

На основании полученных результатов можно сделать выводы:

- интенсивность тепловыделения трехслойных панелей в основном определяется го- рючестью связующего, применяющегося для изготовления обшивок;
- применение связующего ФПР-520Г для изготовления трехслойных сотовых пане- лей дает возможность получать панели с хорошими прочностными характеристиками и пониженным тепловыделением, а также позволяет изготавливать панели интерьера с раз- личными декоративными покрытиями, удовлетворяющие требованиям АП-25 по пожа- робезопасности.

*В.И. Постнов, В.И. Петухов, К.В. Макрушин, А.А. Юдин*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИАДГЕЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ФОРМОВАНИИ ПАНЕЛЕЙ ИНТЕРЬЕРА С ГЕЛЬКОУТНЫМ СЛОЕМ**

*Приведены антиадгезионные покрытия, применяющиеся для защиты формирующей по- верхности выклеечных оснасток при изготовлении деталей из полимерных композицион- ных материалов. Сделана оценка стойкости антиадгезионных покрытий и возможно- сти переносить их на изготавливаемые детали; выбрано покрытие для изготовления пане- лей с гелькоутным слоем.*

**Ключевые слова:** антиадгезионные покрытия, гелькоутный слой.

При формировании деталей из полимерных композиционных материалов (ПКМ) необходима защита выклеечной оснастки от прилипания к ее поверхности. Для этих целей применяются специальные антиадгезионные покрытия в виде смазок на основе кремнийорганических и фторопластовых соединений\*. При совмещенном склеивании и формировании трехслойных панелей с гелькоутным покрытием на основе фенолформаль- дегидного связующего ФПР-520 поверхность выклеечной оснастки из металлических сплавов или полимерных композиционных материалов должна обеспечивать качество поверхности формируемой детали и бездефектный съем ее с оснастки, а также равномер- ность толщины наносимого слоя гелькоута. Применяемое антиадгезионное покрытие должно обеспечивать смачиваемость поверхности оснастки гелькоутом, так как в про- тивном случае нанесение гелькоута будет неравномерным из-за плохой растекаемости его по поверхности оснастки. Кроме того, антиадгезионное покрытие должно обеспе- чивать легкое снятие готовой панели с выклеечной оснастки без повреждения декора- тивного гелькоутного слоя. В работе проведены исследования по выбору антиадгези- онного покрытия, отвечающего вышеуказанным требованиям.

Для этого исследованы следующие композиции: кремнийорганические антиад- гезионные составы 136-321 (ВСК-5), СК-223, К-21 и фторопластовая водная суспензия Release ALL-30. Для испытаний на подготовленную поверхность выклеечной оснастки – металлическую (Д16) и композиционную (Т-10-80 + ВСО-200) – были нанесены вы- бранные антиадгезионные покрытия (каждый на отдельную оснастку) и проведена их сушка при температуре 18–30°C в течение 1 ч. После этого покрытия К-21, 136-321 (ВСК-5) и фторопластовая суспензия Release ALL-30 были подвергнуты термообработ- ке: ВСК-5 при 100–110°C в течение 2,5 ч, фторопластовая суспензия Release ALL-30 – при 176°C в течение 1 ч; К-21 – при 220°C в течение 2 ч; СК-223 – без термообработки.

---

\* Справочник по композиционным материалам /Под ред. Дж. Любина. Т.2.– М.: Машинострое- ние, 1988, 584 с.

На подготовленную поверхность выклеечных оснасток был нанесен гелькоут на основе ФПР-520 для оценки смачиваемости. В результате установлено, что лучшая смачиваемость гелькоутом только у фторопластовой водной суспензии Release ALL-30, на остальных антиадгезионных покрытиях гелькоут собирался в капли и по толщине был неравномерным.

Для оценки количества технологических съёмов на выклеечных оснастках проводили многократное формование опытных монолитных панелей 0,4×0,4 м толщиной 2 мм из препрега Т-15(П)-76 на ФПР-520 с 30%-ным наносом связующего. Формование панелей повторяли до тех пор, пока съём с оснастки происходил без повреждения поверхностного слоя. При этом фиксировали усилие съёма панели с оснастки с помощью ручного динамометра. Результаты замеров усилий съёма панелей с оснастки (для первых 10 экспериментов) приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Усилия съёма первых 10 панелей (для каждого типа покрытия) с поверхности оснастки**

Тип покрытия	Величина усилия съёма, Н	Тип оснастки
ВСК-5	До ~10	Металлическая и композиционная
СК-223	40–60	Металлическая
	60–80	Композиционная
К-21	До ~10	Металлическая
Release ALL-30	20–40	-«-
	50–60	Композиционная

Различие в усилиях съёма можно объяснить механическим сцеплением панели с поверхностью композиционной оснастки вследствие микронеровностей поверхности и проступания структуры ткани.

