

Применение композиционных материалов в авиационной промышленности. Тенденции и перспективы.

**HELIRUSSIA  2020**  
**УСПЕХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА!**

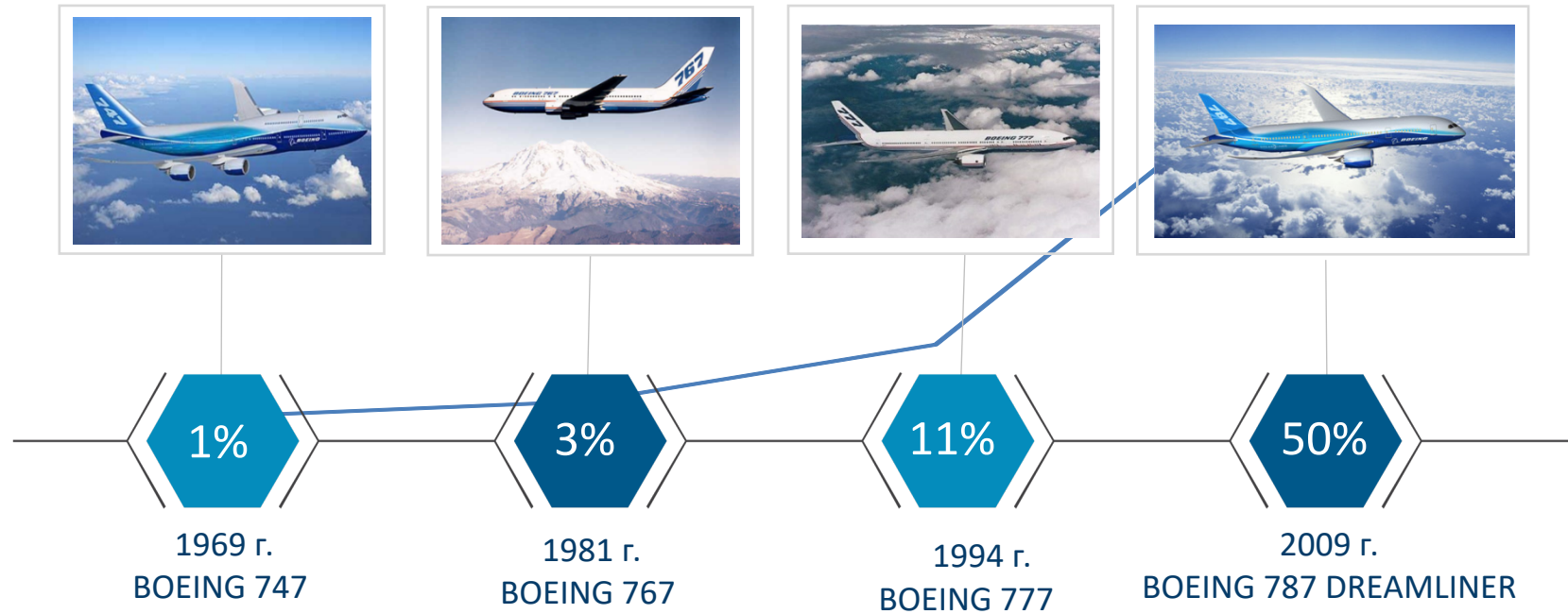
## **Почему композит в конструкции крыла?**

### **Преимущества применения композиционных материалов в конструкции крыла гражданского самолета.**

1. Возможность создания интегральной конструкции панелей требуемой аэродинамической формы. Панели алюминиевого крыла собираются из нескольких частей.
2. Высокая удельная прочность позволяет создать конструкцию панелей и лонжеронов легче алюминиевых на 25 – 30%.
3. Возможность реализации требуемой жесткости крыла, для повышения флаттерных характеристик и исключения реверса элерона, путем изменения ориентации слоев, а не увеличения толщин, как для металла.
4. Более высокие усталостные характеристики (низкая деградация свойств).
5. Высокая коррозионная стойкость композиционных материалов.
6. После получения опыта эксплуатации существующих композитных конструкций типа «черный алюминий», возможность ухода от классического дизайна в перспективных конструкциях.

***Все эти факторы приводят к снижению эксплуатационных расходов за счет повышения топливной эффективности и периодичности осмотров.***

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В АВИАЦИОННЫХ ПРОГРАММАХ КРУПНЕЙШИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



AIRBUS A350 XWB – ПКМ В КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА СОСТАВЛЯЮТ ОКОЛО 40% ОТ ОБЩЕЙ МАССЫ.

