

Технология изготовления клееной слоистой древесины специальной конструкции

Г.С. Варанкина^{1а}, С.Г. Партенадзе^{1б}, Д.С. Русаков^{1с}, М.В. Степанищева^{2д}

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, пер. Институтский, 5, Санкт-Петербург, Россия

² Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^а varagalina@yandex.ru, ^б tdp@spbfu.ru, ^с dima-ru25@mail.ru, ^д marina01031977@inbox.ru

^а <https://orcid.org/0000-0003-3470-5124>, ^б <https://orcid.org/0009-0009-6174-7988>,

^с <https://orcid.org/0000-0002-4344-2779>, ^д <https://orcid.org/0000-0003-4867-3901>

Статья поступила 23.09.2025, принята 30.10.2025

С целью создания новой разновидности древесного материала из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) для изготовления прикладов охотничьих ружей и лож карабинов специалистами-производственниками и сотрудниками СПбГЛТУ им. С.М. Кирова были проведены лабораторные исследования и промышленная апробация по разработке нового материала из клееной слоистой древесины для изготовления прикладов охотничьих ружей, карабинов. Основанием для разработки опытных образцов изделий из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) послужила заявка завода-изготовителя. Предприятие изготавливает приклады охотничьих ружей и ложе карабинов. В связи с этим для производства охотничьих ружей и лож карабинов (изделий) из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) – за основу была взята технология изготовления фанерных плит. Фанерная плита по конструкции, технологии изготовления, по внешнему виду похожа на обычную клееную фанеру. Фанерная плита – это разновидность клееного материала, состоящего из слоёв луцёного шпона, склеенных между собой термореактивными фенолоформальдегидными смолами (клеями). Эксперименты показали, что при введении древесной муки в фенолоформальдегидный клей, происходит рост прочностных показателей фанерных плит. С точки зрения технологии изготовления фанерных плит (клееной слоистой древесины специальной конструкции) для прикладов охотничьих ружей и лож карабинов, можно сделать вывод – изготовление фанерных плит по схеме сборки плит марки ПФ-Л (увеличенной толщины) соответствует всем физико-механическим показателям. Перспективы технологии производства клееной слоистой древесины специальной конструкции: исследование физико-химических свойств синтетических смол и клеев на их основе, как на этапе нанесения связующего, так и в процессе формирования и горячего прессования фанерных плит; оптимизация и обработка технологических режимов производства (фанерных плит); рациональное использование ресурсов на всех этапах технологического процесса.

Ключевые слова: фанерные плиты; клееная слоистая древесина специальной конструкции; клей; древесная мука; прочность клеевого соединения.

Manufacturing technology of glued laminated wood of special design

G.S. Varankina^{1а}, S.G. Partenadze^{1б}, D.S. Rusakov^{1с}, M.V. Stepanishcheva^{2д}

¹ St. Petersburg State Forestry University; 5, Institutskiy Ave., St. Petersburg, Russia

² Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^а varagalina@yandex.ru, ^б tdp@spbfu.ru, ^с dima-ru25@mail.ru, ^д marina01031977@inbox.ru

^а <https://orcid.org/0000-0003-3470-5124>, ^б <https://orcid.org/0009-0009-6174-7988>,

^с <https://orcid.org/0000-0002-4344-2779>, ^д <https://orcid.org/0000-0003-4867-3901>

Received 23.09.2025, accepted 30.10.2025

In order to create a new type of wood material from glued laminated wood (with a special design) for the manufacture of hunting rifle butts and carbine stocks, production specialists and employees of the Kirov State Forest Technical University have conducted laboratory research and industrial testing to develop a new material from glued laminated wood for the manufacture of hunting rifle butts and carbines. The basis for developing prototypes of products from glued laminated wood (with a special design) is the manufacturer's application. This enterprise manufactures hunting rifle butts and carbine stocks. In this regard, for the production of hunting rifles and carbine stocks (products) from glued laminated wood (with a special design), the technology of manufacturing plywood boards is taken as a basis. Plywood board is similar to ordinary glued plywood in its design, manufacturing technology and appearance. Plywood board is a type of glued material consisting of layers of peeled veneer glued together with thermosetting phenol-formaldehyde resins (adhesives). Experiments have shown that when wood flour is added to phenol-formaldehyde glue, the strength indicators of plywood boards increase. From the point of view of the manufacturing technology of plywood boards (glued laminated wood of a special design) for hunting rifle butts and carbine stocks, the conclusion is made that the manufacture of plywood boards according to the scheme of assembling PF-L grade boards (increased thickness) meets all physical and mechanical indicators. Prospects for the production technology of glued laminated timber of special design are the following: study of the physical and chemical properties of synthetic resins and adhesives based on them, both at the stage of applying the binder and in the process of forming and hot pressing plywood boards;

