

Научная статья

УДК 674.047:678.046.6

СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ БНКС

Дарья Сергеевна Валеева¹, Александр Александрович Баев²,
Татьяна Валерьевна Якубова³, Алексей Евгеньевич Шкуро⁴

^{1, 4} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

^{2, 3} Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС
России, Екатеринбург, Россия

¹ valeevad2006@gmail.com

² pancho.99@inbox.ru

³ tatanaakubova71723@gmail.com

⁴ shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована эффективность огнезащитного лака на основе бромированной новолачной карданольной смолы (БНКС). Установлено, что нанесение состава с расходом 100 г/м² снижает потерю массы древесины при горении с 27,4 до 13,4 %, что свидетельствует о значительном повышении ее огнестойкости.

Ключевые слова: огнезащита древесины, бромированная новолачная смола, антипирен, горючесть, лак, покрытие, карданол

Для цитирования: Снижение горючести древесины с помощью покрытия на основе БНКС / Д. С. Валеева, А. А. Баев, Т. В. Якубова, А. Е. Шкуро // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1012–1016.

Original article

REDUCING WOOD FLAMMABILITY WITH A BNCR-BASED COATING

**Daria S. Valeeva¹, Alexander A. Baev², Tatiana V. Yakubova³,
Alexey E. Shkuro⁴**

^{1, 4} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

^{2, 3} Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Ekaterinburg, Russia

¹ valeevad2006@gmail.com

² pancho.99@inbox.ru

³ tatanaakubova71723@gmail.com

⁴ shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. The effectiveness of a fire-retardant varnish based on brominated novolac cardanol resin (BNCR) was researched. It was found that application of the composition at a rate of 100 g/m² reduced the wood's mass loss during combustion from 27.4 to 13.4 %, indicating a significant increase in its fire resistance.

Keywords: wood fire protection, brominated novolac resin, fire retardant, flammability, varnish, coating, cardanol

For citation: Snizhenie goryuchesti drevesiny` s pomoshh`yu pokry`tiya na osnove BNKS [Reducing wood flammability with a BNCR-based coating] (2026) D. S. Valeeva, A. A. Baev, T. V. Yakubova, A. E. Shkuro. Nauchnoe tvorчество molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1012–1016. (In Russ).

Бромированные соединения – ключевой компонент современных огнезащитных систем. Оптимизация их структуры и комбинирование с другими антипиренами позволяют создавать эффективные и экологичные решения для защиты древесины.

Включение брома в структуру фенолформальдегидной смолы позволяет создать химически связанную огнезащитную систему, где атомы брома ковалентно закреплены в полимерной матрице. Это принципиально отличает модифицированную смолу от физических смесей с бромированными добавками. Химическая фиксация предотвращает миграцию и выщелачивание брома из материала, что не только сохраняет стабильность огнезащитных свойств в течение длительного времени, но и существенно снижает токсичность за счет минимизации выделения бромированных соединений в окружающую среду. Кроме того, при термическом разложении

такая система обеспечивает контролируемое высвобождение брома непосредственно в зоне пиролиза, что повышает эффективность газофазного механизма огнезащиты [1].

Карданол – природный фенол, получаемый из масла кешью (*Anacardium occidentale*). Его молекула содержит фенольное ядро с С15-алифатической цепью в метаположении, включающей одну-три двойные связи. Эта уникальная структура обеспечивает широкие возможности для химической модификации [2].

Карданол производится в промышленных масштабах (свыше 50 тыс. т в год) методом вакуумной дистилляции с очисткой, что делает его экономически выгодным сырьем.

Для огнезащиты материалов карданол обладает важными преимуществами:

- повышает выход коксового остатка на 15–25 % благодаря фенольной природе;
- проявляет синергизм с бромированными антипиренами, увеличивая кислородный индекс на три-пять единиц;
- позволяет создавать более экологичные материалы.

Цель данной работы – изучение эффективности огнезащитного лака на основе бромированной новолачной карданолсодержащей смолы (БНКС) для снижения горючести древесины.

В работе использовалась БНКС марки Резикард-Б производства ПАО «Уралхимпласт» (г. Нижний Тагил), полученная по схеме, представленной на рис. 1.

