

## ЗАМЕТКИ НА ПОЛЯХ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИИ ПО КОМПОЗИЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ

*Приводится аннотированный обзор трудов 35-ой технической конференции SEICO-2014, которые относятся к области разработки и применения композиционных материалов и конструкций в интересах аэрокосмической отрасли.*

Ключевые слова: композиционные материалы; аэрокосмическая отрасль.

Труды тридцать пятой ежегодной технической конференции SEICO-2014 европейского отделения международного общества по продвижению технологий материалов и производственных процессов (SAMPE), проходившей 10–11 марта 2014 года в Париже, Франция, были, как это и заведено, посвящены вопросам разработки, производства и применения современных композиционных материалов и конструкций в интересах различных высокотехнологичных отраслей, в том числе и авиастроительной<sup>1</sup>.

1. В основном докладе конференции, представленном компанией BOEING на первой пленарной сессии, был сделан обзор состояния и перспектив развития терморезистивных препрегов для неавтоклавного получения композиционных материалов.

История создания таких препрегов, по мнению авторов, прошла два поколения: первое – в начале 90-х годов прошлого столетия, второе – в начале этого тысячелетия.

Сравнительные характеристики материалов 1-го, 2-го поколений и препрегов сегодняшнего состояния технологии их получения представлены на рисунке 1.

В докладе дается прогноз будущего развития неавтоклавной технологии в части материалов и применяемых процессов:

### Материалы

- Будут применяться волокна с более высокой прочностью и более высоким модулем;
- Связующие будут иметь более высокую устойчивость;
- Процессы обработки материалов будут иметь более высокую степень повторяемости;

- Стоимость препрегов будет уменьшаться.

### Процессы

- Степень автоматизации процессов будет увеличиваться;
- Полный цикл производства будет сокращаться (выкладка, отверждение);
- Будут изготавливаться очень большие по размеру и/или по толщине элементы;
- Стоимость процессов будет уменьшаться;
- Высокие скорости укладки.

2. Представители компании AIRBUS MILITARY представили результаты работы по неавтоклавному изготовлению панелей с фиксированной кривизной, полученные в рамках проекта ВАНИА (наилучшая альтернатива для высокоинтегрированных авиационных конструкций), в частности, что касается дверей в кожухе вентилятора двигателя.

Представлены результаты проектирования двери с учетом предъявляемых к данному виду конструкций требований заказчика, применена новая концепция каркаса, изготавливаемого с помощью неавтоклавной технологии RTM. Благодаря этой концепции из процесса получения двери устраняются два автоклавных цикла, а каркас и панель соединяются с помощью уникального процесса склеивания. В результате получается улучшенное клеевое соединение и распределение напряжений. Исследуется и подход по полуотверждению, дающий преимущество в гибкости каркаса. На рисунке 2 представлены 3D модели панели и каркаса.

3. Представители компании MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES и Токийского университета

<sup>1</sup> Право на воспроизводство трудов конференций SEICO предоставлено г-ном Марком Эратом, редактором этих трудов, руководителем по вопросам проведения технических конференций европейского отделения общества SAMPE, в письме от 26 марта 2013 года.



Рис. 1. Сравнение материалов, полученных в автоклаве и неавтоклавым способом



Рис. 2. 3D модели панели и каркаса

сделали доклад, посвященный эффективным углепластиковым монолитным «сэндвичевым» конструкциям. Целью получения будущих эффективных по стоимости легких авиационных конструкций является реализация однозаходного метода получения крупномасштабных агрегатов и исключение использования крепежа. Применение «сэндвичевых» конструкций, имеющих высокую жесткость, представляется многообещающим для интегрированных конструкций планера самолета. Применение углепластиковых монолитных «сэндвичевых» конструкций является предпочтительным по сравнению с сотовыми «сэндвичевыми» панелями и позволяет устранить проблемы, связанные с повреждением сот, коррозией и впитыванием воды. На рисунке 3 показан опытный образец углепластиковой монолитной «сэндвичевой» панели.

