



Flame-Retardant Efficiency of Oligomeric Flame Retardants of the New Generation

F. N. Nurkulov, I. I. Sitdikov

Research Institute of Chemical Technology

S. I. Akhmedov

Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract: Phosphorous, silicon- and nitrogen-containing oligomeric flame retardants of the AJ-13 brand were obtained in the article, optimal compositions of oligomeric flame retardants with synergetic properties for the processing of wood materials were determined and their flame retardant properties based on GOST were studied. Based on the results of experimental tests, it was found that the flame retardant composition of the AJ-13 brand provides the I group of fire-protective effectiveness of wood materials.

Keywords: flame retardant coatings, oligomeric flame retardant, flame retardant efficiency, flammability group, smoldering, mass loss, fire resistance.

Date of Submission: 25-4 -2022

Date of Acceptance: 28-5-2022

Введение. На сегодняшний день рост пожаров в мире и в республике, приводящих к получению ожогов и даже к гибели людей и увеличению экономического ущерба, происходит в основном за счет полимерных и древесных материалов, которые являются горючим и выделяющим токсичные газы при горении. Они широко применяются в современном строительстве в качестве конструкционно-декоративного материала, и пожароопасность этих материалов остаётся одним из актуальных вопросов.

В мире ведутся исследования по поиску специальных химических добавок для повышения огнестойкости полимерных и древесных материалов, разработке и применению технологий их производства. Перспективным, в этом направлении, является синтез высокоэффективных, экологически безопасных и недорогих олигомерных антипиренов нового поколения на основе местного сырья, в качестве эффективных химических добавок, снижающих количество выделяемых токсичных газов в результате горения полимерных и древесных материалов, используемых в качестве строительных и отделочных материалов. Особое внимание уделяется расширению области их применения с повышением пожаробезопасности материалов до их полного потенциала.

В настоящее время актуальной проблемой является создание экологически чистых, недорогих, с большими огнезащитными эффективностями составов на основе местного сырья и использование их в материалах и конструкциях, применяемых в зданиях и сооружениях.

Результаты и их обсуждение. Авторами синтезированы новые полифункциональные олигомерные антипирены марки АДж-12 и АДж-13, на основе фосфор-, металлсодержащих соединений, при совместном введении которых в олигомерные связующие наблюдается синергический эффект.

Известно, что антипирены должны препятствовать горению и тлению защищаемого материала, не вызывать коррозии в металлических элементах, обладать долговечностью, не повышать гигроскопические свойства древесины, быть безвредными для здоровья человека и животных, не оказывать отрицательного воздействия на лакокрасочное покрытие, нанесенное на древесину, обеспечивать биостойкость пропитанного материала, не вызывать затруднений при механической обработке материала, не влиять на свойства пропитываемого материала и не быть дефицитными. Учитывая эти требования, авторами изучены эффективность оптимальных составов антипиренов после растворения в воде при температуре 22⁰С, 30⁰С и 40⁰С.

Определение огнезащитных свойств древесины проводилось по ГОСТ 16363 «Средства защитные для древесины». Условия в помещении : температура воздуха – 90⁰С; атмосферное давление – 721 мм.рт.ст.; относительная влажность – 57%. Результаты испытаний, с указанием величин потери массы древесных материалов без добавки и с добавками олигомерного антипирена марки АДж-13 представлены в табл. 1 и 2.

Результаты обработки олигомерным антипиреном марки АДж-13 древесины сосны, являющейся основным конструкционным древесным материалом, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследования группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов по древесине сосны

П.н	Количество антипирена в составе %	Максимальная температура газообразных продуктов сгорания, ⁰ С	Время достижения максимальной температуры, сек	Масса образца, гр		Потеря массы образца, %	Группа горючести
				до испытания	после испытания		
Эталон	0	429	95	169,1	58,9	65,16	3
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-13, растворенным в воде при температуре 22 ⁰ С							
1	5	298	108	146,1	108,3	25,8	2
2	10	260	112	149,9	127,8	14,7	2
3	15	247	118	156,4	136,2	12,91	2
4	20	211	120	156,3	142,9	8,57	1
5	25	191	120	148,9	138,4	7,05	1
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-13, растворенным в воде при температуре 30 ⁰ С							
1	5	298	112	156,1	136,7	12,42	2
2	10	266	118	154,5	137,1	11,2	2
3	15	219	120	153,6	139,7	9,04	1
4	20	189	120	142,4	130,1	8,63	1
5	25	180	120	149,0	137,4	7,78	1
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-13, растворенным в воде при температуре 40 ⁰ С							
1	5	247	117	154,1	135,3	12,2	2
2	10	235	120	154,9	140,9	9,03	1
3	15	186	120	152,7	139,4	8,7	1
4	20	169	120	147,9	135,8	8,18	1
5	25	151	120	153,2	141,3	7,76	1