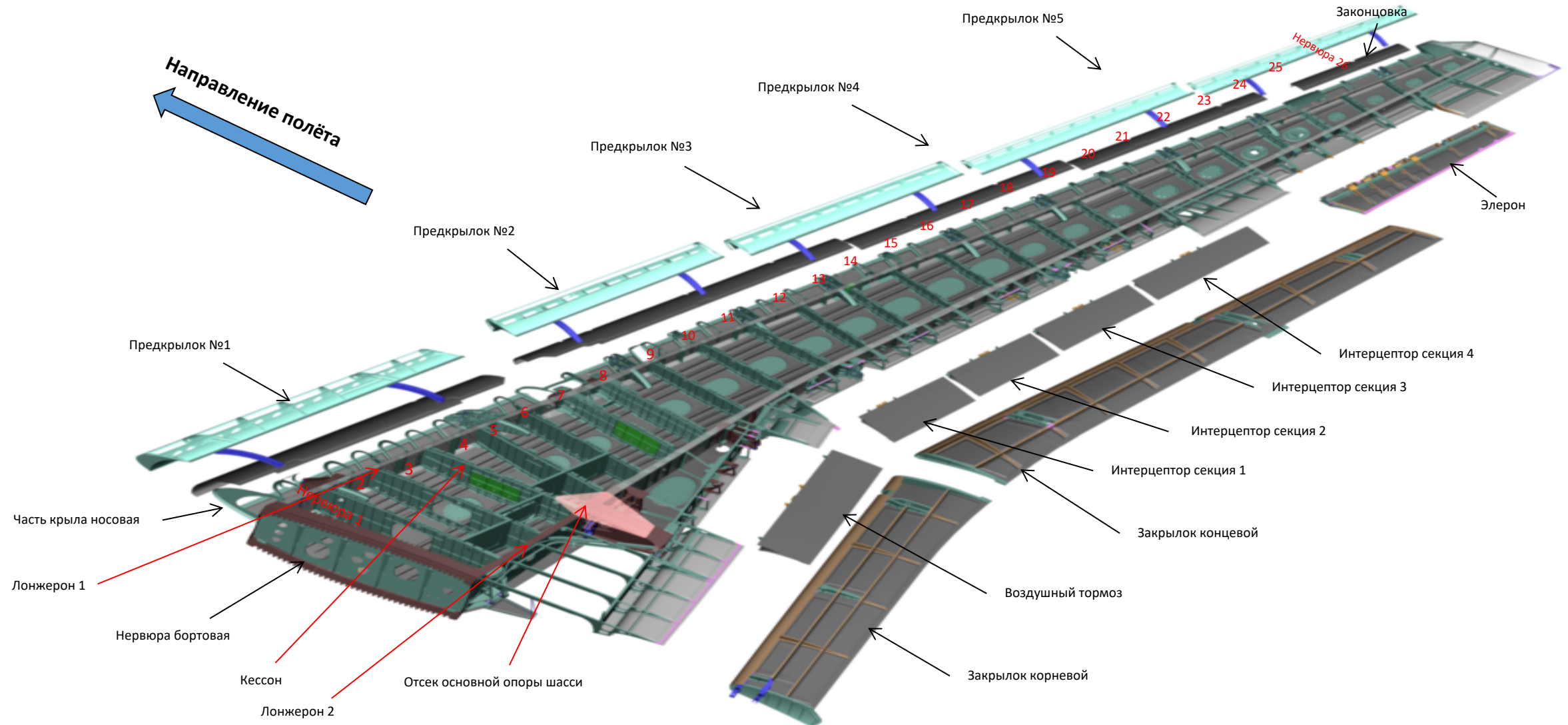


## КОМПОЗИТНЫЕ АГРЕГАТЫ В КОНСТРУКЦИИ САМОЛЕТА MC-21-300

ВЕС КОМПОЗИТОВ В КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА MC-21-300 БОЛЕЕ 5,5 ТОНН, ЧТО СОСТАВЛЯЮТ ОКОЛО 26% ОТ ОБЩЕЙ МАССЫ.