4. Представители Национальной аэрокосмической лаборатории NLR, Нидерланды, информировали о результатах работ по методам изготовления зализа для предкрылка самолета A320. Приведены

сравнительные результаты для металлических и композиционных материалов, а также соответствующих технологий производства. Показано, что применение стеклопластикового зализа вместо алюминиевого позволяет достичь уменьшения стоимости и массы примерно на 40%. На рисунке 4 показан образец стеклопластикового зализа предкрылка.

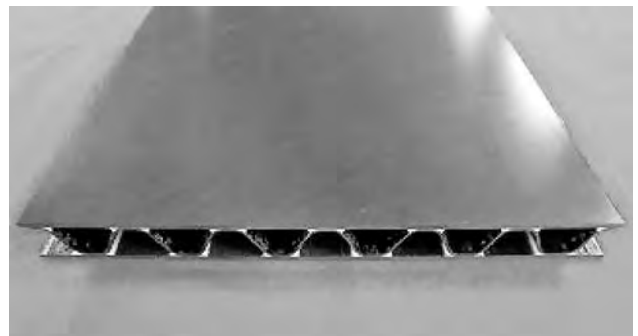


Рис. 3. Опытный образец углепластиковой монолитной «сэндвичевой» панели

5. Представители нескольких британских компаний и научных центров представили результаты своих исследований по разработке неметаллических труб обвязки авиационного двигателя. Рассматриваются два типа неметаллических труб, изготовленных из композиционных материалов на



Рис. 4. Образец стеклопластикового зализа



Рис. 5. Образец трубки из композиционного материала

основе терморезактивной и термопластичной матриц. На рисунке 5 показан образец одной из таких трубок.

6. Компания AIRBUS DEFENCE & SPACE представила результаты исследования в области защиты композиционных авиационных конструкций от удара молнии, требований к сертификационным испытаниям и влияния толщины красочного покрытия на результирующее повреждение от удара молнии. Приводится сравнительный анализ результатов лабораторных испытаний на удар молнии при различных конфигурациях панели, нескольких толщинах покрытия и силе молнии. Показывается, что удар молнии приходится в пассажирский самолет на каждые 3000 полетных часов, что эквивалентно одному удару на один самолет в год.

7. Компания AIR FRANCE INDUSTRIES исследовала тенденции в области обслуживания, текущего ремонта и капитального ремонта авиационной техники в отношении ремонта передовых материалов, в частности, композиционных, с учетом неуклонного возрастания доли воздушных судов нового поколения.

8. Представители компании COMPOSITES EXPERTISE & SOLUTIONS и Тулузского университета проанализировали стратегию в области крупных ремонтов силовых конструкций из композиционных материалов. Подробно рассматриваются процессы ремонта в трех фазах: подготовки, производства ремонта, контроля и допуска к полетам. Вопрос ремонта силовых конструкций из композиционных материалов приобретает особую важность, поскольку в последних моделях пассажирских самолетов процент применения таких материалов в конструкции превышает 50 % (рисунок 7).

