

УДК 674.815/817:674.049.3

Н.Е. НИКОЛАЕВ, В.П. СТРЕЛКОВ

АО «ВНИИДРЕВ»

Николаев Николай Егорович родился в 1936 г., окончил в 1958 г. Казанский химико-технологический институт, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ВНИИДРЕВ. Имеет около 100 печатных трудов в области химической переработки древесины и органического синтеза.



Стрелков Виталий Петрович родился в 1941 г., окончил в 1963 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, заместитель директора ВНИИДРЕВ по научной работе. Имеет 124 печатных труда в области технологии и оборудования для производства древесных плит и прессованных изделий.



### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТРУДНОГОРЮЩИЕ ДРЕВЕСНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ПЛИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Разработаны древеснокомпозиционные экологически чистые плитные материалы для судостроения в огнезащищенном исполнении и технология их производства. Показано, что они относятся к классу трудногорючих материалов, медленно распространяющих пламя по поверхности и не выделяющих вредных веществ в окружающую среду.

Fireproof wood-compositional ecologically pure plate materials and their production technology have been elaborated for shipbuilding. It is demonstrated that these materials refer to the ones that are hard to light up, slowly propagating the flame on the surface without polluting the environment with harmful substances.

Насыщенность сооружений и строительной техники полимерными конструкционно-отделочными материалами создает высокую горючую нагрузку и приводит в случае загорания к интенсивному развитию пожара, разрушению конструктивных элементов, выделению с дымом большого количества высокотоксичных веществ. Доля древесных и полимерных мате-

риалов, применяемых в судо- и вагоностроении, составляет более  $130 \text{ кг/м}^2$ , что приводит к распространению пламени по всей длине конструкции в течение нескольких минут и делает практически невозможным эвакуацию пассажиров. Это обуславливает острую необходимость применения на объектах строительства и в строительной технике древесных материалов в огнезащитном исполнении взамен ныне применяемых столярных, древесноволокнистых и древесностружечных плит.

Нами с 1995 г. в рамках ГНТП «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья» проводятся работы по созданию трудногорючих многофункциональных древеснокомпозиционных плитных материалов, в том числе и для судостроения, и технологии их производства.

Эти исследования предусматривают использование неорганических материалов полимерного происхождения – металлофосфатов (МФАС), являющихся одновременно связующими и антипиренами [6, 7, 10]. В процессе изучения установлено, что эффективность огнезащиты древесных плит в случае применения МФАС обеспечивается способностью этих соединений модифицировать макромолекулу древесины за счет химического взаимодействия с лигноуглеводным комплексом [5].

При производстве трудногорючих плит в качестве МФАС могут быть применены алюмохромфосфатное связующее, алюмоборфосфатный концентрат или полифосфаты аммония, которые выпускаются отечественной промышленностью [13–15].

Химическая активность МФАС связана с присутствием в их составе активных катионов ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{V}^{3+}$ ) и анионов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и характеризуется протеканием двух параллельных процессов – отверждения фосфатов по типу реакций поликонденсации и химического взаимодействия их с лигноуглеводным комплексом древесины при горячем прессовании плит [5].

Введение в пресскomпозицию металлофосфатов, модифицированных органическими основаниями с амидной связью, до 20 % от массы сухого древесного наполнителя обеспечивает без упрочняющих добавок сочетание высоких прочностных свойств с надежной огнезащитой.

Так, показатель предела прочности при статическом изгибе для древесноволокнистых плит средней плотности толщиной 16 мм составляет 25 ... 35 МПа, разбухание за 24 ч – 5 ... 10 %. В случае получения древесностружечных плит для достижения указанных прочностных показателей требуется введение в состав пресскomпозиции синтетических смол. В качестве последних предпочтительней использовать фенолформальдегидную смолу марки СФЖ-3014 [2].

Пожарно-технические свойства плит на первом этапе оценивали по коэффициенту горючести  $K$  (калориметрическим методом или методом  $K$  [1,4]), индексу распространения пламени  $I$  (методом радиационной панели [9]) и потере массы  $\Delta m$  (методом огневой трубы [1]).

