

С. Л. БАРБОТЬКО, канд. техн. наук, начальник лаборатории "Исследование неметаллических материалов на климатическую, микробиологическую стойкость и пожаробезопасность", ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ)", ГНЦ РФ (Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, 17; e-mail: slbarbotko@yandex.ru)

О. С. ВОЛЬНЫЙ, ведущий инженер лаборатории "Исследование неметаллических материалов на климатическую, микробиологическую стойкость и пожаробезопасность", ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ)", ГНЦ РФ (Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, 17)

О. А. КИРИЕНКО, канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории "Исследование неметаллических материалов на климатическую, микробиологическую стойкость и пожаробезопасность", ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ)", ГНЦ РФ (Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, 17)

Е. Н. ШУРКОВА, инженер 2-й категории лаборатории "Исследование неметаллических материалов на климатическую, микробиологическую стойкость и пожаробезопасность", ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ)", ГНЦ РФ (Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, 17)

УДК 614.841.345:629.7.042.2

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ.

Часть 1. Испытания на горючесть. Влияние толщины образца на регистрируемые характеристики

Показано, что согласно требованиям авиационных норм испытаниям по определению характеристик воспламеняемости под воздействием открытого пламени (горючести) подлежат образцы материалов всех используемых толщин. С целью уменьшения объема испытаний зарубежными исследователями принято положение, что результаты испытаний наиболее тонкого образца являются доказательными для более толстого. Проведены исследования по влиянию толщины образцов полимерных композиционных материалов и трехслойных сотовых панелей на их основе на характеристики горючести (длина прогорания, продолжительность остаточного самостоятельного горения) согласно требованиям авиационных норм. Проанализированы данные по характеристикам горючести полимерных материалов авиационного назначения разных типов (стекло-, органо- и углепластики, трехслойные сотовые панели) с различной толщиной образцов. Установлено, что принятое допущение выполняется для длины прогорания, но не всегда действует для продолжительности остаточного горения. Предложено при выполнении квалификационных испытаний по оценке горючести использовать стандартный ряд толщин образцов, аналогичный применяемому при определении характеристик дымообразования и тепловыделения.

Ключевые слова: горючесть; остаточное горение; длина прогорания; полимерный композиционный материал; сотовая панель; толщина образца.

Введение

С развитием науки и совершенствованием технологий идет постоянная разработка новых материалов, способных обеспечить комфорт и безопасность авиапассажиров на новом уровне.

Первой и одной из основных характеристик, определяющих безопасность материала и допустимость его применения в отделке авиационной техники, является показатель горючести. Данное требование было введено в зарубежные и отечественные авиационные нормы в конце 60-х – начале 70-х годов XX века [1, 2]. С тех пор методики проведения

испытаний постоянно совершенствовались, менялись и объекты испытаний [1, 3–5].

Исторически самые первые методы оценки пожарной безопасности были регламентированы стандартами по определению характеристик горючести. В зависимости от функционального назначения и геометрического размера изделий, используемых в отделке интерьера пассажирского салона, а также вида авиационной техники к материалам предъявляются различные требования по допустимым значениям показателя горючести и используются разные методы их испытания. Подавляющее большин-

ство материалов для отделки пассажирского салона, багажно-грузовых отсеков, кабины пилотов, санузлов, кухонь и т. п. должно удовлетворять требованиям по характеристикам, определяемым методом вертикального испытания (Авиационные правила АП-25, приложение F, ч. I, пп. (a)(1)(i) и (a)(1)(ii)) [6].

Особенностям наиболее широко применяемого метода оценки пожарной опасности полимерных материалов и конструктивных образцов авиационного назначения — метода оценки горючести уделяется постоянное внимание. Совершенствование процедуры проведения испытаний предусмотрено в программах деятельности Международной рабочей группы по пожарной безопасности авиационных материалов (*International Aircraft Materials Fire Test Working Group (IAMFT WG)*), осуществляющей свою деятельность под управлением Федерального авиационного агентства (FAA) США [7–11].

Одним из важнейших вопросов при проведении квалификационных испытаний материалов авиационного назначения является требуемый объем проводимых работ и выбор методики испытаний. Количество испытаний определяется в первую очередь необходимой выборкой проверяемых толщин образцов материалов. Выбор методики испытаний определяется функциональным назначением материала и местом расположения деталей или конструкций из данного материала.