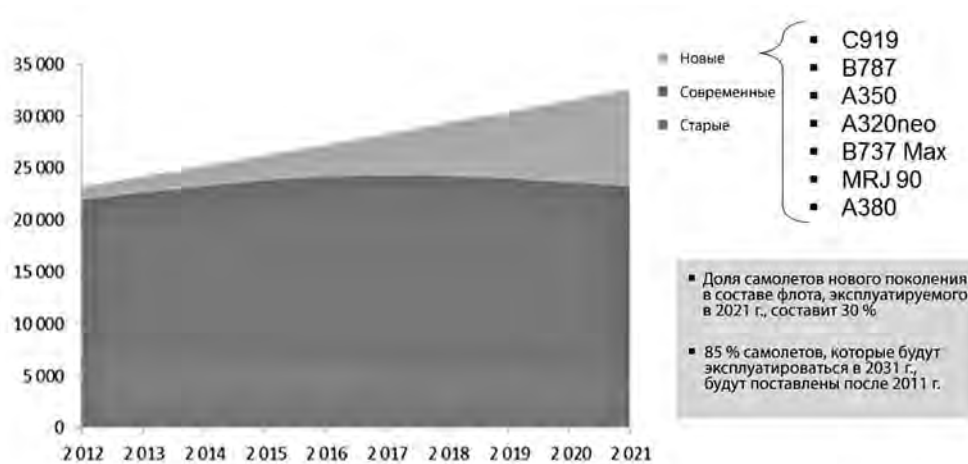


Рис. 6. Структура воздушного флота в зависимости от возраста самолета

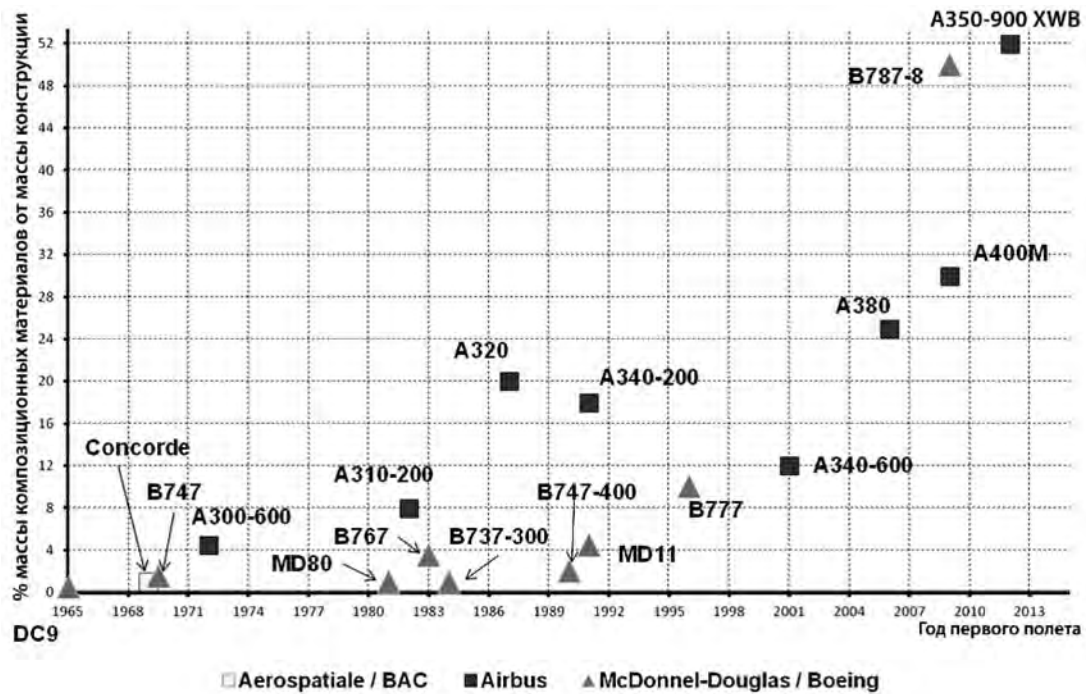


Рис. 7. Применение композиционных материалов в конструкциях самолетов

Среди других докладов, имевших отношение к применению композиционных материалов в авиационной промышленности, можно отметить доклады, посвященные:

- первой попытке сформулировать стратегию модульной квалификации тонкослойных композитов, применяемых в аэрокосмической промышленности;
- оценке характеристик однонаправленных пленочных углепластиковых материалов;
- неавтоклавному изготовлению систем на основе бензоксазиновых связующих способом инфузии жидкого связующего, предназначенных для приме-

нения в аэрокосмической технике при температуре окружающей среды и высокой температуре;

- новому и эффективному по стоимости гибридно-адгезионно-штамповочному процессу соединения терморезистивных углепластиков и тонких металлических листов.

#### Ссылки

- [1] SEICO 14 SAMPE Europe 35<sup>th</sup> International Conference and Forum, March 10–11<sup>th</sup>, 2014, SAMPE Europe Conferences, Mark A. Erath.

Shulepov V.N.

Ukrainian Research Institute of Aviation Technology, Public JSC. Ukraine, Kiev

#### NOTES ON THE COMPOSITE CONFERENCE PROCEEDINGS MARGINS

*This paper reviews proceedings of SAMPE Europe SEICO 14, 35<sup>th</sup> Technical Conference related to development, production and application of composites for aerospace trade.*

*Keywords: composites; aerospace trade.*

- [1] SEICO 14 SAMPE Europe 35<sup>th</sup> International Conference and Forum, March 10–11<sup>th</sup>, 2014, SAMPE Europe Conferences, Mark A. Erath.