При продолжении формования (до 17 съёмов) величина усилия съёма для смазок ВСК-5 и К-21 возросла до 20–30 Н, а для смазок СК-223 и Release ALL-30 наблюдался резкий рост величины усилия съёма до 100–150 Н.

На основании проведенных исследований сделан вывод, что лучшими антиадгезионными свойствами обладают покрытия 136-21 (ВСК-5) и К-21, обеспечивающие легкий съём готовых панелей и позволяющие выполнять не менее 17 формований без обновления покрытия. Покрытие СК-223 и фторопластовая суспензия Release ALL-30 требуют несколько большего усилия съёма готовых панелей и позволяют выполнять не менее 10 формований без обновления покрытия.

Для количественной оценки переноса антиадгезионного состава с оснастки на поверхность готовой панели использована методика, основанная на определении величины адгезии клея ВК-9 к поверхности панели, отформованной на различных видах оснастки. Для качественной оценки адгезии клея использовался метод определения прочности клеевого соединения при сдвиге (в соответствии с ГОСТ 14759–69), при этом об адгезии клея к поверхности образца стеклопластика судили по величине усилия при разрушении образцов от сдвига. Таким образом, чем больше усилие разрушения, тем лучше адгезия клея к поверхности отформованного образца и, соответственно, меньше перенос на нее антиадгезионного состава. Из отформованных стеклопластиковых панелей были вырезаны образцы в соответствии с ГОСТ 14759–69. Склею образцов проводили клеем ВК-9, при этом дополнительной подготовки поверхности образцов под склейку не производили (не зашкуривали и не обезжировали), чтобы не удалять с поверхности стеклопластика остатков антиадгезионного состава, перешедшего с выклеечной оснастки. Образцы склеивались внахлест, площадь склейки всех образцов ~3 см<sup>2</sup>. Испытанию подвергали от 5 до 7 образцов с определением среднеарифметического значения усилия разрушения. Полученные данные приведены в табл. 2.

Усилия разрушения образцов при сдвиге

Вид покрытия	Материал оснастки	Усилие разрушения при сдвиге, Н				
		1 сьем	2 сьем	3 сьем	4 сьем	5 сьем
ВСК-5	Металл	430	460	692	657	840
	Композит	353	613	650	1207	1250
СК-223	Металл	993	767	890	847	957
	Композит	783	673	–	876	1090
К-21	Металл	813	–	–	877	743
Release ALL-30	Металл	633	767	–	477	497
	Композит	867	927	1233	1037	890

Для сравнительного анализа изготовлены и испытаны образцы из стеклопластиковой панели, отформованной на выклеочной оснастке через разделитель из фторопластовой пленки. После испытания на сдвиг данные образцы показали среднее усилие разрушения 1390 Н.

Анализируя приведенные данные можно сделать вывод, что с увеличением количества съемов с обработанной антиадгезивами поверхности оснастки перенос антиадгезионных составов уменьшается для всех приведенных видов покрытий (так как усилие разрушения растет). Для формования панелей с гелкоутом (на основе ФПР-520) в качестве антиадгезионного покрытия оснастки лучше всего использовать фторопластовую водную суспензию Release ALL-30. Этот состав обеспечивает хорошую смачиваемость поверхности выклеочной оснастки гелкоутом равномерным по толщине слоем и тем самым позволяет получить хорошее качество его нанесения, а также гарантирует до 10 съемов отформованных панелей при незначительном переносе антиадгезива на их поверхность.

В.И. Постнов, К.Е. Никитин,  
О.Л. Бурхан, В.И. Петухов, В.Г. Орзаев

## ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПКМ В ПРОЦЕССЕ ФОРМОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В работе исследована возможность применения ультразвукового метода для контроля процессов формования полимерных композиционных материалов (ПКМ). Метод основан на измерении параметров ультразвуковых импульсов, прошедших через формируемый материал. Разработана и изготовлена лабораторная установка ИПФ-2003, позволяющая проводить исследование изменения вязкости связующего в ПКМ в процессе технологического формования изделий. Проведены исследования процессов формования угле- и стеклопластиков. Форма кривых затухания ультразвука позволяет фиксировать точки минимальной вязкости и гелеобразования полимерного связующего, а также степени его полимеризации. Применение установки показало ее высокую эффективность при отработке режимов формования ПКМ.

**Ключевые слова:** ультразвуковой метод.

Для обеспечения высокого качества деталей из полимерных композиционных материалов, на стадии их формования необходимо вести постоянный контроль за структурными превращениями материалов. Особенно это относится к вакуумному ав-