

УДК 699.812.3

**ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРА И ВРЕМЯ ПРОПИТКИ
ДРЕВЕСИНЫ АНТИСЕПТИКОМ БИОПИРЕН «МИГ-09»**

**OPTIMAL TEMPERATURE AND TIME OF WOOD IMPREGNATION
WITH ANTISEPTIC BIOPIRENE MIG-09**

А.М. Газизов, Э.С. Самосенко, Ф.Ш. Хафизов

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

Asgat M. Gazizov, Emma G. Samosenko, Fanil Sh. Khafizov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

e-mail: ashatgaz@mail.ru

Аннотация. Огнестойкость и биологическая стойкость древесины достигаются с помощью антипиренов и антисептиков, которые защищают материал от прямого контакта с огнем или ограничивают доступ кислорода к объекту, предотвращая его возгорание.

Цель представленного исследования заключается в экспериментальном исследовании эффективности огнезащитных средств, определении уровня режимов пропитки, влияния температуры, способа пропитки для повышения огнестойкости древесины.

Проведены экспериментальные исследования влияния температуры на глубину проникновения пропитки при использовании двух вариантов обработки древесины с помощью антипирена-антисептика Биопирен «МИГ-09»: образцы древесины пропитывались при определенных температурах и образцы древесины пропитывались в 2 этапа при температуре 26 °С.

Экспериментально установив среднюю величину времени тления и горения на каждом этапе процесса горения обработанной антипиреном-антисептиком Биопирен «МИГ-09» древесины, можно определить среднее время защищенности материала. При более высокой температуре обработки впитывание состава в древесину более глубокое, что продлевает тление древесины, не приводя к открытому горению.

Abstract. Fire resistance and biological resistance of wood are achieved using flame retardants and antiseptics, which protect the material from direct contact with fire or restrict the access of oxygen to the object, preventing its ignition.

The research purpose is an experimental study of the flame retardants effectiveness, determining the level of impregnation regimes, the influence of temperature, the method of impregnation to increase the wood fire resistance.

Experimental studies of the temperature effect on the penetration depth using two variants of wood treatment with MIG-09 flame retardant antiseptic were carried out: the wood samples were impregnated at certain temperatures and the wood samples were impregnated in 2 stages at a temperature of 26 ° C.

By experimentally setting the average value of the smoldering and burning time at each stage of the combustion process of wood treated with MIG-09 Biopiren flame retardant, it is possible to determine the average material protection time. At a higher processing temperature, the absorption of the composition into the wood is deeper, which prolongs the decay of the wood without leading to open burning.

Ключевые слова: пропитка; антисептик; огнестойкость; древесина; испытания огнем

Key words: impregnation; antiseptic; fire resistance; wood; fire tests

Древесина – экологически чистый строительный материал, обладающий достаточной прочностью, низкой теплопроводностью, малой звукопроводностью, способностью гасить любую вибрацию, она устойчива к коррозии, легка в эксплуатации и обработке. Ограничивает ее применение в строительстве лишь слабая огнестойкость и склонность к поражению грибом, насекомыми и плесенью.

Огнестойкость и биологическая стойкость древесины достигаются с помощью антипиренов и антисептиков, которые защищают материал от прямого контакта с огнем или ограничивают доступ кислорода к объекту, предотвращая его возгорание [1–4].

Цель представленного исследования заключается в экспериментальном исследовании эффективности огнезащитных средств, определении уровня режимов пропитки, влияния температуры, способа пропитки для повышения огнестойкости древесины [5–7].

Изучим влияние температуры на глубину проникновения пропитки.

Рассмотрим 2 варианта обработки с помощью антипирена-антисептика Биопирен «МИГ-09»:

образцы древесины пропитываются при следующих температурах: 26 °С, 31 °С, 36 °С, 41 °С, 46 °С;

образцы древесины пропитываются в 2 этапа при температуре 26 °С.