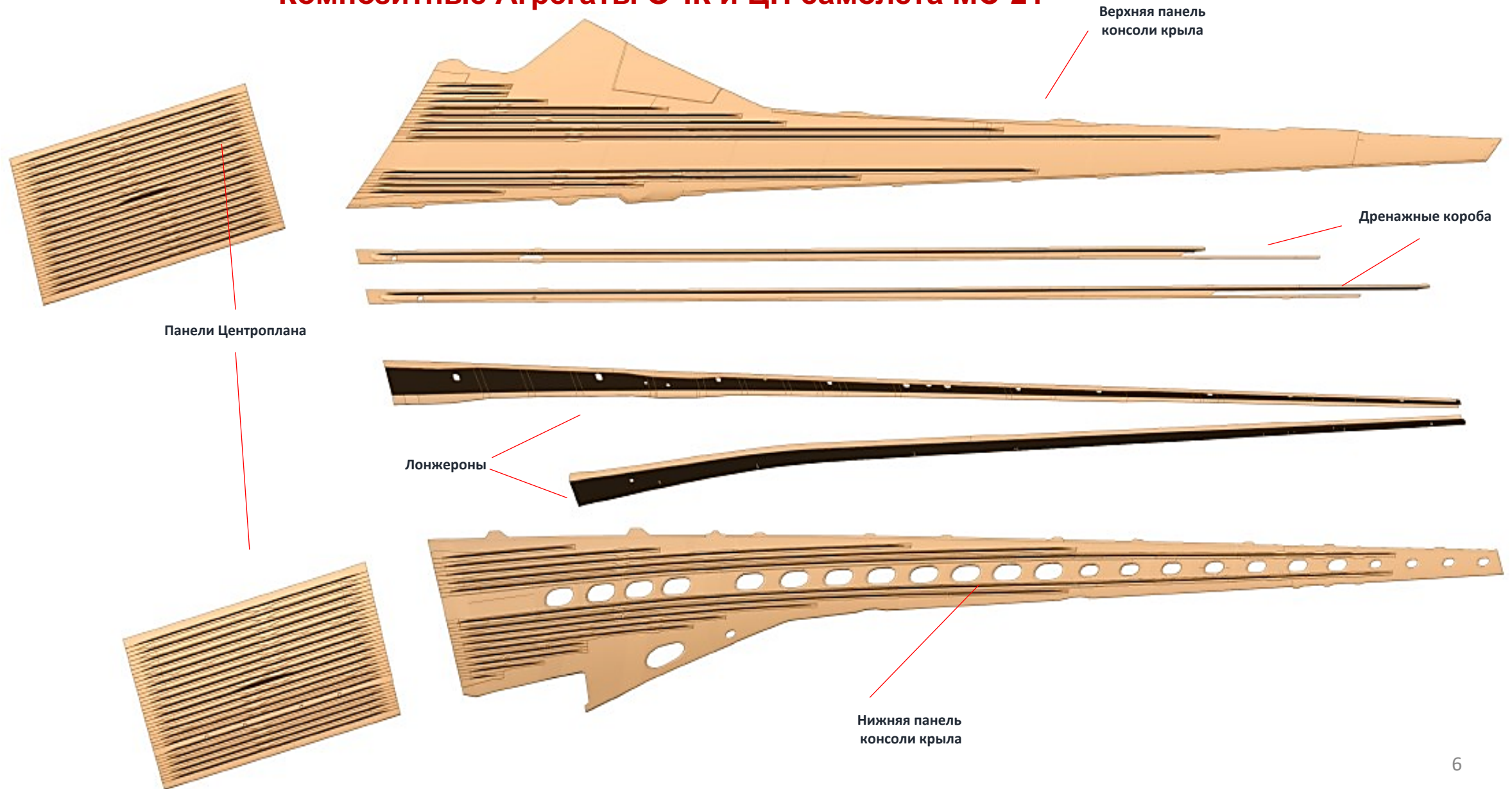


## Конструкция консоли крыла самолета МС-21



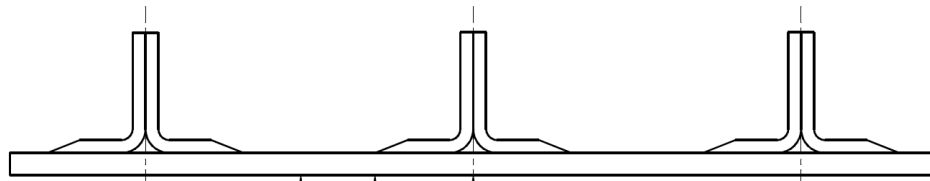


## Композитные Агрегаты ОЧК и ЦП самолета МС-21



## Недостатки классической конструкции ОЧК выполненной из КМ материалов (черный алюминий)

Энергия удара 136 Дж.



