

ТЕНДЕНЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КМ В КОНСТРУКЦИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ТО И Р

А.С. Шкода, С.Н. Тиц

В данной статье рассматриваются тенденции применения композиционных материалов в области авиастроения фирмами Boeing и Airbus, начиная с 60-х годов прошлого века и по сегодняшний день.

Применение в элементах конструкции летательных аппаратов неметаллических материалов нового поколения с улучшенными свойствами и нетрадиционных технологий их изготовления позволяет реализовывать проекты с принципиально новыми, отличающимися от существующих, тактико-техническими данными, аэродинамическими и конструктивными формами.

Области применения композиционных материалов не ограничены. Они применяются в авиации для высоконагруженных деталей самолетов (обшивки, лонжеронов, нервюр, панелей и т. д.) и двигателей (лопаток компрессора и турбины и т. д.), в космической технике для узлов силовых конструкций аппаратов, подвергающихся нагреву, для элементов жесткости, панелей, в автомобилестроении для облегчения кузовов, рессор, рам, панелей кузовов, бамперов и т. д., в горной промышленности (буровой инструмент, детали комбайнов и т.д.), в гражданском строительстве (пролеты мостов, элементы сборных конструкций высотных сооружений и т. д.) и в других областях народного хозяйства.

Применение композиционных материалов обеспечивает новый качественный скачок в увеличении мощности двигателей, энергетических и транспортных установок, уменьшении массы машин и сложных агрегатов авиационной техники.

Технология получения полуфабрикатов и изделий из композиционных материалов достаточно хорошо отработана.

Преимущества композиционных материалов:

- высокая удельная прочность;
- высокая жёсткость;
- высокая износостойкость;

- высокая усталостная прочность;
- легкость.

Причём, разные классы композитов могут обладать одним или несколькими преимуществами. Некоторых преимуществ невозможно добиться одновременно.

Недостатки композиционных материалов. Большинство классов композитов (но не все) обладают недостатками:

- анизотропия свойств;
- повышенная наукоёмкость производства, необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а следовательно развитого промышленного производства и научной базы страны.

В авиации композитные материалы начали применяться немецкой авиационной промышленностью в конце Второй мировой войны. Активное применение началось в 60-х годах XX века. Рассмотрим эволюцию композитов на примере самолётов Boeing и Airbus.

Boeing. В 60-х годах, самолёт Boeing 747 имел рули, обтекатели и панели задней кромки крыла, выполненные с использованием стекловолокна и эпоксидных смол.



Рис. 1. Композитные материалы на самолёте Boeing 747

70 года, на самолётах Boeing 727 появляется руль высоты, а на Boeing 737 горизонтальный стабилизатор выполненные с использованием карбона и эпоксидных смол.

Развитие КМ-начало 1990-х

777

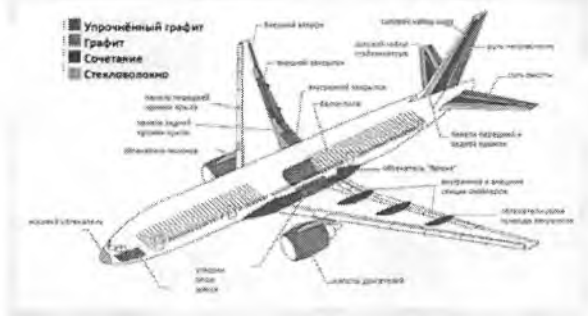


Рис. 4. Композитные материалы на самолёте Boeing 777

Наиболее технологичным на сегодняшний день является самолёт Boeing 787, в котором из композитных материалов выполнено 50 % конструкции. Это практически весь фюзеляж.

Развитие КМ-середина 2000-х



Рис. 5. Материалы конструкции самолёта Boeing 787

Эволюция самолётов Airbus показана на рисунке 5. Композитные материалы использовались на самолёте A300 только в конструкции носового обтекателя и обтекателя «брюха». Далее с появлением

новых самолётов и развитием технологии изготовления комплек-
тующих количество композитов в конструкции самолётов росло.

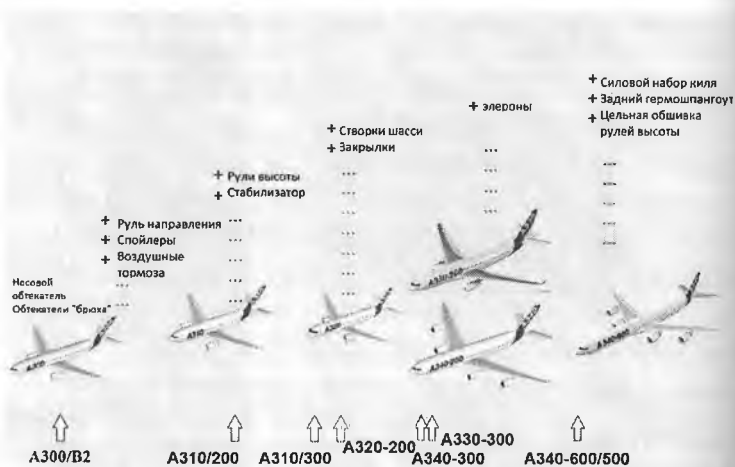


Рис. 6. Эволюция использования композитных материалов на самолётах Airbus

Процентное соотношение веса композитов к весу конструкции са-
молёта показано на двух диаграммах, изображённых на рисунках 6 и 7.