Эксперимент № 1. Образцы обрабатывали при разных температурах: 26 °С, 31 °С, 36 °С, 41 °С, 46 °С.

Для испытания изготовлены деревянные образцы из прямослойной сухой древесины сосны с влажностью 25 % и плотностью от 400 до 550 г/м³ в виде кубов размерами в поперечном сечении 50 x 50 мм и длиной вдоль волокон 50 мм. Образцы пронумерованы (рисунок 1).



Рисунок 1. Образцы из прямослойной сухой древесины сосны

Образцы (эксперимент № 1) перед нанесением огнезащитного состава Биопирен «МИГ-09» высушивали при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Образцы обрабатывали составом, обладающим 1 группой огнезащитной эффективности [8, 9], разбавленным водой в соотношении 1 : 5, для пропитки использовали 600 г/м^2 , в один подход, при температурах: $26 ^\circ\text{C}$, $31 ^\circ\text{C}$, $36 ^\circ\text{C}$, $41 ^\circ\text{C}$, $46 ^\circ\text{C}$. После обработки древесина высыхала в естественных условиях при температуре $22\text{--}23 ^\circ\text{C}$ в течение 24 ч (рисунок 2).

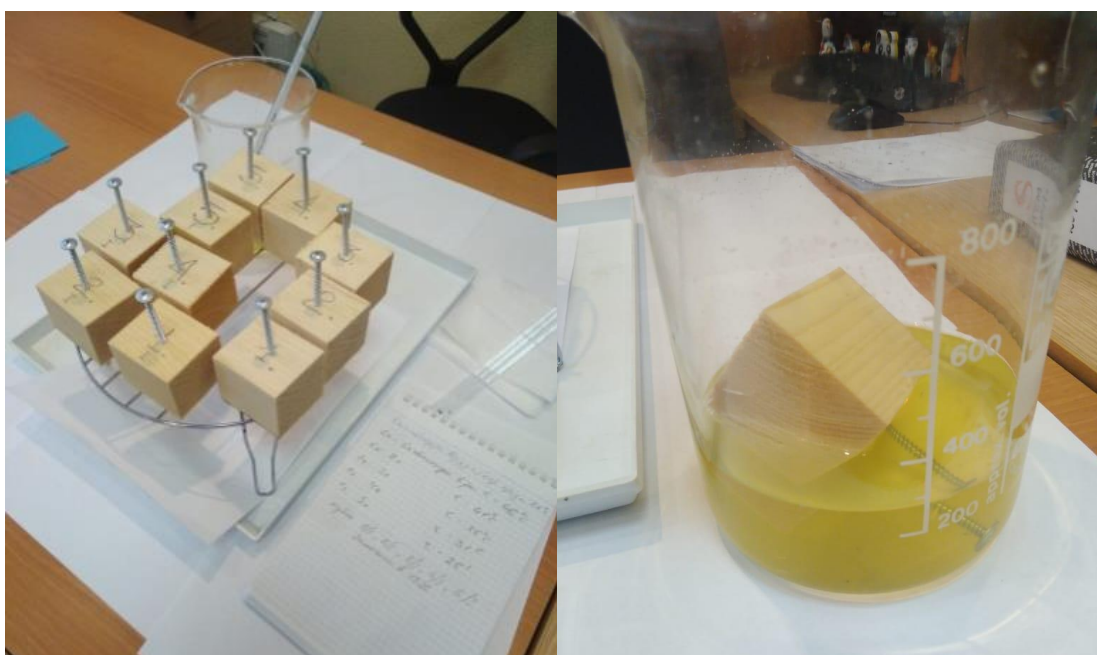


Рисунок 2. Эксперимент № 1

Эксперимент № 2. Перед нанесением состава образцы древесины высушивали при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Образцы обрабатывали полученным составом, разбавленным водой в соотношении 1 : 5. Каждый образец обрабатывается при температуре $26 ^\circ\text{C}$ и просыхает в течение 12 ч, затем нанесение пропиточного состава повторяется, после чего образцы оставляем в условиях комнатной температуры $(23\pm3)^\circ\text{C}$ на 12 ч (рисунок 3).