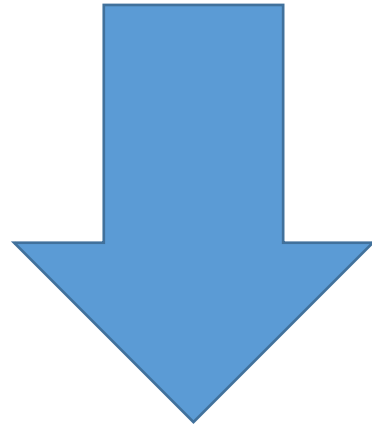
m.0 - 100%  
m.1 - 90%  
m.2 - 75%  
m.3 - 53%



1. Значительное влияние на прочностные характеристики ударных повреждений и как следствие низкая весовая эффективность конструкции.
2. Высокая трудоемкость изготовления стрингерных панелей.
3. Не высокий коэффициент использования материалов при изготовлении стрингерных панелей.
4. Дорогостоящая оснастка для изготовления стрингерных панелей.

## Новые подходы к проектированию. Куда движемся?

1. Основная силовая конструкция должна быть защищена от возможных ударных повреждений.
2. Обшивка должна быть максимально тонкой и нести только функцию создания аэродинамического профиля.
3. Технологический процесс должен быть максимально дешевым.

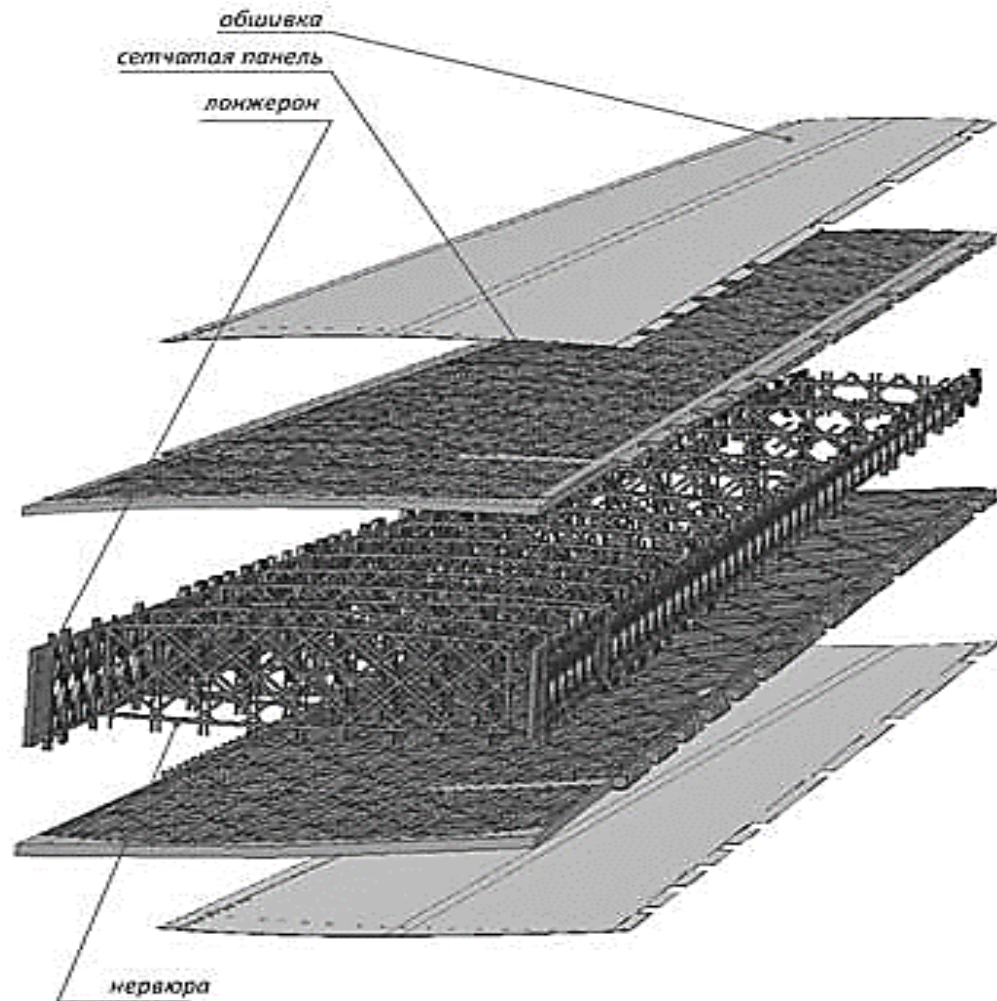


## Анизогридный дизайн

Основную силовую нагрузку несет на себе сетчатая конструкция защищенная от ударных повреждений тонкой аэродинамической обшивкой.

