

Научная статья
УДК 691.11.002.5

ВЛИЯНИЕ ЛАУРЕТСУЛЬФАТА НАТРИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СОСТАВАМИ

**Максим Наильевич Тухбатулин¹, Татьяна Валерьевна Якубова²,
Алексей Евгеньевич Шкуро³**

^{1, 2} Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС
России, Екатеринбург, России

³ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ tuchbatulin93@mail.ru

² tatanaakubova71723@gmail.com

³ shkuroae@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследована кинетика пропитки древесины огнезащитным составом, модифицированным лауретсульфатом натрия. Установлено, что введение ПАВ в концентрации 0,05 % обеспечивает максимальную скорость капиллярного впитывания и глубину проникновения, что оптимизирует процесс огнезащитной обработки.

Ключевые слова: лауретсульфат натрия, ПАВ, древесина, антипирены, ОЗС, пропиточный раствор, капиллярное впитывание

Для цитирования: Тухбатулин М. Н., Якубова Т. В., Шкуро А. Е. Влияние лауретсульфата натрия на кинетику пропитки древесины огнезащитными составами // 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. 1104–1108.

Original article

INFLUENCE OF SODIUM LAURETH SULFATE ON THE KINETICS OF WOOD IMPREGNATION WITH FIRE-RETARDANT COMPOSITIONS

Maxim N. Tukhbatulin¹, Tatiana V. Yakubova², Alexey E. Shkuro³

¹ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

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

¹ tuchbatulin93@mail.ru

² tatanaakubova71723@gmail.com

³ shkuroae@m.usfeu.ru

Abstract. The kinetics of wood impregnation with a flame retardant modified with sodium laureth sulfate was researched. It was found that adding the surfactant at a concentration of 0.05% ensures maximum capillary absorption rate and penetration depth, optimizing the fire protection treatment process.

Keywords: sodium laureth sulfate, surfactant, wood, fire retardants, impregnating solution, capillary absorption

For citation: Tukhbatulin M. N., Yakubova T. V., Shkuro A. E. (2026) Vliyanie lauretsul`fata natriya na kinetiku propitki drevesiny` ognезashhitny`mi sostavami [Influence of sodium laureth sulfate on the kinetics of wood impregnation with fire-retardant compositions]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – le-snomu 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. 1104–1108. (In Russ).

Древесина сохраняет статус одного из ключевых строительных материалов благодаря своей экологичности, доступности и высоким механическим характеристикам. Однако существенным ограничением ее применения является горючесть, что обуславливает необходимость в эффективной огнезащите [1].

Наиболее распространенным методом повышения огнестойкости древесины является пропитка антипиренами. Особое место среди них занимают составы на основе солей аммония, которые широко применяются в строительстве и различных отраслях промышленности [2].

Пропитка таких конструкций, как перекрытия, полы, элементы мостов, железнодорожные шпалы и сельскохозяйственные сооружения, позволяет значительно повысить их сопротивляемость возгоранию.

Эффективность защиты определяется не только типом антипирена, но и качеством его проникновения в материал. Ключевым фактором здесь выступает интенсивность пропитки, т. е. глубина и равномерность распределения состава в структуре древесины.

Современные разработки предлагают инновационные пути улучшения этого процесса. Одним из перспективных подходов является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ). ПАВ снижают поверхностное натяжение на границе «раствор – древесина», что улучшает смачиваемость и способствует более глубокому проникновению огнезащитного раствора в капиллярно-пористую структуру материала.

Значительный потенциал в области повышения эффективности огнезащитных пропиток демонстрирует использование современных синтетических ПАВ, в частности лауретсульфата натрия (ЛСН, рис. 1).

Ключевыми преимуществами лауретсульфата натрия, обуславливающими его широкое применение в качестве ПАВ в огнезащитных пропитках, являются его высокая поверхностная активность и эффективность. По сравнению с более простыми сульфатами (например, лаурилсульфатом натрия, СЛС), ЛСН демонстрирует значительно более мягкое действие и лучшую совместимость с другими компонентами состава благодаря наличию в молекуле этоксилированной группы. Это свойство обеспечивает превосходные смачивающие способности даже в условиях низких температур и в жесткой воде, помогая быстрому и равномерному распространению раствора по поверхности древесины. Кроме того, лауретсульфат обладает хорошей растворимостью и стабильностью в кислых и щелочных средах, что позволяет гибко варьировать рецептуру пропитки [3].