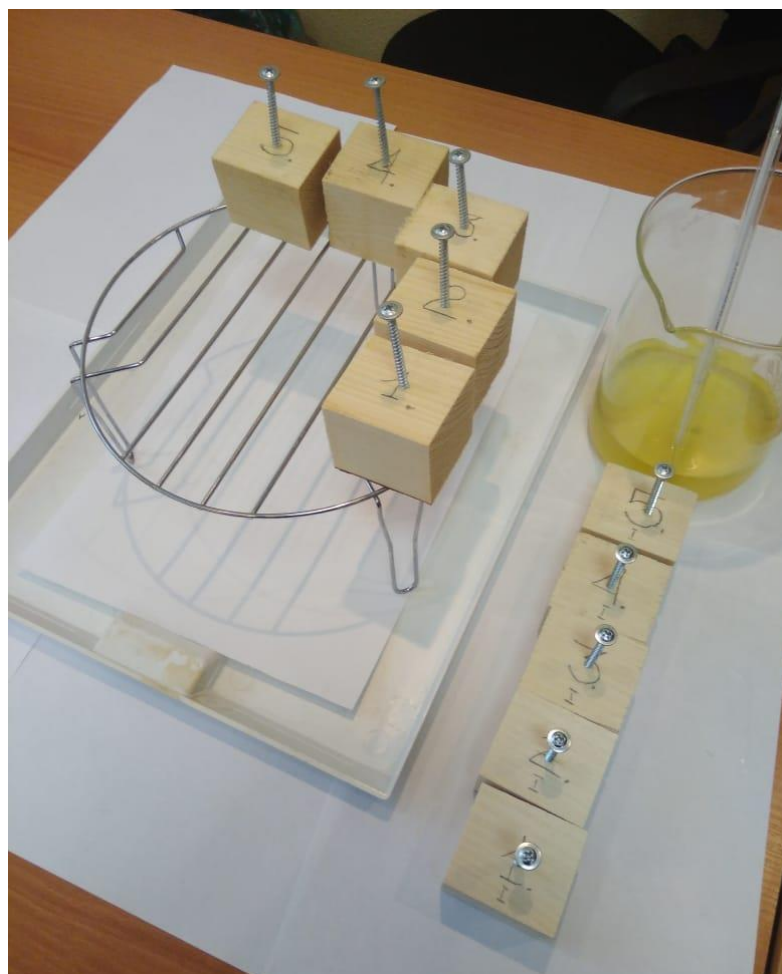


Рисунок 3. Эксперимент № 2

Для проведения и подготовки экспериментов использовано следующее оборудование:

- секундомер (класс точности II);
- емкость для пропитки образцов древесины;
- биопирен (антипирен-антисептик) «МИГ-09»;

- керамический короб с наружными размерами 120 х 120 х 300 мм и толщиной стенок (16 ± 2) мм;
- металлическая подставка для крепления держателя, которая имеет створки производной конструкции (или другое приспособление) для регулирования подачи воздуха в зону горения образца;
- газовая горелка, входящая внутрь короба по его центру с отклонением от оси не более 2 мм;
- держатель образца, фиксирующий положение испытываемого образца в центре короба на расстоянии (200 ± 2) мм от газовой горелки, при расходе газа 1 дм³/мин достигаются максимальные температуры пламени от 1000 °С до 1850 °С.

Держатель устанавливаем и закрепляем, испытываемый образец закрепляем в держатель, направляем пламя газовой горелки на расстояние (200 ± 2) мм (рисунок 4). При достижении температуры 1000–1850 °С включаем секундомер, образец держим в течение 2 с.



Рисунок 4. Испытание образца огнем

Фиксируем:

- выгорание первого нанесенного слоя;
- время прогорания материала;

– полное возгорание незащищенной древесины.

Расход газа в процессе испытания постоянный, через 2 с подачу газа прекращаем, образец оставляем для остывания.

