

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ИНТЕРЬЕРНЫХ ОРГАНОПЛАСТИКОВ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Приведены результаты исследования препрегов из органотканей на связующем ФП-520, полученных на разных установках в условиях серийного производства. Показано, что конструктивные особенности пропиточных установок влияют на режимы изготовления препрегов. Приведены прочностные свойства органопластиков на связующем ФП-520, в том числе и трехслойных панелей на их основе. Отмечено, что эти материалы соответствуют требованиям к деталям интерьера самолета Ту-204.

Ключевые слова: органопластики, препреги.

В интерьерах пассажирских самолетов, как и в других узлах, одно из основных требований – это весовая эффективность. То есть общая масса интерьера самолета должна быть минимальной при сохранении его функциональных характеристик, для обеспечения максимальной полезной нагрузки на самолет (пассажировместимость, грузоподъемность). Для обеспечения этих требований в конструкции интерьера самолетов применяются органопластики.

Для изготовления органопластика используются наполнители – органоткани СВМ (арт. 56313) и СВМ (арт. 5372/84) – полотно трикотажное плосковязаное, а в качестве связующего применяются фенолформальдегидные смолы. Применение фенолформальдегидных смол при изготовлении панелей интерьера пассажирских самолетов связано с их специфическими свойствами – низким (в количественном отношении) выделением токсичных веществ при горении, а также пониженной горючестью за счет частичной коксуетности при воздействии повышенных температур. В настоящее время для изготовления панелей интерьера самолетов наиболее широко применяется фенолформальдегидное связующее ФП-520. Связующее ФП-520 поступает в производство в виде 70%-ного ацетонового раствора плотностью 1105–1135 кг/м³ и с кинематической вязкостью 60–360 мм²/с (при температуре 20°C).

Изготовление препрегов производилось на пропиточных установках УПСТ-1000. Для оптимизации процесса пропитки органоткани связующим ФП-520 проводилось изменение его вязкости путем введения растворителя и регулировались технологические режимы пропитки (скорость протяжки наполнителя, температура в сушильной камере). Для оценки влияния на качество пропитки конструктивных особенностей пропиточных установок процесс пропитки проводился параллельно на двух установках. В ходе проведения работ было изготовлено 4135 пог. м препрега на основе ткани СВМ (арт. 56313). Результаты проведенных исследований приведены в табл. 1 и 2.

По результатам проведенных исследований определено, что для пропитки ткани СВМ (арт. 56313) оптимальный диапазон плотности раствора связующего ФП-520 составляет 1024–1033 кг/м³. Также установлено, что изменение условий пропитки тканых наполнителей вследствие конструктивных особенностей серийных установок УПСТ-1000 может приводить к изменению технологических режимов пропитки.

Поэтому в серийном производстве принято решение об использовании для изготовления препрега из органоткани СВМ (арт. 56313) одной установки. Изготовление препрега проводится по следующим технологическим режимам: скорость протяжки тканого наполнителя 1–2 м/мин, температура в сушильной камере 45°C (I зона), 60°C (II зона) и 65°C (III зона), угол поворота отжимных валов 0°/15°.

После анализа конструкторской документации интерьера самолета Ту-204 установлено, что для изготовления монолитных деталей следует применять следующие основные схемы выкладки:

5 слоев: 0; 90; +45; -45; 0 град;

7 слоев: +45; -45; 0, 90; +45; -45; 0 град;

9 слоев: 0; 90; +45; -45; 90; 0; +45; -45; 90 град;

12 слоев: 0; 90; +45; -45; 90; 0; +45; -45; 90; 0; +45; -45 град.

Статистические данные пропитки органоткани СВМ (арт. 56313) связующим ФП-520 на установке УПСТ-1000 (машина 1)