Для допуска материала к использованию должны быть проведены испытания выполненных из него образцов, имеющих такую же толщину, какая будет применяться в изделии. Однако зачастую элементы имеют сложную форму переменного сечения; из одного и того же материала могут изготавливаться элементы различной толщины. Согласно существующим на настоящий момент требованиям авиационных норм [6] должны быть испытаны образцы всего ряда возможных толщин, даже если отличие между ними составляет доли миллиметра. Это приводит к проблемам оценки допустимости применения материала в конструкции на основе имеющихся данных и зачастую к излишнему увеличению объемов испытаний.

Для сокращения объема испытаний на горючесть зарубежными исследователями принято следующее положение: “*Data from testing a thinner construction substantiates a thicker construction made of the same materials*”, т. е. “*данные от тестирования более тонкого образца доказывают пригодность более толстого образца, изготовленного из тех же самых материалов*” [11]. Таким образом, для допуска материала к использованию по характеристикам горючести необходимо, чтобы самый тонкий материал соответствовал требованиям по максималь-

ной продолжительности остаточного горения и длине прогорания.

В работе [12] показано, что при испытаниях на тепловыделение согласно требованиям [6] зависимости характеристик тепловыделения от толщины материала имеют нелинейный вид с экстремумом, т. е. существует некоторая критическая толщина, обладающая наихудшими показателями. Аналогичное нелинейное изменение характеристик образцов материалов с увеличением толщины может иметь место и для показателей горючести и дымообразования.

Вопросы по методике проведения испытаний материалов авиационного назначения для обеспечения легитимного допуска материалов всех используемых толщин и различного функционального назначения планируется рассмотреть в цикле статей, посвященных исследованию влияния толщины на характеристики горючести и дымообразования, влияния продолжительности экспозиции пламенем горелки на показатели горючести.

Целью настоящей работы являлось: определить легитимность использования принятого в [11] положения.

Для этого решались следующие задачи:

- на конкретных примерах оценить изменение характеристик горючести (продолжительность остаточного самостоятельного горения и длина прогорания) у полимерных композиционных материалов (ПКМ) различных классов (стекло-, угле- и органопластики), изготовленных на различных типах полимерного связующего, и трехслойных сотовых панелей при различной толщине образцов при проведении стандартных квалификационных испытаний на горючесть [6];
- определить наихудшие (наиболее опасные) толщины для различных характеристик горючести при разных условиях экспонирования;
- выбрать предпочтительный ряд толщин образцов для проведения испытаний на горючесть полимерных материалов авиационного назначения.

Образцы и материалы для исследований

В ВИАМ на основе результатов непосредственно проведенных испытаний, а также анализа зарубежной информации накоплен большой банк данных по характеристикам пожароопасности материалов и типовых конструктивных элементов авиационного назначения и издан справочник [13]. В соответствии с разработанными стратегическими направлениями [14] постоянно выполняются работы по созданию новых материалов [15–22].

После анализа имеющихся данных были проведены недостающие испытания по определению характеристик горючести различных ПКМ (стекло-

текстолиты, угле- и органопластики), трехслойных сотовых панелей на их основе, а также пленочного материала, имеющих различную толщину.

Трехслойные сотовые панели представляют собой элемент конструкции, состоящий из двух тонких обшивок, как правило 2–3-слойного стеклопластика толщиной 0,5...0,7 мм, и сотового заполнителя между ними. Сборка панели может проводиться с использованием клея или по бесклеевой технологии формования.

Основной объем испытаний был проведен на монолитных образцах ПКМ толщиной от 1 до 5 мм. Отдельные результаты получены на образцах толщиной от 0,25...0,4 и до 6...7 мм. Для испытания трехслойных сотовых панелей использовались образцы преимущественно толщиной 5...15 мм. Отдельные результаты получены на образцах толщиной 20...29 мм.

Аппаратура и метод проведения испытаний

Подробное описание конструкции испытательного оборудования и процедуры испытаний приведено в приложении F, ч. I [6]. Для испытаний на горючесть согласно [6] использовалась специальная камера, в которой на держателе в вертикальном положении закреплялся образец. Ширина экспонируемой части образца составляла не менее 52 мм, высота — 290 мм. При проведении испытаний на нижнюю кромку образца в течение заданного времени экспозиции (12 или 60 с, в зависимости от функционального назначения материала) воздействовало пламя лабораторной газовой горелки Бунзена, высота пламени — около 40 мм (1,5 дюйма). Образец погружался в пламя на половину его высоты. В испытании определялись следующие характеристики: продолжительность остаточного самостоятельного горения и/или тления образца после удаления пламени горелки, инициирующего воспламенение; длина поврежденной части образца (длина прогорания), а также наличие и продолжительность горения падающих капель. Испытания проводились на трех параллельных образцах, после чего рассчитывалось среднее арифметическое полученных результатов.