Результаты эксперимента № 1 представлены в таблицах 1, 2 и на рисунке 5.

Таблица 1. Результаты эксперимента № 1

№	Температура обработки, °C	Масса до пропитки, г	Масса после пропитки, г	Время возгорания, с	Время тления, с	Время повторного возгорания, с
1	46	43,135 (1)	43,311	2	7	14
		46,996 (б)1	47,901	2	30	14
		45,883 (г)1	46,118	2	16	22
2	41	42,729 (2)	43,378	2	8	5
		35,996 (б)2	36,952	2	11	21
		38,780 (г)2	39,744	2	10	30
3	36	43,797 (3)	44,286	2	10	5
		36,986 (б)3	37,770	2	11	15
		37,876 (г)3	38,239	2	13	20
4	31	44,332 (4)	44,646	2	21	13
		36,992 (б)4	37,508	2	15	11
		35,938 (г)4	36,697	2	13	34
5	26	44,192 (5)	44,795	2	17	23
		39,017 (б)5	39,410	2	15	12
		38,907 (г)5	39,255	2	11	45

Таблица 2. Средняя величина тления (эксперимент № 1)

№	Температура обработки, °C	Время обработки образца, с	Время высыхания при температуре (23 ± 5) °C, ч	Средняя величина возгорания, с	Средняя величина тления, с	Время перехода к открытому горению, с
1	26	10	24	2	14,33	26,66
2	31	10	24	2	16,33	19,33
3	36	10	24	2	11,33	13,33
4	41	10	24	2	6,66	19,00
5	46	10	24	2	17,66	16,66

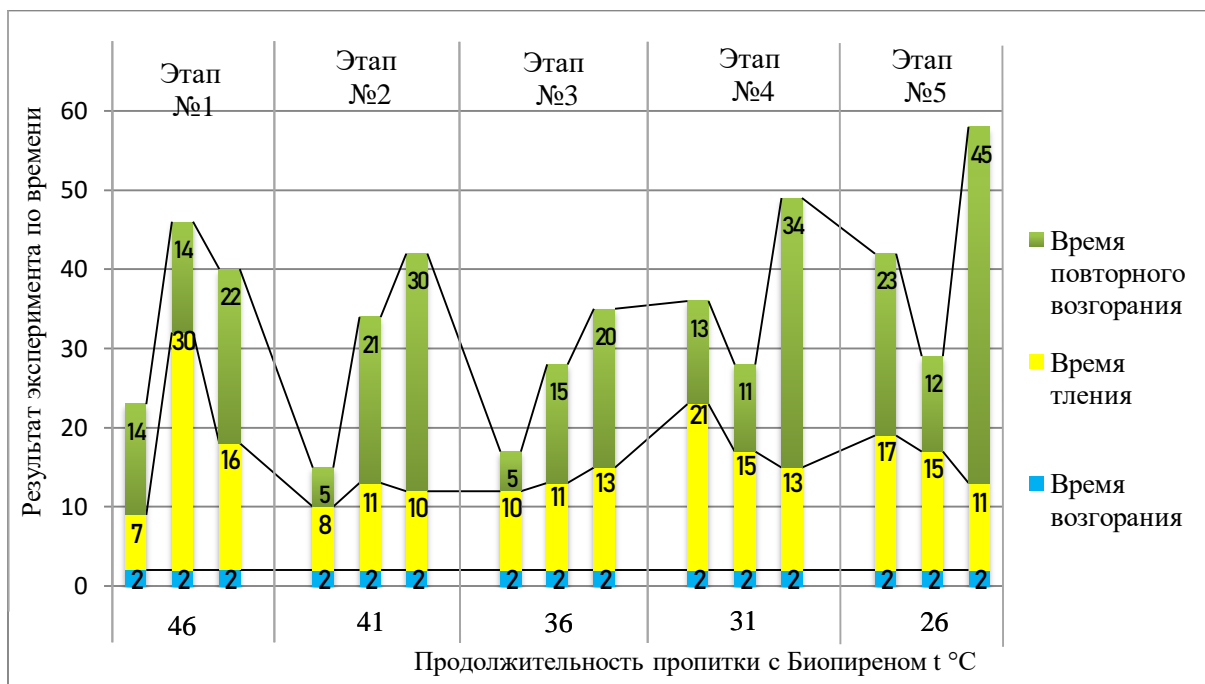


Рисунок 5. Продолжительность пропитки на каждом этапе (эксперимент № 1)