Условный номер партии пре-прега	Плотность связующего d , кг/м ³	Скорость протяжки, м/мин	Угол поворота отжимных валов (верхний/нижний), град	Температурный режим сушки, °С			Содержание, %		
				I зона	II зона	III зона	связующего	летучих продуктов	растворимой смолы
1	1052	2,0	0/5	60	45	45	54,9	14,2	99,7
2	1052	2,0	0/5	60	45	45	61,2	15,2	99,7
3	1036	1,5	0/90	55	70	60	63,7	11,7	99,7
4	1036	1,5	0/90	55	70	60	59,5	10,0	99,7
5	1034	1,5	0/90	55	70	60	50,3	13,1	99,1
6	1034	2,2	0/90	55	70	60	58,4	15,4	99,1
7	1034	2,2	0/90	55	70	60	54,4	12,1	99,1
8	1027	2,0	0/90	48	49	66	48,4	14,0	99,9
9	1027	2,0	0/90	48	49	66	48,4	14,0	99,9
10	1027	2,0	0/90	52	52	68	50,7	13,5	99,9
11	1027	2,0	0/30	50	65	65	57,9	12,5	99,9
12	1027	2,5	0/90	46	52	64	46,4	14,1	99,9
13	1027	2,5	0/90	46	52	64	46,7	12,7	99,9
14	1027	2,5	0/90	45	56	65	48,7	13,0	99,9
15	1027	2,5	0/90	48	56	65	51,0	12,1	99,9
16	1027	2,5	0/90	50	55	64	51,7	11,0	99,9
17	1027	2,5	0/90	50	55	65	48,1	13,9	99,7
18	1027	2,5	0/90	50	55	64	49,2	15,0	99,9
19	1034	1,8	0/15	45	60	65	51,4	10,9	99,9
20	1034	1,8	0/15	45	60	65	59,8	11,0	99,0

Таблица 2

Статистические данные пропитки органоткани СВМ (арт. 56313) связующим ФП-520 на установке УПСТ-1000 (машина 2)

Условный номер партии препрега	Плотность связующего d , кг/м ³	Скорость протяжки, м/мин	Угол поворота отжимных валов (верхний/нижний), град	Температурный режим сушки, °С			Содержание, %		
				I зона	II зона	III зона	связующего	летучих продуктов	растворимой смолы
1	1035	1,5	0/90	55	65	70	49,7	14,6	99,7
2	1033	1,5	0/90	55	65	75	49,3	13,9	99,7
3	1033	1,5	0/90	50	62	70	54,0	12,2	99,7
4	1035	1,5	0/90	52	60	75	51,5	11,8	99,7
5	1033	1,5	0/90	52	60	75	52,4	13,8	99,7
6	1033	2,5	0/90	50	45	75	50,5	12,5	99,3
7	1034	3,0	0/90	50	48	85	53,5	13,4	99,3
8	1034	2,0	0/90	65	55	90	53,3	11,2	99,3
9	1034	2,0	0/90	65	65	85	49,3	11,3	99,3
10	1032	2,0	0/90	65	65	85	57,5	12,4	99,3
11	1032	2,5	0/90	65	65	85	51,9	10,8	99,3
12	1029	1,8	0/45	48	50	55	49,3	9,3	99,9
13	1029	2,0	0/30	48	50	55	53,0	14,0	99,9
14	1029	2,0	0/30	48	50	55	52,6	9,2	99,9
15	1029	3,0	0/30	45	51	55	49,6	10,7	99,9
16	1029	3,0	0/30	48	50	55	50,9	11,8	99,9
17	1029	3,0	0/30	48	50	55	52,7	10,8	99,9
18	1029	3,0	0/30	40	50	55	48,9	14,2	99,9

Изготовление монолитных органопластиков производилось из органотканей СВМ (арт. 56313) и СВМ (арт. 5372/84) следующими методами: вакуумным формованием на обогреваемой оснастке и автоклавным формованием. Свойства препрегов из органотканей на связующем ФП-520, из которых изготавливались образцы, приведены в табл. 3.

Пропитка органотрикотажа связующим ФП-520 производилась ручным способом. Свойства полученных препрегов приведены в табл. 4.

Таблица 3

Свойства препрегов из органотканей

Наполнитель	Плотность связующего d , кг/м ³	Содержание, %		
		связующего	летучих продуктов	растворимой смолы
СВМ арт. 56313	1027	54,6	15,3	99,7
	1037	57,9	12,5	99,7
	1034	48,3	11,0	99,0
СВМ арт. 5372/84	1051	38,6–39,6	7,3–10,8	99,0

Таблица 4

Свойства препрегов из органотрикотажа

Условный номер партии	Плотность связующего d , кг/м ³	Содержание, %		
		связующего	летучих продуктов	растворимой смолы
1	1027	56,0	4,7	100,0
2	1034	54,0	13,4	99,9
3	1029	45,4	18,2	95,4

