

**ТЕХНОЛОГИЯ И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Кузнецова Ирина Николаевна
*кандидат технических наук, доцент,
доцент Политехнической школы,
Югорский государственный университет
Ханты-Мансийск, Россия
ORCID: 0000-0002-4907-2369
E-mail: inkuznecova@mail.ru*

Громов Сергей Александрович
*аспирант Политехнической школы,
Югорский государственный университет
Ханты-Мансийск, Россия
ORCID: 0000-0002-0120-0157
E-mail: grom74s@mail.ru*

Предмет исследования: в статье рассмотрен относительно новый материал для малоэтажного строительства – модифицированная древесина – цельная древесина с направленно измененными физическими свойствами, природные свойства которой улучшены в результате использования современных технологий деревообработки.

Цель исследования: рассмотреть технологию получения модифицированной древесины для малоэтажного строительства с повышенными эксплуатационными свойствами.

Методы и объекты исследования: древесина из лиственных пород – береза, древесина из труднопропитываемых хвойных пород – сосна; предложенная технология получения модифицированной древесины позволяет получить новый материал с показателями соответствующими древесине твердых пород, за счет сквозной пропитки бревна модификатором – водным раствором карбамида.

Основные результаты исследования: технология получения модифицированной древесины повышает её эксплуатационные свойства, при сушке модифицированной древесины влажность древесины уменьшается до 8 %, содержание карбамида в древесине после пропитки составляет до 8-10 %, плотность – 700-730 кг/м³, прочность – 100-123 МПа, в процессе прессования высота брусков модифицированной древесины уменьшается до 40 %, при этом поперечные размеры брусков модифицированной древесины сохраняются первоначальными.

Ключевые слова: модифицированная древесина, водный раствор карбамида, малоэтажное строительство, плотность, прочность, твердость, влажность.

**TECHNOLOGY AND PROPERTIES OF MODIFIED WOOD
FOR LOW-RISE CONSTRUCTION**

Irina N. Kuznetsova
*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Polytechnic school,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: inkuznecova@mail.ru*

Sergey A. Gromov

Graduate Student of the Polytechnic school,
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: grom74s@mail.ru

Subject of research: the article considers a relatively new material for low-rise construction – modified wood – solid wood with directionally altered physical properties, the natural properties of which are improved as a result of the use of modern woodworking technologies.

Purpose of research: to consider the technology of obtaining modified wood for low-rise construction with increased operational properties.

Methods and objects of research: hardwood – birch, wood from hard-to-feed conifers – pine; the proposed technology for producing modified wood allows you to obtain a new material with indicators corresponding to hardwood, due to through impregnation of the log with a modifier – an aqueous solution of carbamide.

Main results of research: the technology of obtaining modified wood increases its operational properties, when drying modified wood, the moisture content of wood decreases to 8 %, the content of carbamide in wood after impregnation is up to 8-10 %, density – 700-730kg/ m³, strength – 100-123MPa, during the pressing process, the height of the bars of modified wood decreases to 40 %, while the transverse dimensions of the bars of modified wood remain the original.

Keywords: modified wood, urea aqueous solution, low-rise construction, density, strength, hardness, humidity.

Введение

Развитие малоэтажного строительства способствует поиску новых, перспективных, экономичных материалов [2–5] с повышенными эксплуатационными свойствами. Конструкции и элементы для малоэтажного строительства, изготовленные из лиственных пород древесины, не могут быть полноценной заменой конструкциям и элементом из древесины хвойных пород в силу физико-механических и технологических свойств [1, 6].

Относительно новым материалом для малоэтажного строительства является модифицированная древесина – цельная древесина с направленно измененными физическими или химическими свойствами, природные свойства которой, плотность, формоустойчивость, прочность и др. улучшены в результате использования современных технологий деревообработки.

По результатам комплексных испытаний и расчетов, для малоэтажного строительства возможно применение конструкций и элементов из модифицированной древесины в качестве несущих элементов конструкций в малоэтажном строительстве.