Результаты и их обсуждение

Для анализа была сделана выборка из огромного массива данных, приведенного в [13], которая была дополнена результатами последних исследований на пожаробезопасность образцов ПКМ, имеющих различную толщину (табл. 1–4). Анализ изменения характеристик горючести с увеличением толщины образцов показал следующее.

У всех образцов наблюдается уменьшение длины прогорания с увеличением их толщины, т. е. наи-

Таблица 1. Влияние толщины образцов стеклопластиков на регистрируемые характеристики горючести

Марка материала	Толщина, мм	Продолжительность остаточного горения, с	Длина прогорания, мм
<i>Экспозиция пламенем горелки 60 с</i>			
ВПС-36	1,0	3	27
	2,0	2	19
	5,0	1	1
ВПС-39П	0,3	1	63
	0,9	6	35
ВПС-42П	0,3	1	59
	1,0	2	51
	1,9	3	43
ВПС-47	0,7	1	111
	1,3	9	121
КАСТ-ВС	0,8	0	80
	1,5	2	60
КМКС-2м.120	0,5	2	190
	1,1	5	213
	1,9	50	204
КТМС-1П	0,4	2	87
	1,0	5	75
	2,0	14	30
СТ-69Н(М)	1,0	0	102
	2,0	4	54
	3,0	27	40
СТ-520	0,9	2	53
	2,2	1	41
	5,8	0	8
ЭПС-2	0,4	1	184
	1,8	28	179
Микросферотекстолит МСТ-10П	1,6	0	90
	3,4	0	85
	4,7	0	45
<i>Экспозиция пламенем горелки 12 с</i>			
ВПС-33	1,0	Более 60	Полностью
	2,0	Более 60	То же
	3,0	11	2
СТ-69Н(М)	1,0	7	22
	2,0	1	5
	3,0	1	2
КАСТ-ВС	0,5	8	57
	0,8	11	50

худшие значения по данной характеристике имеют самые тонкие образцы. Это совпадает с положением, принятым в [11]. Данный феномен может быть объяснен увеличением массы образца и, соответственно, повышением затрат тепла на прогрев материала.

Таблица 2. Влияние толщины образцов углепластиков на регистрируемые характеристики горючести

Марка материала	Толщина, мм	Продолжительность остаточного горения, с	Длина прогорания, мм
<i>Экспозиция пламенем горелки 60 с</i>			
ВКУ-18	0,6	2	156
	1,0	2	102
	2,2	45	83
ВКУ-22	1,0	0	81
	1,7	0	65
	6,0	0	2
ВКУ-23	1,1	0	93
	1,7	2	38
	5,9	0	3
ВКУ-24	1,2	0	72
	2,0	0	44
	6,7	0	2
ВКУ-28	0,9	2	90
	2,0	39	46
	4,1	1	4
ВКУ-29	1,0	17	195
	1,9	27	77
	3,6	42	15
ВКУ-32	1,1	6	111
	2,1	36	74
	4,7	15	9
ВКУ-33	1,0	1	84
	2,0	7	49
	2,5	9	27
ВКУ-39	1,2	0	73
	1,9	16	48
ВСЭ1212/HTS40	1,0	8	92
	2,1	15	37
КМКУ-2м.120	0,6	1	94
	1,2	1	114
	1,9	16	124
КМКУ-3.150	0,7	1	112
	1,1	1	104
	1,9	5	102
КМУ-7тМПС	1	1	124
	2	1	81
	3	13	48
<i>Экспозиция пламенем горелки 12 с</i>			
ВКУ-33	1,0	8	26
	2,0	0	2
	2,5	0	1
ВКУ-39	0,5	Более 60	Полностью
	1,2	18	17
	1,9	0	1
ВСЭ1212/HTS40	1,0	16	16
	2,1	0	0

Таблица 3. Влияние толщины образцов органопластиков и пленочного материала на регистрируемые характеристики горючести

Марка материала	Толщина, мм	Продолжительность остаточного горения, с	Длина прогорания, мм
<i>Экспозиция пламенем горелки 60 с</i>			
Органит 5Н	0,6	0	150
	2,7	40	40
	7,0	13	2
Органопластик УП-2217/Русар	0,4	3	45
	4,0	9	31
Опытный органопластик	0,4	1	78
	1,0	50	70
	2,1	0	55
	3,2	0	62
<i>Экспозиция пламенем горелки 12 с</i>			
Опытный органопластик	0,4	1	73
	1,0	15	40
	2,1	0	3
	3,2	0	1
Пленка из полиарилсульфона	0,05	17	238
	0,1	28	161

Вследствие этого снижается масса полимера, прогретого до температуры термодеструкции и, соответственно, уменьшается выход горючих компонентов в газовую фазу, что приводит к уменьшению высоты пламени и дальнейшему снижению прогрева материала.