Формование органопластика на обогреваемой оснастке проводилось под вакуумным давлением 0,08–0,09 МПа и с выдержкой при температуре 170°C в течении 3 ч. Автоклавное формование органопластика проводилось при избыточном давлении 0,5 МПа с выдержкой при температуре 170°C в течение 3 ч. Скорость нагрева и охлаждения в обоих случаях составляла 2°C/мин. Приведенные результаты испытаний образцов показывают (табл. 5 и 6), что при автоклавном формовании прочностные характеристики органопластика выше, чем при вакуумном формовании. Органопластик из ткани СВМ (арт. 5372/84) имеет более низкие прочностные характеристики, чем органопластик из ткани СВМ (арт. 56313).

Таблица 5

Прочностные характеристики органопластика из ткани СВМ (арт. 56313)

Количество слоев	Метод формования	Плотность d , кг/м ³	Предел прочности, МПа	
			при растяжении	при сжатии
5	Автоклавное	1034	532,3	138,7
	Вакуумное (на обогреваемой оснастке)	1027	320,4	108,5
7	Автоклавное	1034	675,9	103,5
	Вакуумное (на обогреваемой оснастке)	1027	355,0	98,0
9	Автоклавное	1034	515,0	134,2
	Вакуумное (на обогреваемой оснастке)	1027	301,3	100,9
12	Автоклавное	1034	496,0	131,8
	Вакуумное (на обогреваемой оснастке)	1027	435,2	149,0

Таблица 6

Прочностные характеристики органопластика из ткани СВМ (арт. 5372/84)

Количество слоев	Плотность d , кг/м ³	Предел* прочности, МПа	
		при растяжении	при сжатии
5	1051	302,7/187,5	64,0/44,0
7		385,1/197,7	101,3/69,6
9		368,5/231,9	99,1/51,7
12		335,7/193,0	67,6/31,4

* В числителе – данные для автоклавного формования, в знаменателе – для вакуумного (на обогреваемой оснастке).

Формование образцов из органоткани с трикотажным наполнителем проводилось при использовании трех слоев по следующей схеме: снаружи по одному слою препрега из ткани СВМ (арт. 56313), внутри – один слой препрега из органотрикотажа. Изготовление образцов проводилось методами вакуумного формования в термопечи и автоклавным формованием. Вакуумное формование проводилось на тех же режимах, что и формование органопластика. При формовании в автоклаве избыточное давление было ниже и составляло 0,15 МПа. После проведения испытаний установлено (табл. 7), что органопластик с трикотажным наполнителем имеет более низкую плотность при приблизительно тех же прочностных характеристиках.

Таблица 7

Прочностные характеристики органопластика из ткани СВМ (арт. 56313) с трикотажным наполнителем

Метод формования	Плотность d , кг/м ³	Предел прочности, МПа		
		при растяжении	при сжатии	при изгибе
Автоклавное	900	180,9	51,2	132,9
	1000	198,4	59,6	146,4
Вакуумное	970	183,5	55,6	149,7
	660	126,4	36,3	68,4

Проведено изготовление методом вакуумного формования в термопечи по бесклеевой технологии трехслойных сотовых панелей. Приведенные результаты испытаний показывают (табл. 8), что прочность сцепления обшивок с сотовым наполнителем соответствует требованиям технической документации и практически не зависит от типа сот.

Таблица 8

Прочностные характеристики трехслойных сотовых панелей с обшивками из препрега ткани СВМ (арт. 56313)

Наполнитель	Плотность d , кг/м ³	Предел прочности при равномерном отрыве, МПа
ССП-1-2,5	1027	1,54
	1037	1,55
ПСП-1-2,5	1027	1,50
	1037	1,49

В заключении можно сказать, что связующее ФП-520, поступающее в серийное производство, удовлетворяет требованиям разработчика, однако для получения качественных препрегов требуется готовить растворы с различной плотностью в зависимости от типа наполнителя. Проведенные исследования прочностных характеристик монолитных органопластиков и органопластиков с различными наполнителями, изготовленных методами вакуумного и автоклавного формования, показали, что эти материалы удовлетворяют требованиям к деталям интерьера Ту-204. Однако в полученных материалах наблюдается повышенная пористость, что значительно увеличивает трудоемкость процесса декорирования панелей интерьера.