УДК 674.815

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ДРЕВЕСНОГО МАТЕРИАЛА

FIRE RETARDANTS APPLICATION FOR WOOD MATERIAL

Ф.Ш. Хафизов, А.М. Газизов, Д.Ф. Муратов

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

С.В. Исаков

**Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация**

Fanil Sh. Khafizov, Asgat M. Gazizov, Dinar F. Muratov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

Sergey V. Isakov

**Ural State Forest Engineering University,
Ekaterinburg, Russian Federation**

e-mail: ashatgaz@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена роль антипиренов для древесного материала. Недостатками обычной древесины без пропитки являются невысокая влагостойкость и невысокая огнестойкость, что ограничивает возможность применения ее как строительного материала в условиях переменной влажности окружающей среды и температурного воздействия. Пропитка древесных материалов с использованием антипиренов существенно повышает огнестойкость древесины, что указывает на перспективность использования пропитывающих растворов.

Приведены результаты экспериментального исследования изменения свойств древесины в зависимости от способа пропитки. Физико-механические свойства древесины существенно не изменились, а огнестойкость увеличилась. Результаты экспериментов по проверке показателей огнестойкости древесины с использованием антипиренов показали значительную роль вакуума в их повышении, что доказывает, что неомид является хорошей огнезащитой для древесных композитов.

Abstract. The article discusses the fire retardants role for wood material. The conventional wood disadvantages without impregnation are low moisture resistance and low fire resistance, which limits the possibility of using it as a building material under conditions of varying humidity of the environment and temperature effects. Wood materials impregnation with the fire retardants use for significantly increases the fire wood resistance, which indicates the prospects of using impregnating solutions.

The experimental study results of changes in the wood properties depending on the impregnation method are given. The physicommechanical properties of wood did not change significantly, and the fire resistance increased. The experiments results to test the fire resistance of wood using fire retardants showed a significant role for vacuum in their increase, which proves that neomid is a good fire retardant for wood composites.

Ключевые слова: древесина, антипирены, строительные материалы, прочность, разбухание, время возгорания, время потемнения

Key words: wood, fire retardants, building materials, strength, swelling, fire time, darkening time

В результате проведенного анализа способов улучшения свойств древесины с помощью антипиренов первоначально были выбраны акстон и неомид [1–5].

Ознакомившись с информацией об антипиренах, можно сделать вывод, что оптимальной защитой материалов от огня является обработка их огнезащитными составами под давлением – в автоклаве. Применяют методы глубокой пропитки под давлением или погружения в ванну, что повышает огнестойкие свойства материалов. Поскольку не всегда имеется автоклав, требуется уделить максимум внимания выбору антипирена и возможности его нанесения в домашних условиях [6].

В данной работе для сравнения огнестойкости веществ мы сравниваем два вида антипиренов и два способа их нанесения.

Первый способ нанесения пропитки – погружение в раствор антипирена (рисунок 1), *второй способ* – использование вакуумной упаковки (рисунок 2).

а)

б)

- а) образец с использованием акстона;
- б) образец с использованием неомида

Рисунок 1. Погружение в раствор антипирена

а)

б)

- а) образец с использованием акстона;
б) образец с использованием неомида

Рисунок 2. Образцы в вакуумной упаковке

Для эксперимента были взяты образцы дерева размерами 70 x 30 x 15 мм, которые были предварительно замочены в антипирене сроком на 1, 3, 6, 12 и 24 ч (рисунки 3 и 4).

Рисунок 3. Образцы после пропитки антипиреном акстон

Рисунок 4. Образцы после пропитки антипиреном неомид

Второй способ нанесения вещества представляет собой помещение образца в герметичную упаковку с антипиреном с последующим откачкой воздуха.

Нанесение антипирена происходило в течение 1, 3, 6, 12 и 24 ч, по истечению данного времени образцы были помещены в одинаковые условия для дальнейшего высыхания сроком на 1 мес. Для проведения огневых работ была использована бензиновая паяльная лампа (рисунок 5).