Установлено, что коэффициент горючести, характеризующий отношение количества теплоты, выделенной образцом в процессе горения, к

количеству теплоты от источника зажигания, во всех случаях меньше 0,5, потеря массы при этом составляет от 1,5 до 8,6 %. Индекс  $I$ , характеризующий способность материала к распространению пламени и позволяющий наиболее объективно оценивать его поведение на начальной стадии пожара, находится в области 2,0 ... 12,5.

В связи с введением новых требований ИМО по огнезащите и токсичности к материалам для судостроения испытания новых материалов были продолжены в направлении изучения показателей поверхностной воспламеняемости (критического теплового потока затухания  $CFE$ , теплоты устойчивого горения  $Q_{SB}$ , общего количества выделенной теплоты  $q_p$ , максимальной интенсивности тепловыделения  $Q_t$ , коэффициента дымообразующей способности  $D_{\max}^m$  [9]).

На основании Единых методических указаний по санитарно-химическим исследованиям материалов, предназначенных для использования на объектах ВМФ, были определены качественный и количественный состав продуктов газовой выделений из образцов ДКП-С (в том числе формальдегида, аммиака, кремнеорганических соединений, оксида углерода, окисляемых органических соединений, цианистого водорода, фосфорсодержащих соединений в виде фосфорного и хромового ангидридов), а также показатель токсичности продуктов горения  $H_{CL} 50$ .

Пожарно-технические испытания опытной партии ДКП-С проведены Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны и его филиалом (г. С.-Петербург), санитарно-химические и токсикологические – Центральным конструкторским бюро Министерства торговли «Рубин» (г. С.-Петербург), Всероссийским научно-исследовательским институтом железнодорожной гигиены (г. Москва) и Калужской областной санитарно-эпидемиологической станцией совместно с АО «ВНИИДРЕВ».

Проведенные исследования показали, что огнезащитные свойства образцов опытной партии ДКП-С по показателям поверхностной

Таблица 1

#### Результаты испытания плит толщиной 18 мм на горючесть

Показатель	Численные значения показателя	
	Эксперимент	Международный стандарт
Температура дымовых газов, °С	213,0	> 235,0
Продолжительность самостоятельного горения образца, с	23,3	> 30,0
Степень повреждения образца, %:		
по длине	84,0	> 85,0
по массе	15,0	> 80,0

воспламеняемости, дымообразующей способности удовлетворяют техническим требованиям, предъявляемым к материалам для судостроения, а по группе горючести относятся к трудногорючим материалам, медленно рас-

пространяющим пламя по поверхности [3, 8, 9, 11]. Эффективность огнезащиты древеснокомпозиционных материалов предложенным способом подтверждена при их испытании в жестких условиях огневой шахты в соответствии с Международным стандартом [12] (табл. 1).

Как видно из результатов санитарно-химических испытаний, в воздухе камер, где были помещены образцы, при 2-кратном воздухообмене, температуре 20 и 40 °С и насыщенности 2 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> формальдегид, фосфорный и хромовый ангидриды отсутствуют, а углеводороды, аммиак, кремнийорганика, цианистый водород и окисляемые присутствуют в концентрациях, не превышающих ПДК.

Результаты санитарно-химических испытаний подтверждены токсикологическими испытаниями на животных (крысах) при нормальных условиях. Во время эксперимента (110 сут.) различий в поведении опытных животных, содержащихся в камерах, изготовленных из нового материала, и контрольных животных, содержащихся в виварии, не наблюдалось, что оценивали по состоянию центральной нервной системы, реакциям организма, функциям почек, печени и т.д.

Токсичность продуктов горения плит оценивали по содержанию оксида углерода, цианистого водорода, аммиака, оксидов азота, фосфорного и хромового ангидридов в пробах, отобранных при сжигании навески материала в специальной установке через определенные промежутки времени с начала сжигания. Установлено, что основным веществом, которое выделяется в наибольшем количестве при температурах 600 и 900 °С, является оксид углерода. При температуре 300 °С концентрация СО не превышает 2,2 мг/м<sup>3</sup> и не представляет опасности. Характерно, что при сгорании одинаковых навесок сосновой древесины и исследуемой плиты выделяется одинаковое количество оксида углерода. Однако из древесины практически весь СО выделяется в первые 10 мин горения, в то время как его выделение из плиты возрастает лишь через 15 ... 20 мин после начала горения. Это чрезвычайно важно, так как, чтобы не погибнуть, человек должен покинуть зону пожара в первые 8 ... 12 мин с момента загорания.