optimization and development of technological modes of production (plywood boards); rational use of resources at all stages of the technological process.

Keywords: plywood boards; glued laminated timber of special design; glue; wood flour; strength of adhesive joint.

Введение. Цельная древесина – это натуральный природный материал, который подходит для изготовления прикладов охотничьих ружей и лож карабинов (рис. 1). Благодаря своим природным свойствам и качествам [1–3], таким как лёгкость, низкая теплопроводность, устойчивость к различного рода деформаци-

ям, подходит для производства прикладов охотничьих ружей и лож карабинов. Эти элементы (приклады охотничьих ружей и ложа карабинов) в дальнейшем могут эксплуатироваться под воздействием низких и высоких температур, меняющейся влажности [1–3].



Рис. 1. Приклады охотничьих ружей и ложа карабинов, изготовленных из цельной массивной древесины

Приклады охотничьего оружия условно можно разделить на два типа:

- классические – имеют традиционную форму, отличаются постоянством размеров, зачастую нет регулируемых элементов, к этому типу относят ложе с прямой линией приклада, с гребнями и щёчками (Монте-Карло, «кабанья спинка» и т. д.), с пистолетной и полупистолетной рукоятью;

- ортопедические (тактические) – отличаются более сложной конструкцией, могут иметь отверстие для большого пальца в прикладе, регулируемый по высоте и длине затыльник, щёчку приклада.

Традиционно приклады охотничьих ружей и ложа карабинов выполняют из древесины различных пород (чаще из лиственных рассеяннососудистых пород древесины): орех, бук, береза. В целом у данных пород крупные и мелкие сосуды более или менее равномерно распределены по годичному слою, они хорошо обрабатываются режущим инструментом, поддаются специальной тепловой обработке, обладают высокими декоративными качествами.

До недавнего времени изделия (приклады охотничьих ружей и ложа карабинов) производились из древесины ореха. Древесина ореха отличается ровной текстурой, плотность приблизительно 660 кг/м^3 в сухом состоянии, умеренно твёрдая и прочная древесина хорошо поддается механической обработке (получение качественной поверхности), в связи с этим нашла широкое применение в мебельном и столярном производстве. Древесина ореха имеет относительно мелкие, годичные кольца, из-за чего имеет меньшую способность к скалыванию, имеет при этом большую прочную связь между годичными слоями. Плотность древесины ореха приближается к плотности древесины берёзы. Так плотность древесины американского ореха 660 кг/м^3 , твёрдость по Бринеллю – 4,0. У древесины берёзы аналогичные показатели составляют следующие значения:

Плотность, кг/м^3 – 630;

Твёрдость торцевая, МПа – 40–48;

Прочность на изгиб, МПа – 80–90;

Прочность на сжатие, МПа – 45–55;

Ударная вязкость, Дж/м^2 – 70–80;

Износ при истирании, мм – 0,5–0,6;

Влагопоглощение за 24 часа в воде, % – 70–80.

Однако по ряду показателей древесина ореха превосходит древесину берёзы. Так предел прочности при сжатии вдоль волокон выше на 15 %, при скалывании вдоль волокон выше на 20 %, твёрдость древесины при абсолютной влажности 10 % выше на 30 %, у берёзы торцевая твёрдость составляет 392 кг/см^2 , а у ореха 580 кг/см^2 , т. е. приближается к твёрдости дуба.