По продолжительности остаточного горения у образцов трехслойных сотовых панелей не выявлено существенного изменения данной характеристики с изменением их толщины. Это может быть объяснено тем, что при проведении испытаний пламя горелки подводилось не к геометрическому центру торца образца, а к середине нижней кромки обшивки. Вследствие этого увеличение толщины панели практически не приводит к изменению условий прогрева – термодеструкции – горения тонкослойной обшивки и, соответственно, продолжительности горения испытываемого образца.

По характеристике продолжительности остаточного горения для образцов монолитных композиционных материалов (стекло-, угле- и органо-пластики) установлен нелинейный (с экстремумом) характер ее изменения с увеличением их толщины. Наихудшие значения (наибольшая продолжительность остаточного горения) при экспозиции 60 с выявлены у образцов толщиной 2...3 мм, при экспозиции 12 с — около 1 мм. При изменении термостойкости полимерного связующего происходил небольшой сдвиг максимума продолжительности

Таблица 4. Влияние толщины образцов трехслойных со-
товых панелей на регистрируемые характеристики горю-
чести при экспозиции пламенем горелки 60 с

Марка или состав панели	Толщина, мм	Продолжительность остаточного горения, с	Длина прогорания, мм
Fibrelam 1100 (Hexcel)	6	3	49
	10	2	36
	15	2	31
ЕСРА 233 (Eurocomposite)	10	1	85
	15	2	50
Панель состава: обшивки СТП-520, сотопласт ПСП 1-2,5-48. Бесклеевая технология сборки	5	2	48
	10	3	35
	15	1	28
	20	1	25
Панель состава: обшивки КТМС-1, сотопласт ССП 1-3,5, клей ВК-46	11	1	80
	29	4	4
Панель состава: обшивки ЭПС-2, сотопласт ПСП 1-2,5-48, клей ВК-46	10	1	86
	16	1	50

остаточного горения в сторону больших или меньших толщин образцов. Таким образом, видно, что по продолжительности остаточного горения принятое в [11] положение не соответствует действительности.

Экстремальный характер изменения продолжительности остаточного горения может быть объяснен следующими факторами. Образцы материалов большой толщины (свыше 3 мм) за время экспозиции небольшим пламенем лабораторной горелки вследствие более высоких затрат тепла на прогрев материала не успевают прогреться в значительной степени из-за малокалорийности источника воспламенения, а также из-за увеличения теплотерьер от пламени горящего образца внутрь конденсированной фазы. Вследствие этого продолжительность остаточного самостоятельного горения снижается относительно максимальной.

Образцы материалов малой толщины (менее 1 мм) за время экспозиции пламенем горелки в зоне его воздействия успевают в значительной мере выгореть, а оставшаяся малая часть полимера не может обеспечить длительного поддержания пламени, поэтому тонкие образцы имеют малую продолжительность самостоятельного остаточного горения.

В связи с вышеизложенным наступление максимальной продолжительности горения для разных периодов экспозиции различается по толщинам: при большей продолжительности экспозиции максимум наступает при несколько больших толщинах образ-

Таблица 5. Предложенный зарубежными исследователями ряд толщин образцов для доказательства соответствия материала требованиям авиационных норм [11]

Толщина изделия или материала, мм	Испытываемые толщины для доказательства соответствия, мм
От 0,5 до 1,5	0,5 и 1,5
От 1,5 до 2,5	1,5 и 2,5
От 2,5 до 6,0	2,5 и 6,0
От 6,0 до 12,5	6,0 и 12,5
От 12,5 до 25,5	12,5 и 25,5
От 25,5 до 44,5	25,5 и 44,5
44,5 и более	44,5

цов — 2...3 мм при экспозиции 60 с и около 1 мм при экспозиции 12 с.