Результаты экспериментов на образцах древесины сосны (табл. 1) показывают, что при растворении антипирена марки АДж-13 в воде высокой температуре увеличивается степень заполнения древесных волокон антипиренами, что, в свою очередь, увеличивает огнезащитные эффективности антипиренов.

Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДжЖ-13, растворенным в воде при температуре 22⁰С, достигают группу горючести Г-1 с расходом 20% антипирена. Этот показатель достигается древесными материалами, обработанными антипиреном марки АДжЖ-13, при расходе 15% антипирена, растворенного в воде при температуре 30⁰С. А древесные материалы, об растворенные растворённым в воде антипиреном при температуре 40⁰С, достигают группу горючести Г-1 с расходом 10% антипирена.

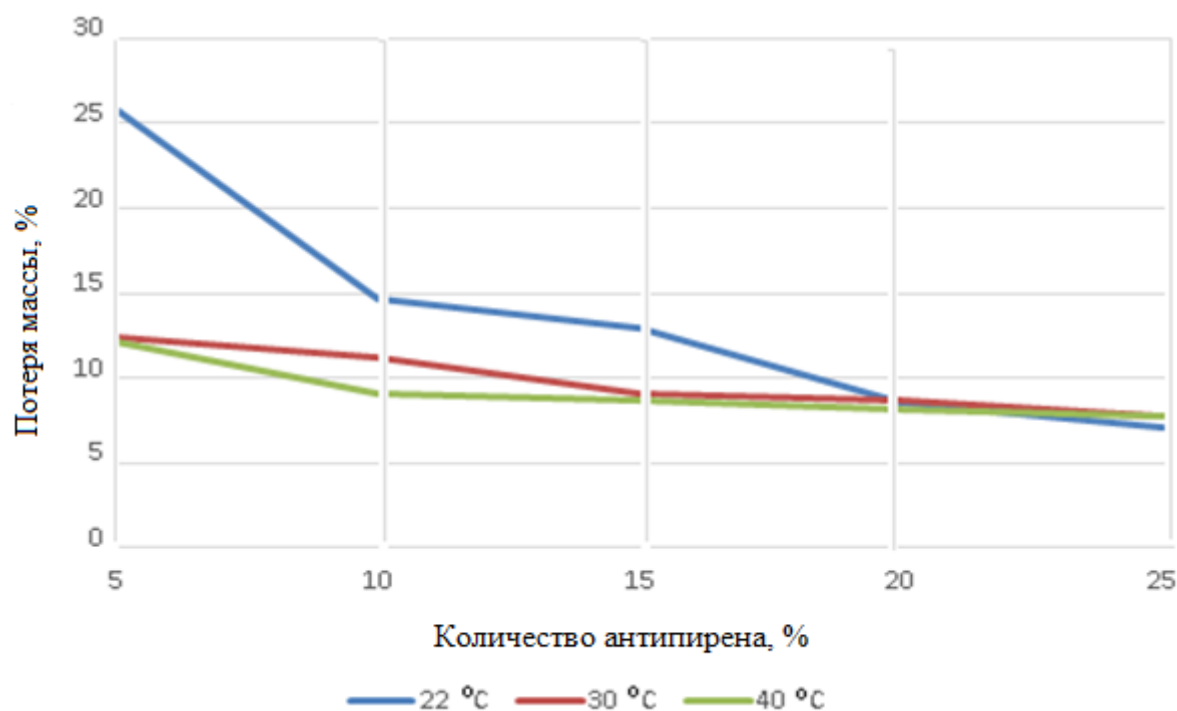


Рисунок 1. Показатели эффективности водного раствора антипирена марки АДж-13 при обработке древесины сосны.

При обработке поверхности древесины синтезированными составами использовались методы намазывания, распыления (пульверизации) и глубокой пропитки.