Этими показателями видимо и обусловлено специфическое применение древесины ореха для изготовления прикладов и ложей ружей и карабинов. Дополнительным преимуществом является цветовая гамма. Так орех имеет выраженный коричневый цвет по всему объёму древесины. Однако в последнее время предприятия, использующие в своих производственных процессах древесину ореха, сталкиваются с большим дефицитом данного сырья. Кроме того, несоблюдение режимов технологического процесса гидротермической обработки древесины, камерной сушки – приводит к возникновению в древесине внутренних напряжений, которые в свою очередь вызывают образование большого количества внутренних трещин. Поскольку предприятия получают пиломатериалы и заготовки из древесины ореха в сухом виде, то присутствующие внутри трещины обнаруживаются только на этапе механической обработки, что дополнительно увеличивает расход дефицитного сырья.

Заготовки для изготовления вышеобозначенных изделий имеют достаточно большую толщину – 60–70 мм, и процесс обработки требует особенно тщательного подхода, что вряд ли может контролироваться у большинства поставщиков. Поэтому предприятиям необхо-

димо либо самостоятельно закупать пиломатериалы естественной влажности и производить весь технологический процесс от сушки до получения конечной продукции (заготовки, детали), либо использовать сырье и материалы, подготовленные по другой технологии.

В связи с вышеописанными причинами возникла необходимость подбора более технологичного, но не уступающего по физико-механическим показателям древесине ореха, материала [4–6]. Таким материалом может быть клееная слоистая древесина (со специальной конструкцией) из берёзы, клеенная водостойкими термореактивными клеями [7–12].

Основанием для разработки опытных образцов изделий из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) послужила заявка завода-изготовителя – Ижевский механический завод. Предприятие изготавливает приклады охотничьих ружей и ложа карабинов. В связи с этим, для производства охотничьих ружей и лож карабинов (изделий) из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) – за основу была взята технология изготовления фанерных плит [13, 14].

Фанерная плита по конструкции, технологии изготовления, по внешнему виду похожа на обычную клееную фанеру. Фанерная плита – это разновидность клееного материала, состоящего из слоёв лущёного шпона,

склеенных между собой термореактивными фенолоформальдегидными смолами (клеями) [15–20].

С целью создания новой разновидности древесного материала из клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) для изготовления прикладов охотничьих ружей и лож карабинов специалистами-производителями: ООО «ТК Биотехнология», ООО «СЗПО «ЦНИИФ»; сотрудниками СПбГЛТУ им. С.М. Кирова были проведены лабораторные исследования и промышленная апробация по разработке нового материала из клееной слоистой древесины для изготовления прикладов охотничьих ружей, карабинов.

Методика проведения исследований. В зависимости от конструкции пакета (фанерной плиты) различают плиты по маркам [14]. При сборке пакетов необходимо соблюдать основное правило, что с каждой стороны от оси симметрии сечения плиты должно быть одинаковое количество слоёв, одинаковой толщины, одинаковой влажности и зеркальное отображение правой и левой стороны [14].

Основой для разработки материала из клееной слоистой древесины послужил ГОСТ 8673-2018 «Плиты фанерные. Технические условия». По данному ГОСТу изготавливаются материалы для машиностроения и спортивного инвентаря. Конструкция фанерных плит регламентируется маркой плиты (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика фанерных плит (клееной слоистой древесины со специальной конструкцией)

| Марка плиты | Конструкция фанерных плит (клееной слоистой древесины) | Область применения (производства) | Толщина готовой продукции (максимум), мм |
|-------------|---|--|--|
| ПФ-А | Смежные слои шпона имеют взаимно перпендикулярное направление волокон древесины | Вагоностроение, сельскохозяйственное машиностроение | 45 |
| ПФ-Б | Каждые пять слоёв шпона имеют параллельное направление волокон древесины. В крайних и центральных наборах слоёв допускается менее пяти слоёв шпона | Сельскохозяйственное машиностроение, автостроение | 78 |
| ПФ-В | Все слои шпона имеют параллельное направление волокон, за исключением центрального, расположенного перпендикулярно | Сельскохозяйственное машиностроение | 30 |
| ПФ-Х | Все слои шпона имеют параллельное направление волокон | Изготовление ручек хоккейных клюшек, крюков хоккейных клюшек | 33 |
| ПФО-Х | Все слои шпона имеют параллельное направление волокон, за исключением двух перпендикулярных слоёв, расположенных симметрично двум центральным слоям | Изготовление крюков хоккейных клюшек | 33 |
| ПФ-Л | Все слои шпона имеют параллельное направление волокон | Изготовление лыж | 22 |