Выводы по результатам эксперимента № 1:

- переход возгорания из начальной стадии в открытое горение (от 7 до 30 с) и возрастание горения (от 5 до 45 с);
- в течение первой фазы (возгорание) время стабильное, равно 2 с, температура пламени 1000–1850 °С;
- вторая фаза (тление) составляет от 6,66 до 17,66 с;
- третья фаза (время перехода в открытое горение) составляет от 13,33 до 26,66 с;
- при температуре раствора 46 °С увеличивается время защиты (тления) и поэтому данное значение температуры рекомендуется при проведении пропитки.

Результаты эксперимента № 2 представлены в таблицах 3, 4 и на рисунке 6.

Таблица 3. Результат эксперимента № 2

№	Температура обработки, °С	Масса до пропитки, г	Масса после пропитки, г	Время возгорания, с	Время тления, с	Время повторного возгорания, с
1	26	42,915 (1)	43,556	2	7	15
		36,962 (a1)	37,551	2	40	32
		44,350 (в1)	44,471	2	6	23
2	26°С	43,046 (2)	43,975	2	21	14
		39,996 (a2)	40,320	2	7	8
		37,033 (в2)	37,845	2	11	33
3	26° С	44,590 (3)	44,736	2	6	21
		48,034 (a3)	48,703	2	25	20
		37,840 (в3)	38,288	2	4	44
4	26°С	43,480 (4)	45,510	2	19	27
		48,250 (a4)	49,864	2	25	20
		43,036 (в4)	44,034	2	9	39,
5	26°С	49,819 (5)	51,288	2	11	16
		46,250 (a5)	47,604	2	5	20
		47,937 (в5)	49,729	2	30	20

Таблица 4. Средняя величина тления (эксперимент № 2)

№	Температура обработки, °С	Время обработки образца, с	Время высыхания при температуре (23 ± 5) °С, ч	Средняя величина возгорания, с	Средняя величина тления, с	Время перехода к открытому горению, с
1	26	10	24	2	17,66	23,33
2	26	10	24	2	13	18,3
3	26	10	24	2	11,66	28,33
4	26	10	24	2	17,66	28,66
5	26	10	24	2	15,33	18,66