Рисунок 5. Паяльная лампа

Нами были проведены два эксперимента. Первый эксперимент проведен при температуре 27 °С, второй – при температуре 0 °С. Данные, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1. Эксперимент 1 – нанесение антипирена акстона

Акстон (образец 1)	Время возгорания	Время деформации древесины	Время тления
Способ замачивания	В вакуумной упаковке		
1 ч	-	1 мин 46 с	7,0 с
3 ч	-	1 мин 56 с	7,0 с
6 ч	-	2 мин 15 с	4,44 с
12 ч	-	2 мин 30 с	4,32 с
24 ч	-	3 мин 16 с	3,53 с
Способ замачивания	В ванне		
1 ч	-	1 мин 56 с	5,32
3 ч	-	2 мин 20 с	5,03
6 ч	-	2 мин 35 с	4,6
12 ч	-	2 мин 56 с	3,33
24 ч	-	3 мин 10 с	3,03

Таблица 2. Эксперимент 2 – нанесение антипирена акстона

Акстон (образец 1)	Время возгорания	Время деформации древесины	Время тления
Способ замачивания	в Вакуумной упаковке		
1 ч	-	1 мин 35 с	7,0 с
3 ч	-	1 мин 41 с	7,7 с
6 ч	-	1 мин 59 с	4,39 с
12 ч	-	2 мин 05 с	4,23 с
24 ч	-	2 мин 55 с	3,32 с
Способ замачивания	в Ванне		
1 ч	-	1 мин 17 с	5,37 с
3 ч	-	1 мин 28 с	5,23 с
6 ч	-	1 мин 39 с	4,32 с
12 ч	-	1 мин 51 с	4,4 с
24 ч	-	2 мин 45 с	3,2 с

Таблица 3. Эксперимент 1 – нанесение антипирена неомида

Неомид (образец 2)	Время возгорания	Время возгорания	Время тления
Способ замачивания	В вакуумной упаковке		
1 ч	-	30 с	10 с
3 ч	-	2 мин 20 с	7,3 с
6 ч	-	2 мин	6,3 с
12 ч	-	2 мин 45 с	5,57 с
24 часа	-	2 мин 50 с	5,42 с
Способ замачивания	В ванне		
1 ч	-	1 мин 40	7,36 с
3 ч	-	3 мин 40 с	6,87 с
6 ч	-	3 мин 42 с	6,45 с
12 ч	-	3 мин 55 с	5,23 с
24 ч	-	4 мин 20 с	5,36 с

Таблица 4. Эксперимент 2 – нанесение антипирена неомида

Неомид (образец 2)	Время возгорания	Время возгорания	Время тления
Способ замачивания	В вакуумной упаковке		10 с
1 ч	-	42 с	7,1 с
3 ч	-	1 мин 58 с	5,9 с
6 ч	-	2 мин 15 с	5,52 с
12	-	3 мин 7 с	5,35 с
24 ч	-	3 мин 50 с	
Способ замачивания	В ванне		
1 ч	-	1 мин 56 с	11 с
3 ч	-	2 мин 06 с	7,6 с
6 ч	-	2 мин 50 с	6,2 с
12 ч	-	3 мин 29 с	5,55 с
24 ч	-	3 мин 50 с	5,37 с

На рисунке 6 представлены образцы после проведения эксперимента 1 с акстоном, которые были подвержены нагреву при температуре окружающей среды 27 °С. Данные образы при горении поглощали тепло и выделяли газ, препятствующий дальнейшему горению.

Рисунок 6. Образцы после эксперимента 1 с акстоном

На рисунке 7 представлены образцы, полученные в результате эксперимента 2 (при температуре 0 °С). При горении антипирен также поглощал тепло, но ухудшилось выделение газа, который предотвращает горение, что привело к уменьшению времени огнестойкости образцов (таблицы 1 и 2).

Рисунок 7. Образцы после эксперимента 2 с акстоном

На рисунке 8 представлены образцы, обработанные антипиреном неомид при температуре 27 °С. При эксперименте наблюдалось выделение газа, способствующего уменьшению кислорода в области горения, а также формирование защитной корки пенококса, которая уменьшила воздействия огня и имела теплоотводящие свойства.

Рисунок 8. Образцы после эксперимента 1 с неомидом

На рисунке 9 представлены образцы, обработанные антипиреном неомид при температуре 0 °С. Результат такой же, как в эксперименте 1: выделялся газ, и образовывался пенококсовый защитный слой, но данный слой получался меньше, чем при положительной температуре в эксперименте 1, что привело к уменьшению теплоотводящих свойств.

Рисунок 9. Образцы после эксперимента 2 с неомидом

С целью подробного анализа и сравнения антипиренов и методов их нанесения построены графики (рисунки 10–17).

Рисунок 10. Результаты эксперимента 1 с акстоном в вакуумной упаковке

Рисунок 11. Результаты эксперимента 1 с неомидом в вакуумной упаковке

Из графиков (рисунки 10, 11) видно, что акстон показал лучший по сравнению с неомидом результат при замачивании на 1 ч и 24 ч. Неомид дал лучшие и стабильные результаты при замачивании на 3 ч и 12 ч. Результаты при замачивании на 6 ч практически идентичны.