Как видно из краткой характеристики фанерных плит (табл. 1), плита марки ПФ-Б имеет максимальную толщину – 78 мм. Для изготовления прикладов и лож карабинов необходима как раз такая толщина. В связи с тем, что проектируемые изделия будут использоваться (в процессе эксплуатации) в экстремальных условиях, подвергаясь воздействию как максимальной жары и влажности, так и максимальному холоду и влажности, также изделия могут испытывать значительные физико-механические нагрузки и напряжения. Потому необходимо определить наиболее рациональный материал, который способен удовлетворить всем требованиям по плотности; продольной и поперечной устойчивости; климатическим испытаниям и прочности.

Для решения поставленной цели, необходимо решить задачу по подбору конструкции материала с учётом характеристик каждого вида фанерной плиты, с тем отличием от требований к марке плиты, что толщина заготовки должна соответствовать от 56 до 65 мм в готовом виде (табл. 2).

Для реализации проектных решений была проведена серия экспериментов по склеиванию фанерных плит, согласно методологии полного факторного плана – ПФП ²². Матрица планирования эксперимента, задачи эксперимента, отклик представлены в табл. 2.

Физико-механические свойства фанерных плит определяли по стандартным методикам [3].

Таблица 2. Методическая сетка проведения эксперимента по формированию клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) для изготовления прикладов охотничьих ружей и лож карабинов

| Задача исследования | Постоянные факторы эксперимента | | Переменные факторы эксперимента | | Выходной параметр эксперимента | Количество опытов | Количество повторений опытов | Количество наблюдений | Общее количество наблюдений |
|---|---|---|---|---------------------|--|-------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Наименование показателя | Значение показателя | Наименование показателя | Значение показателя | | | | | |
| Исследование процесса формирования клееной слоистой древесины (со специальной конструкцией) для изготовления прикладов охотничьих ружей и лож карабинов | Марка смолы | СФЖ-3014 | Содержание древесной муки в клее, % (для схем сборки пакетов 1-3) | 3,5 7,0 10,5 | Предел прочности при статическом изгибе, МПа | 4 | 3 | 8 | 96 |
| | Порода шпона Толщина шпона, мм Температура окружающей среды, °С Расход клея, г/м ² Вязкость клея, с Концентрация клея, % Время прессования, мин Давление прессования, МПа | береза 1,5 20 135 87 50 13,0 2,2 | Температура плит пресса, °С | 120 125 130 | Предел прочности образцов при скалывании по клеевому слою, после кипячения в течение часа, МПа | 4 | 3 | 8 | 96 |

Результаты исследований и их анализ. На первом этапе были изготовлены изделия из клееной слоистой древесины согласно требованиям ГОСТ 8673-2018 к фанерным плитам марок ПФ-Б, ПФ-В, ПФО-Х (рис. 2). Отличие от требований стандарта заключалось в формировании плит большей толщины.

По результатам склеивания были проведены испытания по определению физико-механических показателей изделий (фанерных плит различных марок). Плотность изделий составила от 717 до 803 кг/м³. Предел прочности при скалывании по перпендикулярному и продольному клеевому слою определяли по ГОСТ 9624-2009 «Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании», предел прочности составил от 2,5 до 3,2 МПа, что удовлетворяет требованиям стандарта (по максимальному показателю). Испытание предела прочности при статическом изгибе вдоль волокон (ГОСТ 9625-2013 «Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе») составили от 114 МПа до 118 МПа, что соответствует требованиям стандарта. Все физико-механические показатели по водостойкости, прочности соответствовали требованиям стандартов.

Поскольку поперечная устойчивость полученных фанерных плит сохранялась неизменной, было принято решение по изготовлению заготовок (клееной слоистой древесины со специальной конструкцией) по схеме сборки фанерных плит марки ПФ-Л. Для сохранения принципа симметрии (всего пакета) производилась сборка плит с различными осями симметрии в продольном направлении (рис. 3).