Рассмотрим технологию получения модифицированной древесины для малоэтажного строительства с повышенными эксплуатационными свойствами, которая сертифицирована ГОСТ 24329 и уже применяется в строительстве, модифицированная древесина пропитана модификатором – водным раствором карбамида.

Раствор карбамида в воде из-за малой величины молекул способен проникать в полости клеток древесного вещества и пропитывать насквозь древесную заготовку любой толщины. Пропиточный раствор под действием температуры и давления вступает в реакцию с такими составляющими древесного вещества, как лигнин и гемицеллюлозы и, не нарушая макроструктуры древесины, изменяет химическое строение этих составляющих. Древесина становится более прочной и твердой, не поддается воздействию микроорганизмов (плесень, грибки) и химических реагентов, а добавки, совместимые с модификатором, могут сделать ее полностью или частично гидрофобной и негорючей. Карбамид экологичен, так как по воздействию на человека и животных – химически нейтрален [1].

Объекты исследования: древесина из мягких лиственных пород – береза, древесина из труднопропитываемых хвойных пород – сосна, используемые для конструкций и элементов малоэтажного строительства.

Проблема повышения эксплуатационной стойкости модифицированной древесины путем управления ее структурообразованием является весьма актуальной.

Испытания прессованной модифицированной древесины проводят стандартизованными методами: ГОСТ 21523.3, ГОСТ 21523.11, ГОСТ 20571, ГОСТ 21312 и ГОСТ 21313.

Технология получения модифицированной древесины из мягких лиственных пород – береза, представлена на технологической схеме на рисунке 1, из труднопропитываемых пород – сосна, представлена на технологической схеме на рисунке 2.

