетические полимеры, алюминевый и медный прокат (табл. 1). В таблице данные по стальному прокату приняты за единицу. В скобках указаны затраты энергии при производстве металлических материалов из вторичного сырья (лома).

Таблица 1

Показатели производства основных конструкционных материалов [1]

Материал	Объемы мирового производства, млн т/год	Удельная прочность материалов	Затраты энергии на производство материалов	Стоимость единицы удельной прочности материалов
Стальной прокат	100	1,0	1,0 (0,3)	1,0
Железобетон	90	0,1	1,15	0,2...0,3
Пиломатериалы	50	0,05	0,12	0,1
Полимеры	5,5	0,13...0,21	4,0...7,0	5,5
Алюминевый прокат	2,5	0,52...0,80	5,0 (0,3)	4,0
Медный прокат	1,0	0,6...0,8	4,5 (0,6)	6,0

Анализ показателей производства основных конструкционных материалов показывает, что по объемам производства основными конструкционными материалами являются стальной прокат, железобетон и пиломатериалы. На фоне остальных материалов производство пиломатериалов существенно отличается в положительную сторону. Стоимость единицы удельной прочности пиломатериалов в 10 раз ниже стального проката и в 2...3 раза ниже железобетона. Мировая практика производства основных конструкционных материалов показывает, что среднемировые показатели энергоемкости их производства в 1,5...3,0 раза ниже энергоемкости отечественной продукции. Это, в свою очередь, влияет отрицательно на конкурентоспособность всей продуктовой цепочки отечественной продукции.

Ситуацию существенным образом можно исправить за счет использования мировой практики вовлечения в производство конструктивных изделий на основе биоматериалов, в частности древесины. Имеющийся в настоящее время дисбаланс внутреннего и внешнего рынка лесопродукции негативным образом сказывается на эффективности работы предприятий лесного комплекса. Доля экспортных поставок предприятий лесопромышленного комплекса за 20 лет увеличилась с 38 до 75 %. А душевое потребление составляет чуть больше 0,07 м³ на человека. За это же время Китай увеличил внутреннее потребление пиломатериалов в восемь раз. Уровень этого показателя среди ведущих лесопромышленных стран мира составляет 0,3...0,6 м³ на человека, что более чем в шесть раз превышает российский уровень [1]. Результатом является низкая конкурентоспособность отечественного лесного производства на мировом рынке, а также низкий уровень освоения лесных ресурсов, приводящий к накоплению перестойной древесины и сухой горючей древесной массы на лесных землях. А это, в свою очередь, увеличивает вероятность возникновения лесных пожаров.

Введенное в промышленную практику понятие «природоподобных технологий» наглядно иллюстрирует возможность лесного комплекса влиять на конкурентоспособность своей продукции, а также продукцию других отраслей экономики. В этой связи следует отметить, что приоритет в развитии будет на стороне тех, кто раньше переведет свою экономику производственную деятельность на путь естественного процесса, в котором доминирующую роль будут играть не орудия и способы производства, а способы максимизации живого вещества и энергии [2]. Природоподобные технологии – технологии, воспроизводящие системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в естественный природный ресурсооборот [3]. Способы ведения лесного хозяйства, характеризующиеся сходной с естественным жизненным циклом лесной экосистемы, являются базой для формирования природоподобных технологий в лесном комплексе. Нормативно-правовой основой создания лесных природоподобных технологий должна стать технологическая платформа «Биоэнергетика», которая ориентирована на создание техноло-

гических решений, обеспечивающих максимально эффективное использование древесных природных ресурсов и при этом устойчивость лесных экосистем [4]. Комплексное использование древесины, замещающей невозобновляемые углеродоемкие энергетические материалы, интенсификация депонирования углерода в лесах и древесной продукции, нивелирующая возрастающую антропогенную нагрузку, должны стать ключевыми индикаторами природоподобных технологий в лесном хозяйстве. При этом решаются сразу две глобальные проблемы – экологическая (сокращение атмосферных загрязнений, выбросов парниковых газов, снижение лесопожарных угроз) и энергетическая (производство современного биотоплива, создание комплекса биопродуктов длительного пользования). Применительно к проблеме энергоэффективности производства конструктивных материалов может быть рассмотрено решение следующих технологических задач, расширяющих применение древесных материалов в различных отраслях:

1. Расширение использования в металлургии при производстве стального проката в качестве восстановителя современных древесно-угольных композитов, снижающих потребление каменноугольного кокса.

2. Расширение производства и применения современных клееных древесных несущих конструкций на основе балок LVL и клееных брусьев, заменяющих железобетонные конструкции.

Производная карбонизация технологического процесса [5] как часть общего углеродного индикатора связана с эмиссией углерода в процессе осуществления операций технологического процесса и с депонированием углерода в древесных полуфабрикатах и изделиях, удаляемых с лесного участка при производстве готовой продукции длительного пользования на конкретном этапе технологического процесса. Для пересчета углеродного эквивалента (углеродного следа) через энергетические показатели технологического процесса предлагается использовать переводные коэффициенты (табл. 2).

Таблица 2

Переводные коэффициенты энергии и углеродного следа

Энергетические показатели	Эл. энергия, кВт·ч	Тепловая энергия, Ккал	Тепловая энергия, ГДж	Условное топливо, кг	Углеродный след, кг
Эл. энергия, кВт·ч	1	860	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,123	0,186
Энергия, Ккал	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	$4,19 \cdot 10^{-6}$	$143 \cdot 10^{-6}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$
Энергия, ГДж	$0,278 \cdot 10^{-3}$	$0,239 \cdot 10^{-6}$	1	34	13,676
Условное топливо, кг	8,131	7000	$29,33 \cdot 10^{-3}$	1	0,399
Углеродный след, кг	5,952	17543	0,073	2,506	1

В соответствии с данными табл. 2 может быть произведен расчет первичного депонирования и эмиссии углерода в процессе ведения лесного хозяйства. При этом учитываются особенности технологического процесса ведения лесного хозяйства, одна из целей которого – обеспечение древесным сырьем лесоперерабатывающих производств, например, производства древесного угля. Также учитываются депонирование и эмиссия углерода на фазе производства древесных конструкционных материалов, например пиломатериалов, в процессе осуществления операций технологического процесса.

Применение переводных коэффициентов энергии и углеродного следа возможно для оценки углеродной эффективности любого технологического процесса, что позволит перейти к сквозному расчету углеродного индикатора, включая эмиссию углерода, скрытую в машинах, оборудовании, инструментах, применяемых в лесопромышленном производстве.

Список источников

1. Нелегальное лесопользование. Балансовый метод расчета. URL: https://cepl.rssi.ru/wp-content/uploads/2019/01/2_Расчетный-баланс-потребления-древесины.pdf (дата обращения: 28.11.2024).
2. Усольцев В. А. Русский лес как гарант энергетической и экологической безопасности России // Эко-потенциал. 2014. № 4 (8). С. 7–15.
3. Ковальчук назвал природоподобные технологии решением проблемы дефицита ресурсов // Тасс. Наука. URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/19185825> (дата обращения: 28.11.2024).
4. Технологическая платформа «Биоэнергетика». URL: <https://tp-bioenergy.ru/> (дата обращения: 28.11.2024).
5. Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М. Энергетический анализ – методология энергосбережения в металлургии // Энергетика региона. 2000. № 1. С. 21–23.