В настоящей работе рассмотрен только один тип термопластичного материала (полиарилсульфоновая пленка) и совсем не рассмотрены газонаполненные материалы (пенопласты). Можно предположить, что вследствие образования расплава и наличия каплепадения нельзя исключить наличия более сложной зависимости влияния толщины образца на длину прогорания и продолжительность остаточного самостоятельного горения для этих типов материалов.

Согласно [11] при испытаниях по определению других характеристик пожарной опасности — дымообразующей способности и тепловыделения при горении используются квалификационные ряды. Один из вариантов этих рядов приведен в табл. 5. Считается, что материал любой толщины отвечает требованиям, если образцы в ряду с толщиной меньше и больше используемой соответствуют предъявляемым к ним требованиям.

Целесообразно рассмотреть возможность и необходимость применения такого или аналогичного (с близкими интервалами толщин) ряда и при выполнении квалификационных испытаний полимерных материалов на горючесть согласно требованиям авиационных норм [6]. Например, может быть предложен ряд толщин, соответствующий метрической системе мер: 0,2...0,3 (минимальная толщина однослойного пластика); 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 15; 25; 40 мм (для ПКМ толщиной 40 мм и более), или его сжатый вариант: 0,5; 2; 5; 15; 25 мм. Если минимально возможная, используемая в изделии толщина материала меньше минимальной толщины в ряду, то при проведении испытаний следует ограничиться минимальной используемой толщиной. Если максимальная толщина материала в изделии больше максимальной толщины образца в ряду (40 или 25 мм), то следует ограничиться максимальной толщиной образца в ряду.

Например, в изделии используются детали из ПКМ толщиной 1,0; 1,25; 1,5; 1,75 и 2,0 мм. При проведении квалификационных испытаний необхо-

димо провести испытания образцов толщиной 1,0 и 2,0 мм (согласно длинному ряду). Если оба типа соответствуют требованиям авиационных норм, то и все образцы с промежуточными значениями толщин считаются также соответствующими им.

Выводы

По влиянию толщины образцов на характеристики горючести, определяемые согласно требованиям авиационных норм, установлено следующее:

- уменьшение длины прогорания образцов материалов (как монолитных композиционных, так и конструктивных сотовых панелей) по мере увеличения толщины испытываемого образца;
- отсутствие существенного влияния толщины сотовых панелей (толщины сотового заполнителя) на продолжительность остаточного самостоятельного горения;

- нелинейный (с наличием максимума) характер изменения продолжительности остаточного горения для образцов монолитных композиционных материалов (при экспозиции 60 с максимальная продолжительность остаточного горения наблюдается при толщинах 2...3 мм, при экспозиции 12 с — около 1 мм).

При выполнении квалификационных испытаний на горючесть образцов ПКМ и панелей на их основе рекомендуется проводить испытания образцов различных толщин, аналогичных применяемому ряду для квалификационных испытаний на дымообразование и тепловыделение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 14-29-10186 (код “офи-м”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sarkos G. Evolution of FAA Fire Safety R&D Over the Years // The Fifth Triennial Fire & Cabin Safety Research Conference, 29 October – 1 November 2007, Atlantic City, NJ. URL : http://www.fire.tc.faa.gov/2007Conference/files/General_Fire/TueAM/SarkosFAAFire/SarkosFAAFirePres.pdf (дата обращения: 30.09.2014 г.).
2. Нормы летной годности гражданских самолетов СССР. — 2-е изд. — М. : ЦАГИ, 1974. — 344 с.
3. Aircraft Materials Fire Test Handbook // DOT/FAA/AR-00/12. — 235 p.
4. Барботько С. Л. Пожаробезопасность авиационных материалов // Авиационные материалы и технологии. — 2012. — № 5. — С. 431–439.
5. Барботько С. Л., Кириллов В. Н., Шуркова Е. Н. Оценка пожарной безопасности полимерных композиционных материалов авиационного назначения // Авиационная промышленность. — 2013. — № 2. — С. 55–58.
6. Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории / МАК. — М. : ОАО “Авиаиздат”, 2009. — 267 с.
7. Marker T. Update Handbook Chapters // International Aircraft Materials Fire Test Working Group, 23 June 2010, Cologne, Germany. — 15 p. URL : <https://www.fire.tc.faa.gov/pdf/materials/June10Meeting/marker-0610-Part25Update.pdf> (дата обращения: 30.09.2014 г.).
8. Campbell S., Jensen M. Flammability standardization task group // The Sixth Triennial International Fire & Cabin Safety Research Conference, 25–28 October 2010, Atlantic City, NJ. — 28 p. URL : https://www.fire.tc.faa.gov/2010Conference/files/Materials_Safety_Development_II/Campbell-Standardization/CampbellStandardizationPres.pdf (дата обращения: 30.09.2014 г.).
9. Gardlin J. A threat-based approach to part 25 flammability regulations // The Sixth Triennial International Fire & Cabin Safety Research Conference, 25–28 October 2010, Atlantic City, NJ. — 22 p. URL: http://www.fire.tc.faa.gov/2010Conference/files/Aircraft_Fire_Safety/GardlinPart25/GardlinPart25-Pres.pdf (дата обращения: 30.09.2014 г.).
10. Quintiere J. G., Downey B. P., Lyon R. E. An investigation of the vertical Bunsen burner test for flammability of plastics // FAA Report DOT/FAA/AR-TN11/19. — 2012. — 20 p.
11. Cambell S., Jensen M., Sattayatham P. Flammability standardization task group — Final reports: Federal Aviation Administration Draft Policy Memo, AMN-115-09-XXX, 20 August 2009 // FAA Report DOT/FAA/TC-12/10. — 2012. — 881 p.
12. Барботько С. Л., Швец Н. И., Застрогина О. Б., Изотова Т. Ф. Исследование влияния толщины стеклопластиков на характеристики тепловыделения при горении // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 7. — С. 30–36.
13. Барботько С. Л., Воробьев В. Н. Пожаробезопасность авиационных материалов и элементов конструкций : справочник. — М. : ВИАМ. 2007. — 543 с.