Рисунок 12. Результаты эксперимента 2 с акстоном в вакуумной упаковке

Рисунок 13. Результаты эксперимента 2 с неомидом в вакуумной упаковке

На диаграммах (рисунки 11, 12) мы видим, что отрицательная температура повлияла негативно на акстон, время сопротивления возгоранию уменьшилось примерно на 10 с, а на неомид – положительно, увеличив время огнестойкости. Можно сделать вывод, что акстон защищает лучше в условиях положительной температуры.

Рисунок 14. Результаты эксперимента 1 с акстоном при замачивании в ванне

Рисунок 15. Результаты эксперимента 1 с неомидом при замачивании в ванне

Как видно из рисунков 14 и 15, время огнестойкости увеличилось, что связано с тем, что образцы были замочены в ванне. Можно сделать вывод, что заготовки впитали больше антипирена, чем образцы, замоченные в вакуумной упаковке. Если сравнивать акстон и неомид, то очевидно, что на акстон не сильно повлиял вакуум, а на неомид вакуум повлиял отрицательно.

Рисунок 16. Результаты эксперимента 2 с акстоном при замачивании в ванне

Рисунок 17. Результаты эксперимента 2 с неомидом при замачивании в ванне

Из диаграмм (рисунки 16, 17) видно, что отрицательная температура оказала такое же воздействие, как и в эксперименте с вакуумным замачиванием.

Выводы

Вакуумный способ нанесения огнезащитных веществ улучшает проникающие свойства обоих антипиренов: акстона и неомида. Но данный способ ограничивает количество вещества, так как при вакуумной пропитке образцов «излишки» антипирена выводятся наружу с воздухом. Образцы древесины, которые замачивались в ванне, впитывали антипирены без ограничения, т.е. большего количества, но это чревато потерей прочности деревянных конструкции. Следует отметить, что более низкая температура окружающей среды ухудшает свойства акстона, однако неомид наоборот эффективнее замедляет процесс горения за меньшее время.

Список используемых источников

1. Леонович А.А., Шалун Г.Б. Огнезащита древесных плит и слоистых пластиков. М.: Лесная промышленность, 1974. 82 с.
2. Дружинина Т.В., Мухин Б. Термо-, жаростойкие и негорючие волокна. М., 1978. С. 341-416.
3. Гайдаров Л.Э. Строительные материалы. М.: Техника, 2007. 367 с.
4. ГОСТ 16363-76. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 8 с.
5. Каргин В.А. Энциклопедия полимеров. М.: Советская энциклопедия, 1972. 609 с.
6. Газизов А.М., Кузнецова О.В., Шарафутдинов А.А., Еникеев М.И. Повышение стойкости композиционного древесного материала // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2018. № 4. С. 182-193.

References

1. Leonovich A.A., Shalun G.B. *Ognezashchita drevesnykh plit i sloistyykh plastikov* [Fire Protection of Wood-Based Panels and Laminates]. Moscow, Forest Industry, 1974. 82 p. [in Russian].
2. Druzhinina T.V., Mukhin B. *Termo-, zharostoikie i negoryuchie volokna* [Thermo-, Heat-Resistant and Non-Combustible Fibers]. Moscow, 1978. pp. 341-416. [in Russian].
3. Gaidarov L.E. *Stroitel'nye materialy* [Building Material]. Moscow, Technique, 2007. 367 p. [in Russian].
4. GOST 16363-76. *Sredstva ognezashchitnye dlya drevesiny. Metody opredeleniya ognezashchitnykh svoystv* [Fire-Resistant Means for Wood. Methods for Determining Fire-Retardant Properties]. Moscow, Publishing House of Standards, 2002. 8 p. [in Russian].
5. Kargin V.A. *Entsiklopediya polimerov* [Encyclopedia of Polymers]. Moscow, Soviet Encyclopedia, 1972. 609 p. [in Russian].
6. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sharafutdinov A.A., Enikeev M.I. *Povyshenie stoikosti kompozitsionnogo drevesnogo materiala* [Increasing the Stability of Composite Wood Material]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2018, No. 4, pp. 182-193. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Хафизов Фаниль Шамильевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Fanil Sh. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: pkpb@mail.ru

Газизов Асгат Мазхатович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Asgat M. Gazizov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: ashatgaz@mail.ru

Муратов Динар Флюорович, магистрант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Dinar F. Muratov, Undergraduate Student of the Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: mdinar24@mail.ru

Исаков Сергей Валерьевич, студент кафедры «Автоматизация и инновационные технологии», УГЛУ, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Sergey V. Isakov, Student of Automation and Innovative Technologies Department, USFEU, Ekaterinburg, Russian Federation

e-mail: omon7773@yandex.ru