Такие продукты горения, как HCN, NO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, при температуре 300 °С не обнаружены, они появляются при 600 и 900 °С в концентрациях, находящихся на уровне ПДК.

Показатель токсичности продуктов горения материала ДКП-С (оцениваемый величиной максимального количества материала, продукты горения которого вызывают гибель 50 % животных при экспозиции в течение 30 мин в камере горения) выше по сравнению с материалами, традиционно применяемыми в судостроении. В табл. 2 приведены значения показателя  $H_{CL} 50$  для ДКП-С и традиционных материалов, применяемых в судостроении.

Таблица 2

**Сравнение ДКП-С и традиционных материалов  
по показателю опасности продуктов горения**

Материал	$H_{CL50}$
Декоративный бумажно-слоистый пластик	0,070
Полиуретаны	0,085
Поливинилхлоридные пластики	0,085
Пленочные материалы на основе ПВХ	0,270
Сосновая древесина	0,541
ДКП-С	0,583

По данным результатов исследований физико-механических, пожарно-технических, санитарно-химических и токсикологических свойств древеснокомпозиционных плитных материалов на фосфатных связующих, разработанных АО «ВНИИДРЕВ», сделано заключение, что они могут быть допущены для изготовления судовой мебели и межкаютных переборок в помещениях гражданских судов. Кроме того, плиты могут быть применены в общественном, жилищном и промышленном строительстве в виде конструктивных и декоративно-отделочных панелей для стен и перегородок, подвесных потолков, полов, встроенной мебели и т.д. Возможен вариант освоения этой технологии на одном из заводов по производству ДСП на линии СП-25, оснащенной транспортными поддонами, при условии реконструкции участков подготовки связующих и сушки стружки.

Технологический процесс и оборудование производства древеснокомпозиционных плит на основе металлофосфатных связующих защищены рядом патентов РФ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 17088 – 71. Пластмассы. Методы определения горючести. - М.: Госстандарт, 1971. [2]. ГОСТ 20907 – 75. Смолы фенолформальдегидные жидкие. - М.: Госстандарт, 1975. [3]. ГОСТ 12.1.077.80. Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических продуктов. - М.: Госстандарт, 1980. [4]. Инструкция 16-79. Инструкция по определению горючести твердых веществ и материалов. - М.: ВНИИПО, 1980. - 35 с. [5]. Исследование взаимодействия древесного волокна с огнезащитным составом на основе алюмохромфосфатного связующего /Н.Е. Николаев, В.Ю.Мирецкий, В.В. Фефилов, В.А.Сутягин // Лесн. журн. - 1979. - № 3. - С. 62 - 65.- (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Копейкин В.А., Петрова А.П., Рашкован И.А. Материалы на основе металлофосфатов. -М.: Химия, 1976. - 199 с. [7]. Леонович А.А. Теория и практика изготовления огнезащитных древесных плит. -Л.: ЛГУ, 1978. - 175 с. [8]. Методические указания на определение вредных веществ в воздухе. - Вып. I-XVII. - 1982. [9]. Моныхов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. - М.: Химия, 1979. - 422 с. [10]. Николаев Н.Е., Мирецкий В.Ю. Огнезащитные древесные плиты // Обзор информации по информационному обеспечению целевых комплексных научно-технических программ - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985. - Вып.1. - 48 с. [11]. РД5.УЕИА 2921 – 91. Токсиколого-гигиенический контроль полимерных материалов, внедряемых в судостроении. - 1991. [12]. СТ СЭВ 2437 – 80. Возгораемость строительных материалов. Метод определения группы труднотгораемых ма-

---

териалов. - Бухарест: Изд-во стандартов, 1980. [13]. ТУ 6-18-166 – 83. Связующее  
алюмохромфосфатное. - 1988. [14]. ТУ 113-08-606 – 87. Концентрат алюмобор-  
фосфатный. - 1987. [15]. ТУ 4931-062-109-64-029 – 96. Полифосфаты аммония.-  
1996.

---

Поступила 17 июля 1996 г.