14. Каблов Е. Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // *Авиационные материалы и технологии*. — 2012. — № 5. — С. 7–17.
15. Каблов Е. Н. Материалы и химические технологии для авиационной техники // *Вестник Российской академии наук*. — 2012. — Т. 82, № 6. — С. 520–530.
16. Дементьева Л. А., Сереженков А. А., Лукина Н. Ф., Куцевич К. Е. Клеевые препреги и слоистые материалы на их основе // *Авиационные материалы и технологии*. — 2013. — № 2. — С. 19–21.
17. Застрогина О. Б., Швец Н. И., Постнов В. И., Серкова Е. А. Фенолформальдегидные связующие нового поколения для материалов интерьера // *Авиационные материалы и технологии*. — 2012. — № 5. — С. 265–272.
18. Давыдова И. Ф., Кавун Н. С. Стеклопластики — многофункциональные композиционные материалы // *Авиационные материалы и технологии*. — 2012. — № 5. — С. 253–260.
19. Кондрашов Э. К., Постнов В. И., Петухов В. И., Кавун Н. С., Абрамов П. А., Юдин А. А., Барботько С. Л. Исследование свойств трехслойных панелей на модифицированном связующем ФПП-520Г // *Авиационные материалы и технологии*. — 2009. — № 3. — С. 19–23.
20. Борцев А. В., Хрульков А. В., Халтурина Д. С. Изготовление низкопористого полимерного композиционного материала для применения в слабо- и средненагруженных конструкциях // *Труды ВИАМ*. — 2014. — № 7, ст. 03. URL : <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/682.pdf> (дата обращения: 30.09.2014 г.).
21. Гуляев И. Н., Власенко Ф. С., Зеленина И. В., Раскутин А. Е. Направления развития термостойких углепластиков на основе полиимидных и гетероциклических полимеров // *Труды ВИАМ*. — 2014. — № 1, ст. 04. URL : <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/636.pdf> (дата обращения: 30.09.2014 г.).
22. Бейдер Э. Я., Петрова Г. Н., Изотова Т. Ф., Барботько С. Л. Стеклопластики на термопластичной матрице // *Труды ВИАМ*. — 2013. — № 7, ст. 03. URL : <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/116.pdf> (дата обращения: 30.09.2014 г.).
23. Пат. 2447104 Российская Федерация. МПК C08L 63/00, C08K 5/103, B29 B15/10. Эпоксидная композиция / Мухаметов Р. Р., Ахмадиева К. Р., Чурсова Л. В., Каблов Е. Н., Хрульков А. В., Душин М. И. — № 2010140692/05; заявл. 05.10.2010 г.; опубл. 10.04.2012 г., Бюл. № 10.

Материал поступил в редакцию 8 октября 2014 г.

English

FEATURES THE TESTING OF AVIATION MATERIALS ON FIRE SAFETY.