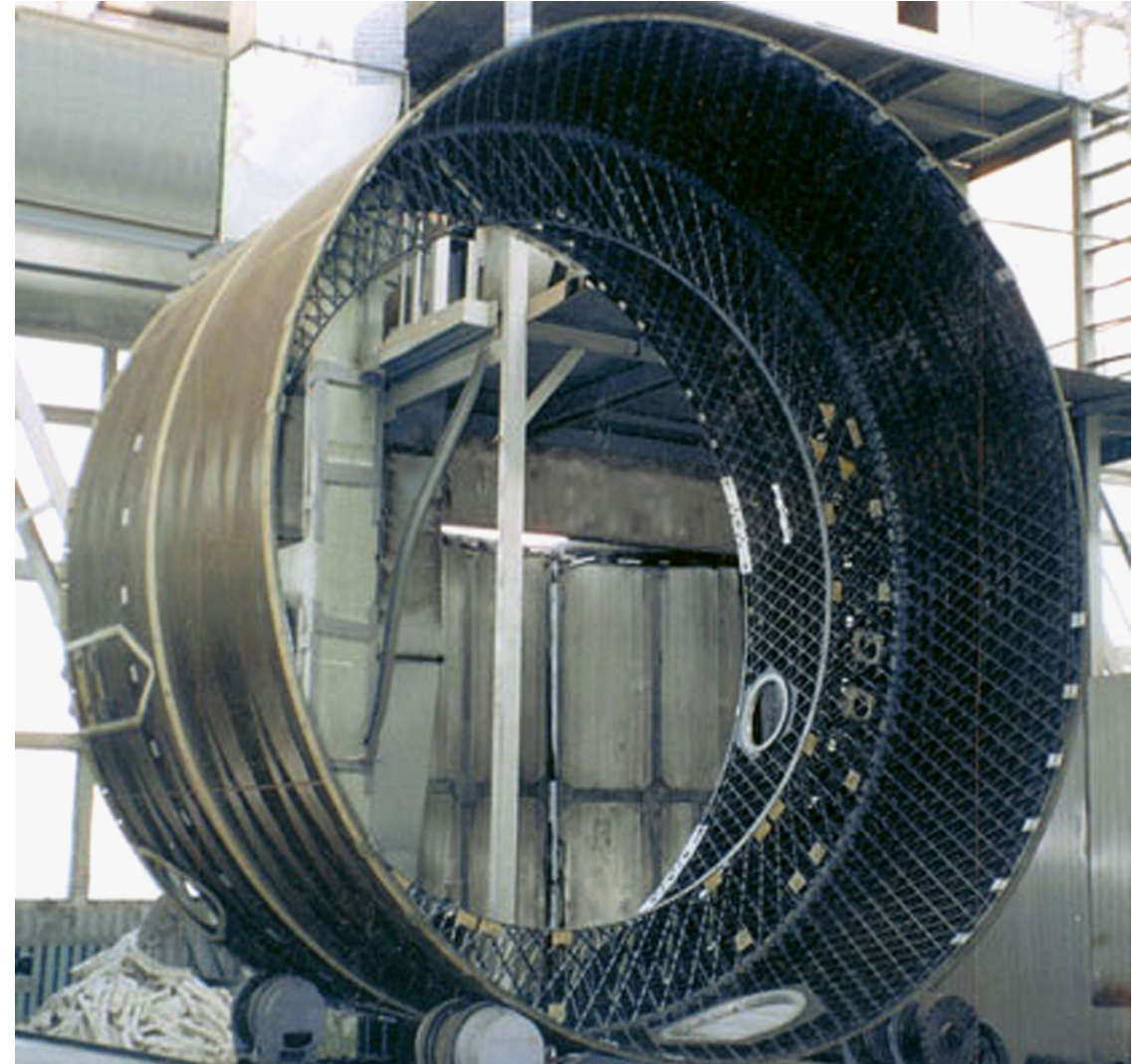
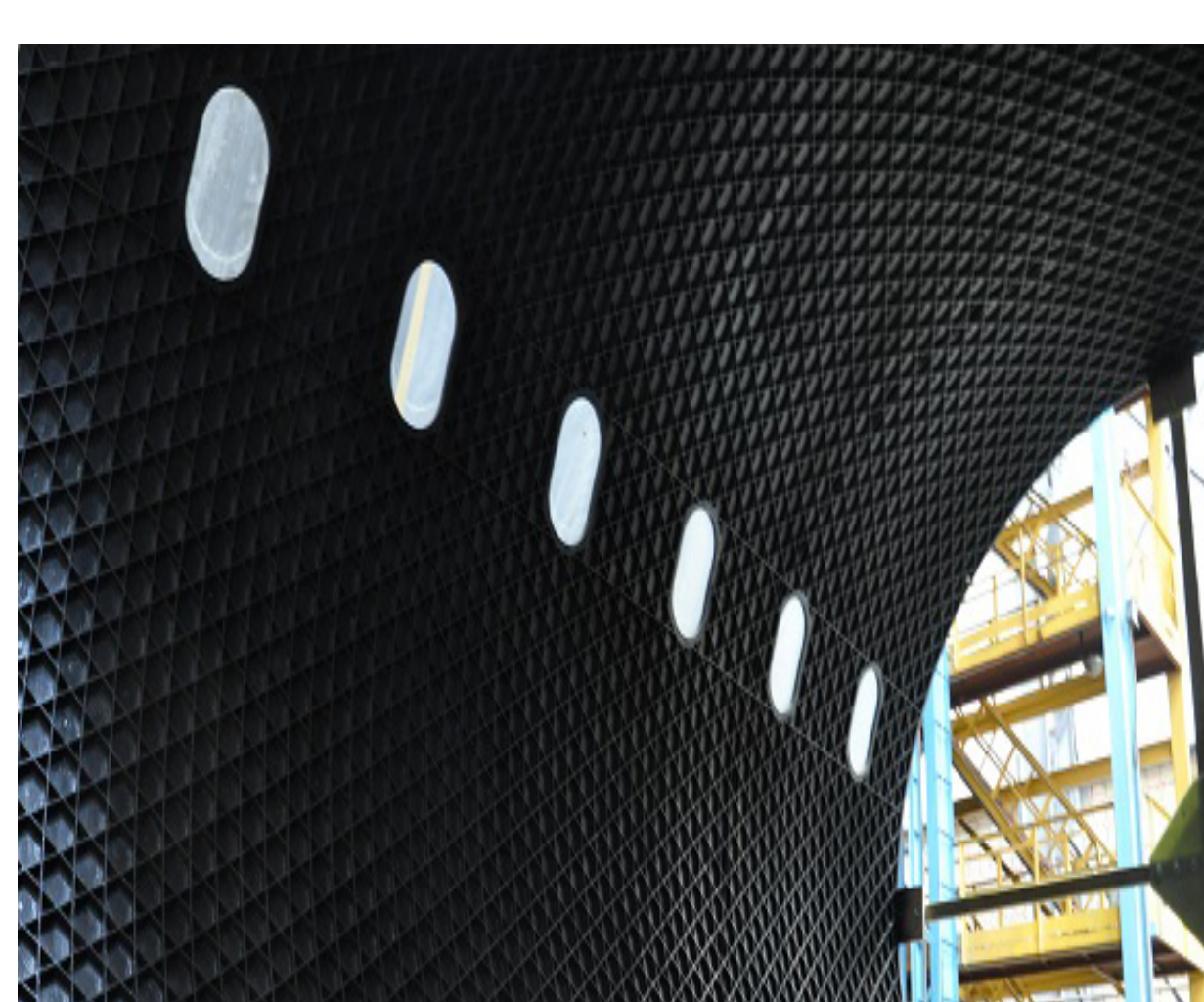


## Анизотридный дизайн крыла и фюзеляжа





## Анизогридный дизайн крыла и фюзеляжа



## Анизогридный дизайн крыла и фюзеляжа

### Преимущества

1. Высокая весовая эффективность конструкции.
2. Высокая автоматизация процесса изготовления.
3. Низкая трудоемкость изготовления по сравнению с классической конструкцией.

### Недостатки

1. Новый технологический процесс требующий освоения.
2. Сложность с размещением крепежных элементов для монтажа систем
3. Нет полного понимания ресурсных характеристик в связи с разными модулями упругости обшивки и сетки.