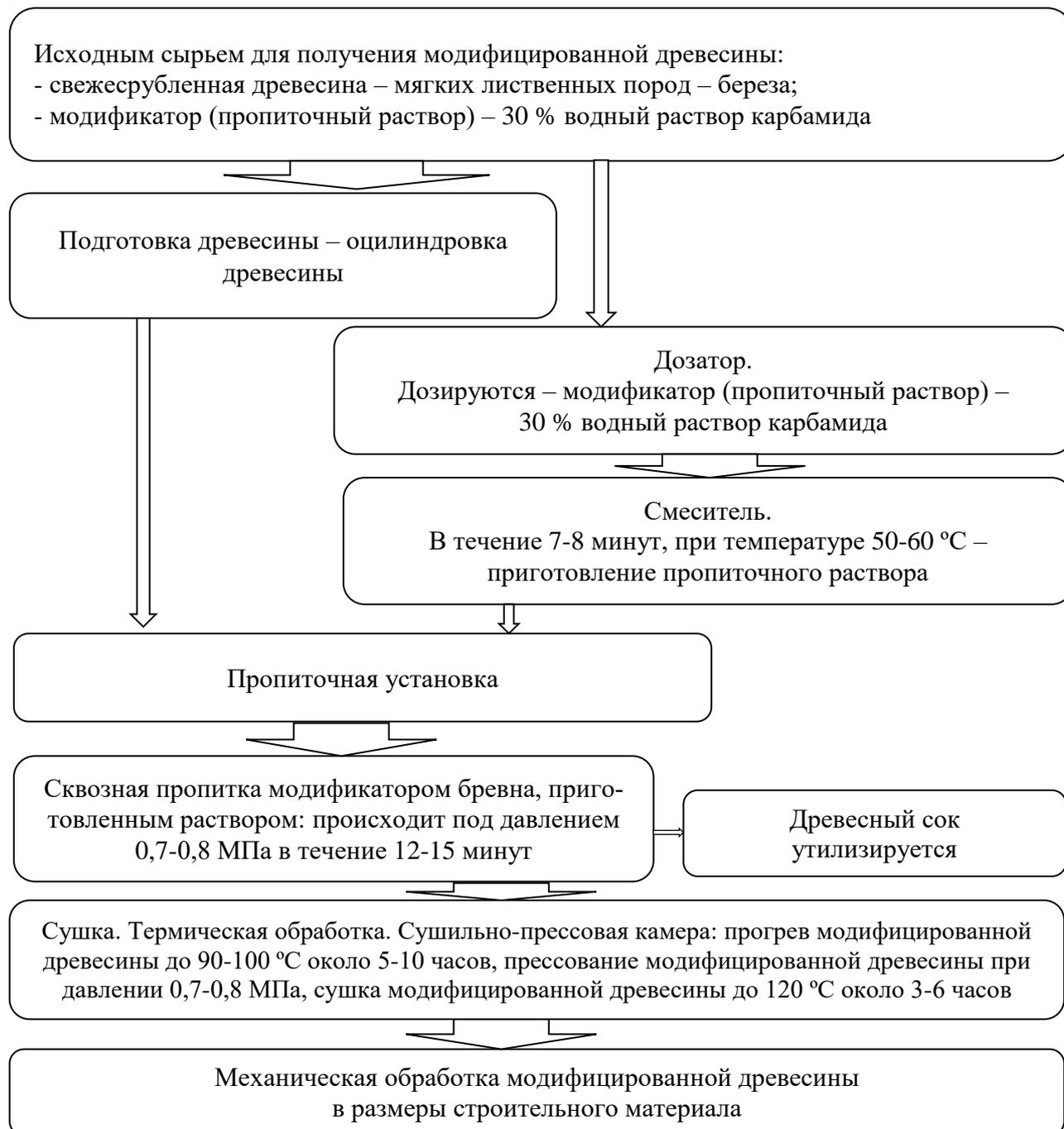


Рисунок 1 – Технологическая схема получения модифицированной древесины из мягких лиственных пород



Рисунок 2 – Технологическая схема получения модифицированной древесины из труднопропитываемых пород

Результаты и обсуждение

Технология получения модифицированной древесины позволяет получить новый, перспективный материал с показателями, соответствующими древесине твердых пород и с повышенными эксплуатационными свойствами.

После сквозной пропитки древесины водным раствором модификатора содержание карбамида в древесине – 8-10 % по отношению к массе древесины. При сушке модифицированной древесины влажность уменьшается до 8 %. После обработки цвет модифицированной древесины березы меняется от белого до желтого, светло-коричневого, цвет модифицированной древесины сосны меняется от желтого – до золотистого, темно-коричневого.

Для пропитки древесины труднопропитываемых пород (сосны) необходимо использовать одновременное воздействие ультразвука и избыточного воздействия давления до 5 МПа.

В конце технологического процесса происходит операция – термическая обработка модифицированной древесины, при которой модификатор (водный раствор карбамида), присутствующий в древесине как пластификатор, расплавляется, соединяясь с компонентами древесины, и превращается в неплавкие, нерастворимые продукты. В процессе прессования высота брусков модифицированной древесины уменьшается до 40 %, при этом поперечные размеры брусков модифицированной древесины сохраняются первоначальными, так как поперечные волокна не подвержены деформированию.

Физико-механические свойства образцов натуральной древесины и модифицированной древесины представлены в таблице 1.

Физико-механические свойства образцов модифицированной древесины, которые являются основными для образцов модифицированной древесины по ГОСТ Р 54577, представлены в таблице 2.

В результате такой обработки показатели разбухания и коробления модифицированной древесины получаются как у натуральной древесины.

В результате получается новый материал модифицированной древесины плотностью 700-730 кг/м³ с прочностью древесины твердых пород 100-123МПа, но изготовленный из древесины мягких лиственных пород и древесины труднопропитываемых пород с улучшенными показателями формоустойчивости. Водный раствор карбамида является антипиреном и антисептиком, поэтому получаемая модифицированная древесина является малогорючей и биостойкой.