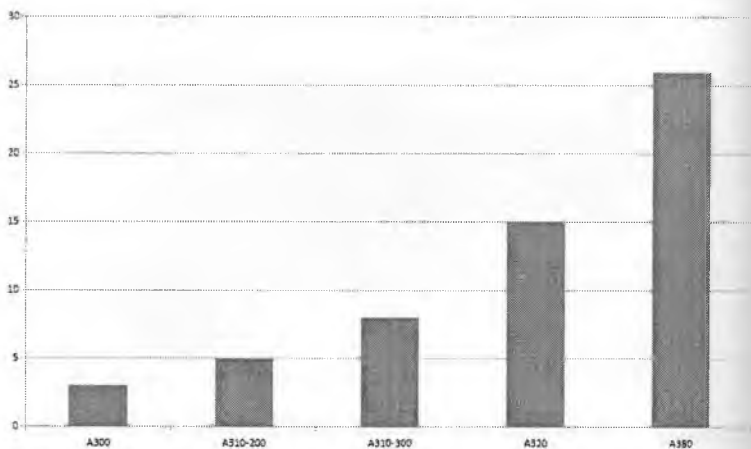


Рис. 7. Процентное содержание композитных материалов
в конструкции самолётов Airbus

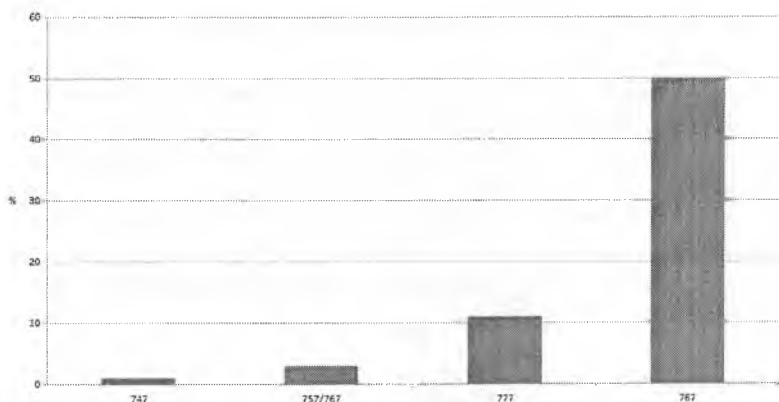


Рис. 8. Процентное содержание композитных материалов в конструкции самолётов Boeing

Таким образом, видна тенденция мировых производителей самолётов к увеличению количества композитных материалов в конструкции самолёта. В заключении необходимо также отметить, в настоящее время из композиционных материалов выполняют не только вспомогательные и формообразующие элементы конструкции, но и силовые узлы и агрегаты (лонжероны, стрингеры, шпангоуты, нервюры и т.д.).

Все вышеизложенное позволяет сформулировать необходимость новых подходов ТО и Р авиационных конструкций из КМ, что в свою очередь существенно связано с моделированием таких конструкций для прогнозирования их технического состояния.

Библиографический список

1. Ендогур, В.В. Сотовые конструкции. Выбор параметров и проектирование [Текст] / А. И. Ендогур, М.В. Вайнберг, К.М. Иерусалимский. – М.: Машиностроение, 1986. – 200с.
2. Крысин В.Н. Слоистые клееные конструкции в самолётостроении [Текст]/ В.Н. Крысин. – М.: Машиностроение, 1980. – 218с.
3. Гатушкин, А.А. Актуальные проблемы технической эксплуатации авиационной техники [Текст]: Тексты лекций / А.А. Гатушкин, В.П. Гордиенко, Г.В. Орлов, Ж.С. Черненко. – Киев: КНИГА, 1988. – 48с.
4. Крысин, В.Н. Слоистые клееные конструкции в самолётостроении [Текст]/ В.Н. Крысин. – М.: Машиностроение, 1980. – 218с.

5. Панин, В.Ф. Сотовые конструкции [Текст] / В.Ф. Панин. – М.: Машиностроение, 1982. – 153 с.
6. Allen, H.G. Analysis and design of structural sandwich panels [Текст]/ H.G. Allen.-Pergamon Press.-Oxford, 1969. – 154с.
7. Wierzbicki E., Wozniak Cz. On the dynamic behavior of honeycomb based composite solids // Acta Mech, 2000. – № 141. – P. 161-172.
8. Renji K., Nair P. S., Narayanan S. Modal density of composite honeycomb sandwich panels // J Sound Vib, 1996. – № 195. – P. 687-699.
9. Tong P., Mei C. C. Mechanics of composites of multiple scales // Comput. Mech, 1992. – № 9. – P. 135-210.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНАЗИРОВАНИЯ ЗАМЕН БЛОКОВ ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Н.А. Зотин

Для более быстрого и оперативного проведения технического обслуживания современных систем ВС экономически невыгодно полагаться лишь на диагностирование техники с последующим ее ремонтом или заменой. Учитывая уровень сложности современных систем, длительность процесса их обслуживания, а так же затраты связанные с простоем самолета, появляется острая необходимость в прогнозировании состояний систем, определение их характеристик через указанные промежутки времени. Эта задача решается по средствам моделирования марковских процессов для описания требуемых систем. Для примера рассмотрим систему ИКВСП-140-01.

Состояние системы ИКВСП-140-01 определяется состоянием блоков (исправное или неисправное), которые в нее входят. Для моделирования марковского процесса, описывающего функционирование данной системы целесообразно рассматривать все возможные комбинации состояний блоков. Рассмотрим наиболее вероятные состояния, для этого определим блок, который является самым ненадежным. Если такой блок в системе окажется один, то его состояния определяют состояния всей системы, если таких блоков окажется не-