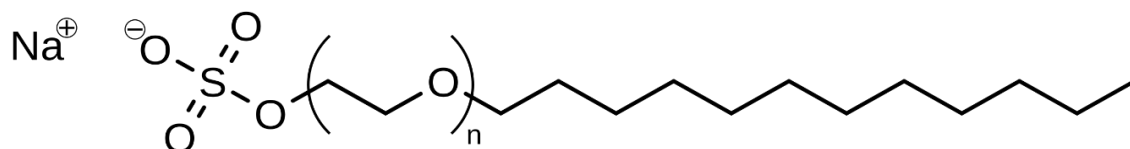


Рис. 1. Структурная формула лауретсульфата натрия

В рамках данного исследования ставилась цель установить кинетические закономерности пропитки древесины огнезащитным составом с добавкой лауретсульфата натрия (ЛСН). Для ее достижения получена серия растворов на основе однозамещенного фосфата аммония и тетрабората натрия с различной концентрацией ЛСН. Рецептуры приготовленных составов приведены в таблице.

Рецептуры исследованных растворов

№	Содержание компонента, масс. %			Конц. лауретсульфата натрия, % (от массы р-ра)
	фосфат аммония однозамещенный	тетраборат натрия	вода	
1	—	—	100	—
2	16,32	2,04	81,64	—
3				0,01
4				0,05
5				0,10
6				0,15

Для исследования кинетики капиллярной пропитки использовали цилиндрические образцы древесины сосны обыкновенной диаметром 3 мм и длиной 115 мм. Образцы закрепляли в вертикальном положении над чашкой Петри, погружая нижний торец на глубину $6,0 \pm 0,5$ мм в 40 мл исследуемого раствора. В течение 24 ч эксперимента при комнатной температуре 25 ± 1 °С постоянный уровень раствора поддерживался в течение всего эксперимента. Положение фронта пропитки отслеживали с точностью до 0,05 мм с помощью штангенциркуля через заданные интервалы времени. Внешний вид образцов после завершения эксперимента представлен на рис. 2, а результаты исследования кинетики капиллярного впитывания показаны на рис. 3.



Рис. 2. Образцы древесины после экспонирования в исследуемых растворах

Анализ экспериментальных данных по кинетике капиллярного впитывания демонстрирует существенное влияние лауретсульфата натрия на процесс пропитки древесины. Введение ПАВ в состав раствора приводит к значительным изменениям динамики подъема жидкости, по сравнению с контрольными образцами (вода и раствор без ЛСН).

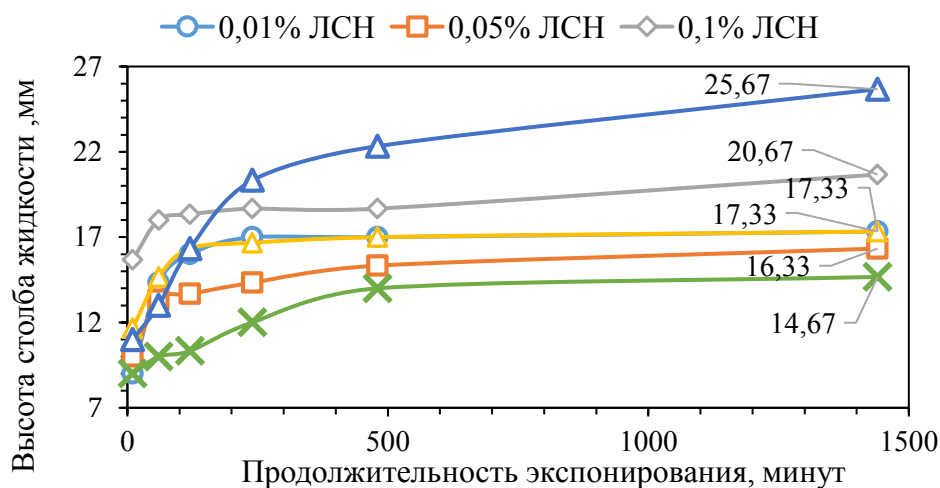


Рис. 3. Результаты определения кинетики впитывания

На основании проведенного анализа можно заключить, что модификация огнезащитных составов ПАВ позволяет целенаправленно регулировать процесс пропитки древесины, оптимизируя его технологические параметры.

Список источников

1. Асеева Р. М., Серков Б. Б., Сивенков А. Б. Горение и пожарная опасность древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21, № 1. С. 19–32.
2. Максимов В. А. Выбор био- и огнезащитных материалов для древесины // Строительные материалы. 2000. № 10. С. 38–39.
3. Sodium lauryl sulfate and its potential impacts on organisms and the environment: A thematic analysis / J. Asio, J. Garcia, A. Janice [et al.] // Emerging Contaminants. 2023. DOI: 10.1016/j.emcon.2023.100205