Part 1. Test on flammability — influence of sample thickness on registered characteristics

BARBOTKO S. L., Candidate of Technical Sciences, Chief of Laboratory "Research of Nonmetallic Materials on Climatic, Microbiological Resistance and Fire Safety", Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Science-Research Institute of Aviation Materials" (VIAM) (Radio St., 17, Moscow, 105005, Russian Federation; e-mail address: slbarbotko@yandex.ru)

VOLNYY O. S., Leading Engineer of Laboratory "Research of Nonmetallic Materials on Climatic, Microbiological Resistance and Fire Safety", FSUE VIAM (Radio St., 17, Moscow, 105005, Russian Federation)

KIRIENKO O. A., Candidate of Chemical Sciences, Leading Research Associate of Laboratory "Research of Nonmetallic Materials on Climatic, Microbiological Resistance and Fire Safety", FSUE VIAM (Radio St., 17, Moscow, 105005, Russian Federation)

SHURKOVA E. N., Engineer of 2th category of Laboratory "Research of Nonmetallic Materials on Climatic, Microbiological Resistance and Fire Safety", FSUE VIAM (Radio St., 17, Moscow, 105005, Russian Federation)

ABSTRACT

According to requirements of aviation norms, tests for definition characteristics of flammability under the influence of open flame samples of materials for all used thickness are subject. For the purpose of tests volume reduction, foreign researchers have makes the decision that "Data from testing a thinner construction substantiates a thicker construction made of the same materials".

Researches on influence of sample thickness of polymeric composite materials and core panels on their basis on flammability characteristics (burn-out length, duration of residual independent burning) according to requirements of aviation norms are conducted.

In this article the characteristics of flammability for different types polymeric materials of aviation assignment (glass-, organ- and carbon reinforced plastics, core panels) were analyzed. The obtained experimental data show that the accepted assumption is carried out for burn-out length, but not always operates for the characteristic of duration of residual burning. It is offered at performance of qualification tests on flammability to use the standard number of thickness similar to applied at definition the smoke and heat release characteristics.

Keywords: flammability; residual burning; burn-out length; polymeric composite material; core panel; sample thickness.

REFERENCES

1. Sarkos G. Evolution of FAA Fire Safety R&D Over the Years. *The Fifth Triennial Fire & Cabin Safety Research Conference*, 29 October – 1 November 2007, Atlantic City, NJ. Available at: http://www.fire.tc.faa.gov/2007Conference/files/General_Fire/TueAM/SarkosFAAFire/SarkosFAAFirePres.pdf (Accessed 30 September 2014).
2. *Norms of the flight validity for civil aircrafts of the USSR*. Second edition. Moscow, TsAGI, 1974. 344 p. (in Russian).
3. *Aircraft Materials Fire Test Handbook*. DOT/FAA/AR-00/12. 235 p.
4. Barbotko S. L. Pozharobezопасnost aviatsionnykh materialov [Fire safety of aviation materials]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2012, no. 5, pp. 431–439.
5. Barbotko S. L., Kirillov V. N., Shurkova E. N. Otsenka pozharnoy bezопасnosti polimernykh kompozitsionnykh materialov aviatsionnogo naznacheniya [Assessment of fire safety of polymeric composite materials of aviation assignment]. *Aviatsionnaya promyshlennost — Aviation Industry*, 2013, no. 2, pp. 55–58.
6. *Aviation rules. Chapter 25. Airworthiness norms for a transport category airplanes. Interstate Aviation Committee*. Ed. 3 with amendments 1–6. Moscow, Aviaizdat, 2009. 274 p. (in Russian).
7. Marker T. Update Handbook Chapters. *International Aircraft Materials Fire Test Working Group*, 23 June 2010, Cologne, Germany. 15 p. Available at: <https://www.fire.tc.faa.gov/pdf/materials/June10-Meeting/marker-0610-Part25Update.pdf> (Accessed 30 September 2014).
8. Campbell S., Jensen M. Flammability standardization task group. *The Sixth Triennial International Fire & Cabin Safety Research Conference*, 25–28 October 2010, Atlantic City, NJ. 28 p. Available at: https://www.fire.tc.faa.gov/2010Conference/files/Materials_Safety_Development_II/Campbell-Standardization/CampbellStandardizationPres.pdf (Accessed 30 September 2014).
9. Gardlin J. A threat-based approach to part 25 flammability regulations. *The Sixth Triennial International Fire & Cabin Safety Research Conference*, 25–28 October 2010, Atlantic City, NJ. 22 p. Available at: http://www.fire.tc.faa.gov/2010Conference/files/Aircraft_Fire_Safety/GardlinPart25/Gardlin-Part25Pres.pdf (Accessed 30 September 2014).
10. Quintiere J. G., Downey B. P., Lyon R. E. An investigation of the vertical Bunsen burner test for flammability of plastics. *FAA Report DOT/FAA/AR-TN11/19*, 2012. 20 p.
11. Campbell S., Jensen M., Sattayatham P. Flammability standardization task group — Final reports: Federal Aviation Administration Draft Policy Memo, AMN-115-09-XXX, 20 August 2009. *FAA Report DOT/FAA/TC-12/10*, 2012. 881 p.
12. Barbotko S. L., Shvets N. I., Zastrogina O. B., Izotova T. F. Issledovaniye vliyaniya tolshchiny stekloplastikov na kharakteristiki teplovydeleniya pri gorenii [Research of influence of thickness of fibre-glasses on heat release characteristics at burning]. *Pozharovzryvobezопасnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 7, pp. 30–36.
13. Barbotko S. L., Vorobyev V. N. *Pozharobezопасnost aviatsionnykh materialov i elementov konstruktsey. Spravochnik* [Fire safety of aviation materials and elements of designs. Handbook]. Moscow, VIAM Publ., 2007. 543 p.
14. Kablov E. N. Strategicheskkiye napravleniya razvitiya materialov i tekhnologiy ikh pererabotki na period do 2030 goda [Strategic direction of development of materials and technologies of their processing for the period till 2030]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2012, no. 5, pp. 7–17.