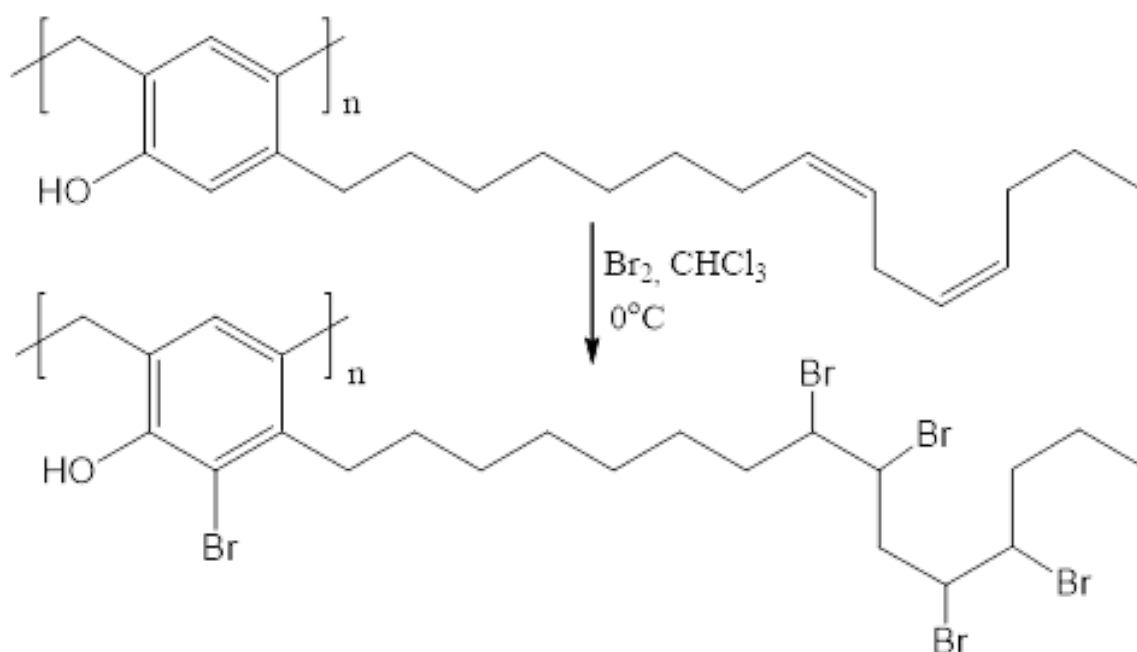


Рис. 1. Схема синтеза БНКС

Для обеспечения равномерного нанесения на поверхность стандартных образцов древесины сосны размером $85 \times 40 \times 20$ мм смолу предварительно растворяли в ацетоне в массовом соотношении 1:2. Полученный лак наносили на поверхность древесины кистью. Были подготовлены пять серий образцов с различным расходом смолы: 0, 50, 100, 150 и 200 г/м².

Образцы высушивались до постоянной массы при комнатной температуре, затем подвергались испытаниям на горючесть на установке «Огневая труба».

Внешний вид образцов древесины после испытаний показан на рис. 2, а график зависимости потери массы после испытаний на горючесть от расхода БНКС – на рис. 3.



Рис. 2. Внешний вид образцов после испытаний на горючесть

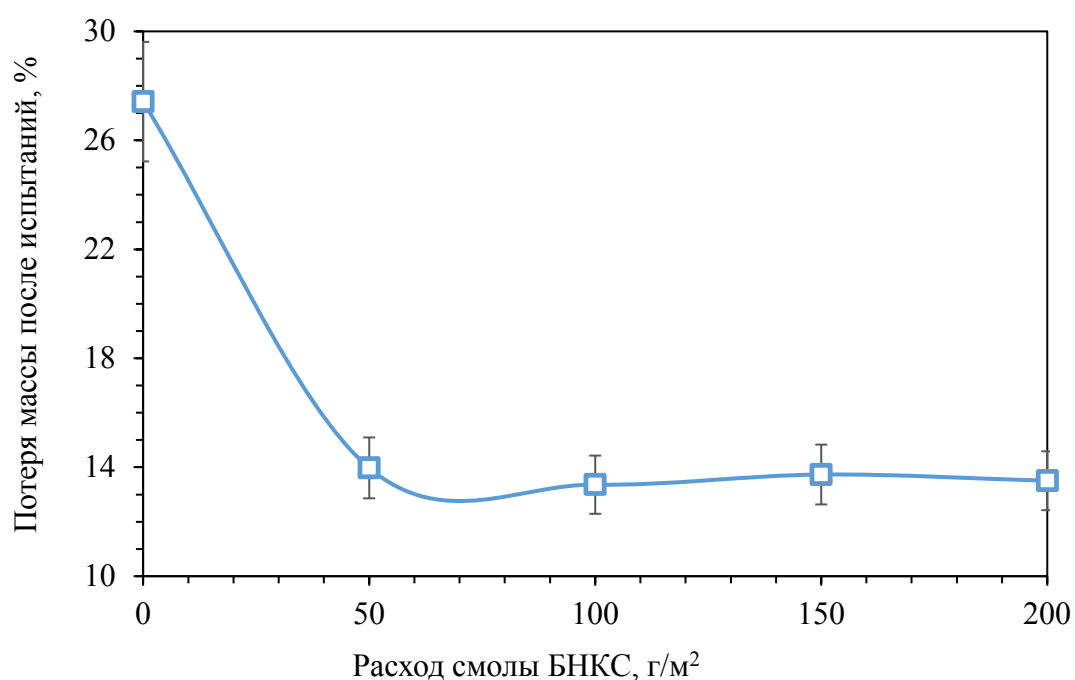


Рис. 3. Результаты определения горючести образцов древесины

Проведенные испытания на горючесть демонстрируют выраженную зависимость между расходом БНКС и потерей массы образцов древесины. Как видно из представленных данных, даже минимальное нанесение смолы в количестве 50 г/м^2 приводит к резкому снижению потери массы с 27,4 до 14,0 %, что свидетельствует об эффективном запуске механизма огнезащиты.

Дальнейшее увеличение расхода смолы до 100 г/м^2 обеспечивает максимальное снижение потери массы до 13,4 %. При этом последующее повышение расхода до $150\text{--}200 \text{ г/м}^2$ не приводит к значительному дополнительному улучшению огнезащитных характеристик (потеря массы стабилизируется на уровне 13,5–13,7 %).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии критического значения расхода смолы в диапазоне $50\text{--}100 \text{ г/м}^2$, при достижении которого формируется эффективный защитный барьер. Практическая значимость исследования заключается в определении оптимального расхода смолы 100 г/м^2 , обеспечивающего экономически целесообразное и технически эффективное решение для огнезащиты древесины.

Список источников

1. Исследование огнестойкости древесно-полимерных композитов на основе поливинилхлорида с добавками бромированного карданолсодержаще-го новолака / А. А. Баев, А. Е. Шкуро, О. Ф. Шишлов, М. А. Красильникова // Деревообрабатывающая промышленность. 2025. № 2. С. 86–94.
2. Caillol S. Cardanol: a Promising Building Block for Biobased Polymers and Additives // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 2018. Vol. 14. DOI: 10.1016/j.cogsc.2018.05.002