Все изготовленные образцы после длительного хранения, транспортировки и изготовления предварительных чистовых заготовок, показали стабильную целостность в смежных слоях склеенного пакета (рис. 4).

Для контрольного сравнения были изготовлены заготовки с продольными осями симметрии (4 слоя) и один поперечный (5-й слой). В пакете собиралось по 40 слоев шпона, согласно принципу симметрии (табл. 3).

Для определения прочности клеевого соединения при статическом изгибе и при скалывании по клеевому слою фанерных плит реализован полный факторный план, результаты представлены в табл. 3.

В результате математико-статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии (1, 2), адекватно описывающие зависимость прочности фанерных плит от влияющих факторов:

$$\sigma_{\text{изг}} = 147,5 + 0,75 n - 0,25 T \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{скал}} = 3,51 + 0,028 n - 0,0055 T \quad (2)$$

при $3,5 \% \leq n \leq 10,5 \%$; $120^\circ\text{C} \leq T \leq 130^\circ\text{C}$, где $\sigma_{\text{изг}}$ – прочность при статическом изгибе, МПа; $\sigma_{\text{скал}}$ – прочность при скалывании по клеевому слою, МПа; n – содержание древесной муки в клее, % (для схем сборки пакетов 1–3); T – температура плит пресса, °С.

Математическое описание формирования клеевых соединений при производстве фанерных плит позволяет представить графическую интерпретацию прочностных показателей (фанерных плит) от варьируемых факторов (рис. 5, 6).

Эксперименты показали (табл. 3, рис. 5, 6), что при введении древесной муки в фенолоформальдегидный клей, происходит рост прочностных показателей фанерных плит.

Заключение. С точки зрения технологии изготовления фанерных плит (клееной слоистой древесины специальной конструкции) для прикладов охотничьих ружей и лож карабинов, можно сделать вывод – изготовление фанерных плит по схеме сборки плит марки

ПФ-Л (увеличенной толщины) соответствует всем физико-механическим показателям.

В результате проведения процесса склеивания и испытания на прочностные показатели, получили, что максимальной прочностью обладают плиты № 3 с зеркальной укладкой шпона.

Перспективы технологии производства клееной слоистой древесины специальной конструкции:

- исследование физико-химических свойств синтетических смол и клеев на их основе, как на этапе нанесения связующего, так и в процессе формирования и горячего прессования фанерных плит;

- оптимизация и отработка технологических режимов производства (фанерных плит);

- рациональное использование ресурсов на всех этапах технологического процесса.



Рис. 2. Клееная слоистая древесина со специальной конструкцией: *а* – фанерная плита марки ПФО-Х; *б* – фанерная плита марки ПФ-Б



Рис. 3. Клееная слоистая древесина со специальной конструкцией (с продольными осями симметрии)



Рис. 4. Заготовки приклада (клееная слоистая древесина со специальной конструкцией) после механической обработки

Таблица 3. Результаты испытаний заготовок (клееной слоистой древесины со специальной конструкцией) на прочность (средние значения)

| Номер образца (схемы наборы) | Конструкция клееной слоистой древесины (схема наборы) | Предел прочности при статическом изгибе, МПа | Предел прочности при скалывании по клеевому слою, после кипячения в течение часа, МПа |
|---------------------------------|--|--|---|
| 1 | схема наборы 1: ((((((((((((((((((O)))))))))))))))))) | 114 | 2,79 |
| 2 | схема наборы 2: (((())) ((((())) (((((())) (((((())) | 116 | 2,80 |
| 3 | схема наборы 3: O | 124 | 3,2 |
| 4 | схема наборы 4: O O O O O O O O O O O O O O O O | 111 | 2,5 |

Примечание: (-кантованный продольный шпон;)-некантованный продольный шпон;|-поперечный шпон.