Таблица 1 – Физико-механические свойства образцов древесины

Образцы	Наименование показателей							
	Плотность, кг/м ³	Влажность, %	Влагопоглощение за 30сут. При влажности воздуха 92 %, %	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа, не менее	Твердость поперек волокон, МПа, не менее	Биостойкость: потеря массы от воздействия плесени за 45 сут, %	Огнестойкость: потеря массы при горении, %	Ударная вязкость, кДж/м ²
Образцы древесины – береза								
Натуральная древесина (цвет- белый, текстура не выражена)	500	80	19	45	19	27	19,6	45
Модифицированная древесина (цвет от желтого до коричневого, текстура ярко выражена)	700	8	8	123	83	4	5	54
Образцы древесины – сосна								
Натуральная древесина (цвет – желтый, текстура слабо выражена)	450	85	19,5	51	26	27	36	41
Модифицированная древесина (цвет от золотистого до темно-коричневого, текстура ярко выражена)	730	8	8	100	120	не подвержена	повышена на 50 %	50

После механической обработки модифицированной древесины можно производить как бревна или брус, так и конкретные изделия, лестницы, окна, двери. Модифицированная древесина уплотненная является полноценным заменителем ценных твердолиственных пород древесины.

Таблица 2 – Физико-механические свойства образцов модифицированной древесины

Нормативный документ определения показателя	Наименование показателей					
	Показатели	Плотность, кг/м ³ (ГОСТ 21523.11)	Влажность, %, не более (ГОСТ 21523.4)	При влажности воздуха 92 %, %	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа, не менее (ГОСТ 16483.10)	Твердость поперек волокон, МПа, не менее (ГОСТ 13338)
Образцы модифицированной древесины (береза)	образцы по ГОСТ	700-1200	6-8	3-8	100-130	80-120
	образцы	700	8	8	123	83
Образцы модифицированной древесины (сосна)	образцы по ГОСТ	700-1200	2-8	3-8	100-120	120
	образцы	730	8	8	100	120

Заключение и выводы

Технология модификации изменяет химическую структуру обрабатываемой древесины, она приобретает новые свойства, что помогает использовать модифицированную древесину как в конструкциях и элементах, так и в помещениях с переменной влажностью и температурой. Модифицированная древесина не выделяет в течение срока службы и в конце жизненного цикла вредные вещества, которые несут вред здоровью человека.

Малоэтажный дом из бревна или бруса модифицированной древесины выглядит архитектурно выразительно. Усадки бревна или бруса модифицированной древесины после сборки не происходит за счет сушки и термической обработки.

Бревно или брус модифицированной древесины, используемые для малоэтажного строительства, не подвержены деформации и искривлению. Из модифицированной древесины можно изготавливать разные конструкции и элементы для малоэтажного строительства: балки, арки, фермы, стеновые панели.

Производство из модифицированной древесины конструкций и элементов для малоэтажного строительства может быть внедрено на деревообрабатывающем предприятии.

Литература

1. Куницкая, О. Инновационная технология модифицирования древесины / О. Куницкая. – Текст : электронный // Отраслевой информационно-аналитический журнал «Деревообработка. Бизнес и профессия». – 2018. – № 12. – URL : <http://infoderevo.ru/>
2. Машкин, Н. А. Применение модифицированной древесины в шахтной крепи / Н. А. Машкин, С. А. Громов, В. И. Шкряба. – Текст : непосредственный // Эффективные методологии и технологии управления качеством строительных материалов : сборник научных трудов по материалам национальной Научно-технической конференции с международным участием, Новосибирск, 16–19 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет; Российская академия естественных наук. – Новосибирск : Б. и., 2021. – С. 99–102.
3. Машкин Н. А. Эксплуатационная стойкость модифицированной древесины в строительных изделиях. Текст : непосредственный // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – № 6. – С. 59–63.

4. Паршукова, А. К. Технология утилизации отходов деревообрабатывающей промышленности. Текст : непосредственный / А. К. Паршукова, Н. А. Машкин, Д. А. Немущенко // Наука Промышленность Оборона : Труды XXI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию победы в Великой Отечественной войне / под ред. С. Д. Саленко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 163–168.

5. Kuznetsova, I. N. The technology for concrete production using an activated mixture of wood procession waste and sand / I. N. Kuznetsova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1093 012018. – DOI:10.1088/1757-899X/1093/1/012018.