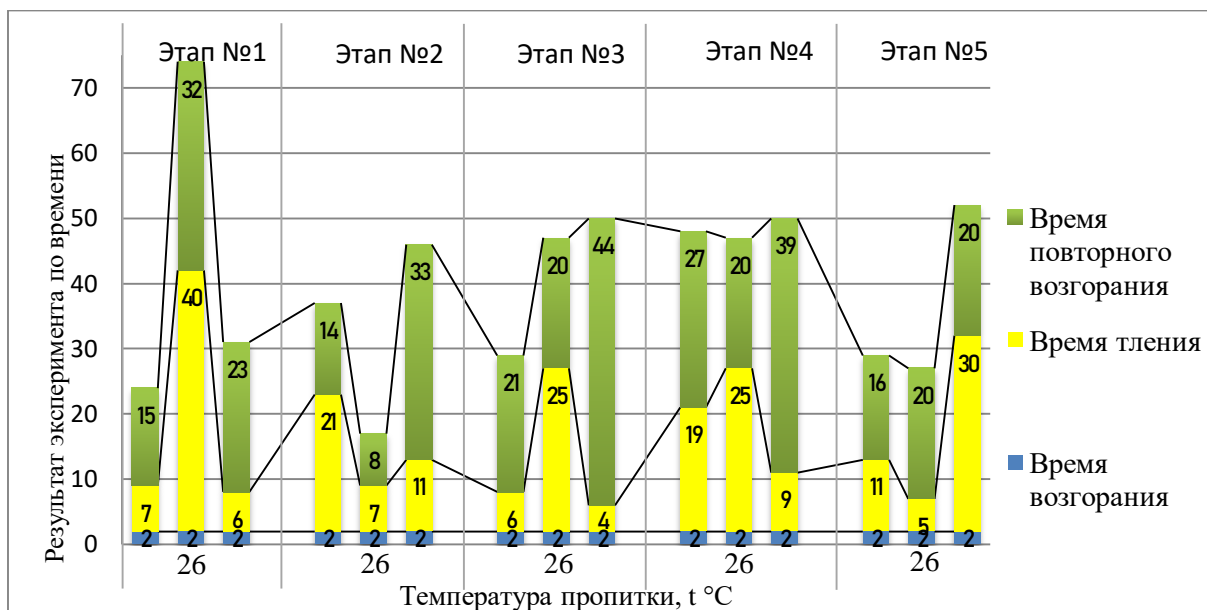


Рисунок 6. Показатели пропитки каждого образца (эксперимент № 2)

Выводы по результатам эксперимента № 2:

- образцы обработаны при температуре раствора 26 °С в два слоя, что привело к лучшему проникновению раствора и к увеличению защитного слоя;
- экспериментальным путем выявлено, что переход возгорания в горение составляет от 4 до 40 с, рост времени горения – от 8 до 32 с;
- в течение первой фазы возгорание длится 2 с;
- на втором этапе тления средняя величина времени составляет 15,06 с;
- средняя величина горения наступает на 23,45 с.

Учитывая, что материал обработан раствором дважды (в два слоя пропитки), и время перехода от тления к горению уменьшилось, открытое горение не наступает.

Выводы

Экспериментально установив среднюю величину времени тления и горения на каждом этапе процесса горения обработанной антипиреном-антисептиком Биопирен «МИГ-09» древесины, можно определить среднее

время защищенности материала. При более высокой температуре обработки впитывание состава в древесину более глубокое, что продлевает тление древесины, не приводя к открытому горению.

Список используемых источников

1. Газизов А.М., Кузнецова О.В., Шарафутдинов А.А., Еникеев М.И. Повышение стойкости композиционного древесного материала // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2018. № 4. С. 182-193. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/4_2018/ogbus_4_2018_p182-193_GazizovAM_ru.pdf (дата обращения: 25.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2018-4-182-193.
2. Хафизов Ф.Ш., Газизов А.М., Муратов Д.Ф. Применение антипиренов для древесного материала // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. № 2. С. 16-31. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/2_2019/ogbus_2_2019_p16-31.pdf (дата обращения: 26.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2019-2-16-31.
3. Газизов А.М., Кузнецова О.В., Синегубова Е.С. Изучение огнестойкости композиционных материалов // Деревообработка: технологий, оборудование, менеджмент XXI века: матер. XIII Междунар. Евразийский симпозиум. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 73-76.
4. Мельников И. Деревообработка. Лакокрасочные материалы. М.: Гостехиздат, 2018. 983 с.
5. Нигматуллина Д.М., Полищук Е.Ю., Сивенков А.Б., Стенина Е.И., Балакин В.М. Пожарная опасность деревянных конструкций с глубокой пропиткой огнебиозащитными составами // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 64-71.
6. Анохин Е.А. Повышение класса пожарной опасности деревянных конструкций длительного срока эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук. М.: 2017. 236 с.

7. Нигматуллина Д.М., Полищук Е.Ю., Сивенков А.Б., Стенина Е.И. Исследование эффективности способа глубокой пропитки древесины различными огнезащитными системами // Материалы 5 Международной научно-практической конференции «Ройтмановские чтения». М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. С. 60-63.

8. ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2019. 20 с.

9. ГОСТ 16363-76. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 8 с.

References

1. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sharafutdinov A.A., Enikeev M.I. Povyshenie stoikosti kompozitsionnogo drevesnogo materiala [Increasing the Stability of Composite Wood Material]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo» – Online Edition «Oil and Gas Business»*, 2018, No. 4, pp. 182-193. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/4_2018/ogbus_4_2018_p182-193_GazizovAM_ru.pdf (accessed 25.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2018-4-182-193. [in Russian].

2. Khafizov F.Sh., Gazizov A.M., Muratov D.F. Primenenie antipirenov dlya drevesnogo materiala [Fire Retardants Application for Wood Material]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo» – Online Edition «Oil and Gas Business»*, 2019, No. 2, pp. 16-31. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/2_2019/ogbus_2_2019_p16-31.pdf (accessed 26.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2019-2-16-31. [in Russian].

3. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sinegubova E.S. Izuchenie ognestoikosti kompozitsionnykh materialov [The Study of Fire Resistance of Composite Materials]. *Materialy XIII Mezhdunarodnogo Evraziiskogo simpoziuma «Derevoobrabotka: tekhnologii, oborudovanie, menedzhment XXI veka»* [Materials XIII International Eurasian Symposium «Woodworking: Technologies, Equipment, Management of the XXI Century»]. Ekaterinburg, UGLTU Publ., 2018, pp. 73-76. [in Russian].

4. Melnikov I. *Derevoobrabotka. Lakokrasochnye materialy* [Woodworking. Paints and Varnishes]. Moscow, Gostekhizdat Publ., 2018. 983 p. [in Russian].

5. Nigmatullina D.M., Polishchuk E.Yu., Sivenkov A.B., Stenina E.I., Balakin V.M. Pozharnaya opasnost' derevyannykh konstruktssii s glubokoi propitkoi ognеbiozashchitnymi sostavami [The Fire Hazard of Wooden Structures with Deep Fire and Bio Protective Impregnation Compositions]. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti – Technology of Technosphere Safety*, 2017, No. 3 (73), pp. 64-71. [in Russian].

6. Anokhin E.A. *Povyshenie klassa pozharnoi opasnosti derevyannykh konstruktssii dlitel'nogo sroka ekspluatatsii: dis. kand. tekhn. nauk* [Improving the Fire Hazard Class of Wooden Structures with a Long Service Life: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Moscow, 2017. 236 p. [in Russian].

7. Nigmatullina D.M., Polishchuk E.Yu., Sivenkov A.B., Stenina E.I. Issledovanie effektivnosti sposoba glubokoi propitki drevesiny razlichnymi ognеzashchitnymi sistemami [The Study of the Effectiveness of the Method of Deep Impregnation of Wood with Various Fire Retardant Systems]. *Materialy 5 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Roitmanovskie chteniya»* [Materials of the 5th International Scientific-Practical Conference «Reutman Readings»]. Moscow, Akademiya GPS MChS Rossii Publ., 2017, pp. 60-63. [in Russian].

8. *GOST R 53292-2009. Ognezashchitnye sostavy i veshchestva dlya drevesiny i materialov na ee osnove. Obshchie trebovaniya. Metody ispytaniy* [State Standard R 53292-2009. Fire Retardant Compositions and Substances for Wood. General Requirements. Test Methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 20 p. [in Russian].

9. *GOST 16363-76. Sredstva ognezashchitnye dlya drevesiny. Metody opredeleniya ognezashchitnykh svoystv* [State Standard 16363-76. Protective Aids for Wood. Method for Determining Fire Protective Properties]. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov Publ., 2002. 8 p. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

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

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

e-mail: ashatgaz@mail.ru

Самосенко Эмма Газизовна, магистрант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Emma G. Samosenko, Undergraduate Student of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: emma.samosenko@yandex.ru

Хафизов Фаниль Шамилевич, 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