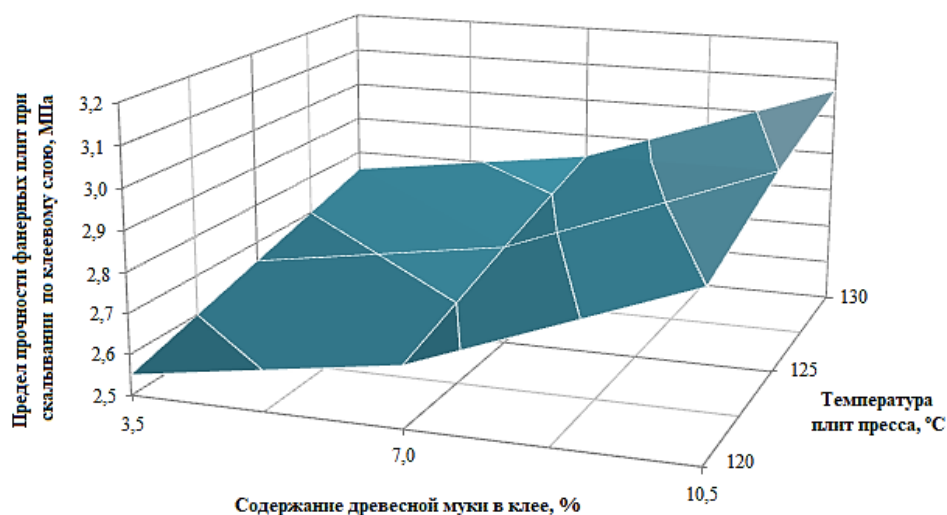


Рис. 5. Зависимость прочности фанерных плит при скалывании по клеевому слою от содержания древесной муки в клее и температуры прессования (для схемы сборки пакетов 3)

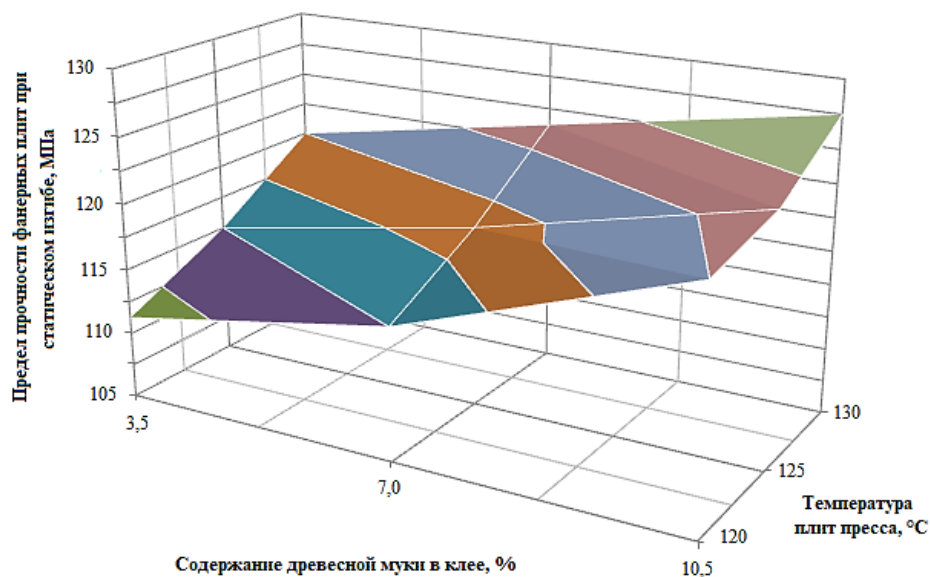


Рис. 6. Зависимость прочности фанерных плит при статическом изгибе (от содержания древесной муки в клее и температуры прессования (для схемы сборки пакетов 3)