Обработка производилась в два слоя. Первый слой антипирена наносился с расходом 120 г/м². Интервал обработки составлял не менее 12 часов. По результатам исследований установлено, что средняя потеря массы обработанных образцов древесины составила 6,8 %, т.е. достигнут уровень огнестойкости Г1 в соответствии с требованиями ГОСТ 16363-98 (табл. 2).

Исследования по определению оптимального количества олигомерного антипирена АДж-13 при обработке показывают, что при обработке кистью поверхности древесных материалов при 15% количестве антипирена, потеря массы составляет 6,27%. При этом же количестве антипирена и обработке поверхности методом распыления, потеря массы составляет 5,83%. А для деревянных образцов, обработанных под давлением, потеря массы составляет 6,34%.

Таблица 2 Результаты огнезащитной эффективности антипирена марки АДж-13

Кол-во антипирена, %	Время, сек		Масса, гр		Потеря массы		Группа горючести
	самостоятельного горения	тления	до испытания	после ис- пытания	гр.	%	
Обработка кистью							
0	270	Д2	135,2	37,4	7,8	2,33	3
5	250	Д2	138,44	88,59	49,85	36,0	2
10	250	Д2	136,63	95,84	40,79	9,85	2
15	ненаблюдается	Д1	137,78	129,13	8,65	6,27	1
20	не наблюдается	Д1	134,92	125,4	9,52	7,05	1
25	не наблюдается	Д1	136,37	126,46	9,91	8,7	1
Обработка под давлением							
5	250	T2	136,1 4	86,59	49,55	34,2	2
10	250	T2	136,83	95,4	41,43	30,27	1
15	не наблюдается	T1	135,57	127,66	7,91	5,83	1
20	не наблюдается	T1	131,02	122,04	8,98	6,85	1
25	не наблюдается	T2	137,08	127,13	9,95	7,25	1
Обработка методом распыления							
5	250	T2	139,04	108,59	30,45	21,9	2
10	250	T2	135,6	115,84	19,76	15,42	2
15	не наблюдается	T1	133,9	125,4	8,5	6,34	1
20	не наблюдается	T1	138,58	129,13	9,45	6,82	1
25	не наблюдается	T1	136,97	126,46	10,51	7,6	1

При обработке поверхности древесных материалов кистью и с расходом антипиреном 5 и 10% было отмечено, что древесина относится к группе горючести Г3, а при значениях 15% и выше, - к группе горючести Г1. Результаты экспериментов с использованием метода распыления показывают лучшие значения, но и в этом методе наблюдается такая же ситуация.

Огнезащитная эффективность антипирена марки АДж-13, при потере массы составила 6,27, 5,83 и 6,347%, соответственно, по указанным видам обработки.

Анализ путей совершенствования огнезащитных пропиточных составов, их применения в строительном деле для повышения противопожарной устойчивости конструкций и изделий из древесины показал, что перспективными являются составы, способные при минимальных затратах обеспечить требуемые параметры огнезащищенности, без снижения при этом эксплуатационных свойств древесины (табл.2). Такой широкий спектр требований к современной огнезащите обязывает исследователей постоянно расширять научные изыскания.

Заключение. Таким образом, фосфор-, кремний- и азотсодержащие огнезащитные составы являются композиционными материалами, оптимизация состава которых открывает широкие возможности для целенаправленного создания новых покрытий с хорошими эксплуатационными свойствами для огнезащиты строительных конструкций. Анализ выполненных работ показывает перспективность разработки и использования фосфорсодержащих олигомерных композиционных антипиренов в качестве огнебиозащитных средств для древесины и полимерных материалов.

Литература

1. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
2. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. ГОСТ 16363-98. Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств.
4. Е. И. Стенина, Ю. Б. Левинский. Защита древесины и деревянных конструкций. Екатеринбург 2011 г. С 396-400.
5. Джалилов А.Т., Сиддиков И.И., Нуркулов Ф.Н., Самигов Н.А. Новое поколение огнезащитного состава на основе металлоорганических олигомеров». Ж. Пожаровзрывобезопасность. №3. 2019 г.
6. I.I. Siddikov, I.Zh. Yuldashev, R. Baltabaev, B.V. Vakhobov, B.A. Muslimov. Research of Fire-Protective Efficiency of OligomericAntipyrenes for Wood Materials. Solid state technology volume: 63 issue: 6 publication year: 2020.