15. Kablov E. N. Materialy i khimicheskiye tekhnologii dlya aviatsionnoy tekhniki [Materials and chemical technologies for aviation technics]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk — Messenger of the Russian Academy of Sciences*, 2012, vol. 82, no. 6, pp. 520–530.
16. Dementyeva L. A., Serezhenkov A. A., Lukina N. F., Kutsevich K. E. Kleevyye prepregi i sloistyye materialy na ikh osnove [Glue prepregs and layered materials on their basis]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2013, no. 2, pp. 19–21.
17. Zastrogina O. B., Shvets N. I., Postnov V. I., Serkova E. A. Fenolformaldegidnyye svyazuyushchiye novogo pokoleniya dlya materialov interyera [Phenolformaldehyde binding new generation for interior materials]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2012, no. S, pp. 265–272.
18. Davydova I. F., Kavun N. S. Stekloplastiki — mnogofunktsionalnyye kompozitsionnyye materialy [Fibreglasses — multifunction composite materials]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2012, no. S, pp. 253–260.
19. Kondrashov E. K., Postnov V. I., Petukhov V. I., Kavun N. S., Abramov P. A., Yudin A. A., Barbotko S. L. Issledovaniye svoystv trekhsloynnykh paneley na modifitsirovannom svyazuyushchem FPR-520G [Research of properties of core panels on modified binding FPR-520G]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii — Aviation Materials and Technology*, 2009, no. 3, pp. 19–23.
20. Borshchev A. V., Khrulkov A. V., Khalturina D. S. Izgotovleniye nizkoporistogo polimernogo kompozitsionnogo materiala dlya primeneniya v slabo- i srednenagruzhennykh konstruktsiyakh [Manufacturing of low-porous polymeric composite material for application in weak and middle load designs]. *Trudy VIAM — Proceeding of VIAM*, 2014, no. 7, art. 03. Available at: <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/682.pdf> (Accessed 30 September 2014).
21. Gulyaev I. N., Vlasenko F. S., Zelenina I. V., Raskutin A. E. Napravleniya razvitiya termostoykikh ugleplastikov na osnove poliimidnykh i geterotsiklicheskiykh polimerov [The directions of development heat-resistant carbonplastics on the basis of polyimide and heterocyclic polymers]. *Trudy VIAM — Proceeding of VIAM*, 2014, no. 1, art. 04. Available at: <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/636.pdf> (Accessed 30 September 2014).
22. Beyder E. Ya., Petrova G. N., Izotova T. F., Barbotko S. L. Stekloplastiki na termoplastichnoy matritse [Fibreglasses on thermoflexible matrix]. *Trudy VIAM — Proceeding of VIAM*, 2013, no. 7, art. 03. Available at: <http://www.viam-works.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/116.pdf> (Accessed 30 September 2014).
23. Mukhametov R. R., Akhmadieva K. R., Chursova L. V., Kablov E. N., Khrulkov A. V., Dushin M. I. Epoksidnaya kompozitsiya [Epoxide compound]. Patent RU, no. 2447104, 10.04.2012.