Литература

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М. : МГУЛ, 2007. – 351 с.
2. Ugolev B.N. Wood as a natural smart material. Wood Science and Technology. Journal of the International Academy of Wood Science, 2014, Vol. 48, no. 3, pp.553–568. DOI 10.1007/s00226-013-0611-2.
3. Федяев А.А., Чубинский А.Н. Неразрушающие методы контроля свойств продукции из древесины. СПб. : ГА-ЛАНИКА, 2022 г. – 118 с.
4. Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Коцюба И.В. Эксплуатационные свойства композиционных материалов на основе древесины : монография. Екатеринбург : изд-во УГЛУ, 2018. – 100 с.
5. Шамаев В.А., Никулина Н.С., Медведев И.Н. Модифицирование древесины : монография. М. : изд-во «ФЛИНТА» 2013. – 448 с.
6. Шамаев В.А. Получение модифицированной древесины химико-механическим способом и исследование её свойств. Лесотехнический журнал, 5 (20), 2015. – С. 177–187.
7. Rusakov D.S., Chubinsky A.N., Varankina G.S. Improving the technology of gluing wood materials with modified adhesives. St. Petersburg : SPbGLTU, 2019. – 127 p.
8. Chubinsky A.N., Rusakov D.S., Chubinsky M.A., Varankina G.S. Influence of the structure of wood on the quality of gluing. Structure, properties and quality of wood - 2018: Proceedings of the VI International Symposium named after B.N. Ugolev, dedicated to the 50th anniversary of the Regional Coordinating Council on Modern Problems of Timber Science: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2018. – P. 212–215.
9. Nakos, P. Wood Adhesives Made with Pyrolysis Oils / Panagiotis Nakos, Sophia Tsiantzi, Eleftheria Athanassiadou // PyNe Newsletter, Aston University, Birmingham, UK. – 2000. – Vol. 10. – P. 10–11.
10. Cheng Xing, S.Y. Zhang, James Deng, Siquan Wang. Urea-Formaldehyde-Resin Gel Time As Affected by the pH Value, Solid Content, and Catalyst., Journal of Applied Polymer Science DOI 10. – 2014. – P. 35–41.

11. Schmalzried H. Chemical kinetics of solids. – Weinheim: VCH, 1995. – 433 p.
12. Uguina Maria A., Sotelo Jose L. Roles of ZSM-5 modifier agents in selective toluene disproportionation // Can. J. Chem. Eng. 1993. V. 71. № 4. P. 558.
13. Варанкина Г.С. Формирование низкотоксичных клееных древесных материалов : монография / Г.С. Варанкина, А.Н. Чубинский. – СПб. : Химиздат, 2014. – 148 с.
14. Русаков Д.С., Чубинский А.Н., Варанкина Г.С. Совершенствование технологии склеивания древесных материалов модифицированными клеями. СПб. : СПбГЛТУ, 2019 г. – 127 с.
15. Ugryumov S.A., Varankina G.S., Chubinskii A.N., Katsadze V.A. A modified glue for producing particle boards and boards based on waste of annual plants. Polymer Science. Series D. 2019. T. 12. № 3. С. 251–253.
16. Ugryumov S.A., Sviridov A.V., Fedotov A.A. Investigation of the properties of modified phenol-formaldehyde oligomer using ir spectroscopy // Polym. Sci., Ser. D 2018. T.11, № 3. P. 277–279.
17. Ugryumov S.A. A study of the viscosity of phenol-formaldehyde resin modified with furfural-acetone monomer FA // Polym. Sci., Ser. D 2017. T.10, №2. P. 99–102.
18. Соколова Е.Г. Влияние модификатора в составе клеевых композиций на свойства готовой продукции / Материалы XXVIII международной научно-практической конференции Фундаментальные и прикладные науки сегодня 18–19 апреля 2022 г. Bengaluru, Karnataka, India С. 159–164.
19. Соколова Е.Г. Исследование процессов склеивания шпона модифицированной фенолоформальдегидной смолой // Леса России: Политика, Промышленность, Наука, Образование. Материалы Всероссийской V научно-технической конференции-вебинара. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 2020. С. 241–244.
20. Соколова Е.Г. Исследование процессов склеивания шпона при производстве фанеры повышенной водостойкости с использованием доломитовой муки // Леса России: Политика, Промышленность, Наука, Образование. Материалы Всероссийской IV научно-технической конференции-вебинара. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 2019. С. 252–254.
6. Shamaev V.A. Obtaining modified wood by the chemical-mechanical method and studying its properties. Forestry Journal, 5 (20), 2015. – P. 177–187.
7. Rusakov D.S., Chubinsky A.N., Varankina G.S. Improving the technology of gluing wood materials with modified adhesives. St. Petersburg : SPbGLTU, 2019. – 127 p.
8. Chubinsky A.N., Rusakov D.S., Chubinsky M.A., Varankina G.S. Influence of the structure of wood on the quality of gluing. Structure, properties and quality of wood – 2018: Proceedings of the VI International Symposium named after B.N. Ugolev, dedicated to the 50th anniversary of the Regional Coordinating Council on Modern Problems of Timber Science: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2018. – P. 212–215.
9. Nakos, P. Wood Adhesives Made with Pyrolysis Oils / Panagiotis Nakos, Sophia Tsiantzi, Eleftheria Athanassiadou // PyNe Newsletter, Aston University, Birmingham, UK. – 2000. – Vol. 10. – P. 10–11.
10. Cheng Xing, S.Y. Zhang, James Deng, Siquan Wang. Urea-Formaldehyde-Resin Gel Time As Affected by the pH Value, Solid Content, and Catalyst., Journal of Applied Polymer Science DOI 10. – 2014. – P. 35–41.
11. Schmalzried H. Chemical kinetics of solids. – Weinheim: VCH, 1995. – 433 p.
12. Uguina Maria A., Sotelo Jose L. Roles of ZSM-5 modifier agents in selective toluene disproportionation // Can. J. Chem. Eng. 1993. V. 71. No. 4. P. 558.
13. Varankina G. S. Formation of low-toxic glued wood materials / Varankina G. S., Chubinskii A. N. // Monograph. - St. Petersburg : Khimizdat, 2014. - 148 p.
14. Rusakov D.S., Chubinskii A.N., Varankina G.S. Improving the technology of gluing wood materials with modified adhesives. St. Petersburg : SPbGLTU, 2019. – 127 p.
15. Ugryumov S.A., Varankina G.S., Chubinskii A.N., Katsadze V.A. A modified glue for producing particle boards and boards based on waste of annual plants. Polymer Science. Series D. 2019. Vol. 12. No. 3. pp. 251–253.
16. Ugryumov S.A., Sviridov A.V., Fedotov A.A. Investigation of the properties of modified phenol-formaldehyde oligomer using ir spectroscopy // Polym. Sci., Ser. D 2018. T.11, No. 3. P. 277–279.
17. Ugryumov S.A. A study of the viscosity of phenol-formaldehyde resin modified with furfural-acetone monomer FA // Polym. Sci., Ser. D 2017. T.10, No. 2. P. 99–102.
18. Sokolova E.G. Influence of the modifier in the composition of adhesive compositions on the properties of finished products / Proceedings of the XXVIII international scientific and practical conference Fundamental and Applied Sciences Today April 18–19, 2022 Bengaluru, Karnataka, India P. 159–164.
19. Sokolova E.G. Study of the processes of gluing veneer with modified phenol-formaldehyde resin // Forests of Russia: Policy, Industry, Science, Education. Proceedings of the V All-Russian scientific and technical conference-webinar. St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov. St. Petersburg, 2020. P. 241–244.
20. Sokolova E.G. Study of the processes of gluing veneer in the production of plywood with increased water resistance using dolomite flour // Forests of Russia: Policy, Industry, Science, Education. Proceedings of the All-Russian IV scientific and technical conference-webinar. St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov. St. Petersburg, 2019. P. 252–254.

References

1. Ugolev B.N. Wood Science and Forest Merchandise Science. M. : MSUL, 2007. – 351 p.
2. Ugolev B.N. Wood as a natural smart material. Wood Science and Technology. Journal of the International Academy of Wood Science, 2014, Vol. 48, no. 3, pp.553-568. DOI 10.1007/s00226-013-0611-2.
3. Fedyaev A.A., Chubinsky A.N. Non-destructive methods for testing the properties of wood products. St. Petersburg: GALANIKA, 2022. – 118 p.
4. Vetoshkin Yu.I., Yatsun I.V., Kotsyuba I.V. Operational properties of wood-based composite materials. Monograph. Ekaterinburg. Publishing House of USLTU, 2018. – 100 p.
5. Shamaev V.A., Nikulina N.S., Medvedev I.N. Modification of wood. Monograph. Moscow. Publishing House "FLINTA" 2013. – 448 p.