

**Сведения о ходе выполнения проекта
по Соглашению о предоставлении субсидии
№ 14.628.21.0002 от 11.11.2015 г.
на этапе № 2**

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 11.11.2015 г. № 14.628.21.0002 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014- 2020 годы» на этапе № 2 в период с 01.01.2016 по 31.12.2016 выполнялись следующие работы:

1. Изготовление 4 натуральных фрагментов и 20 натуральных образцов ребер конструкции композитного сетчатого фюзеляжа без создания формообразующей оснастки из неповрежденных зон натуральных панелей, прошедших испытания.

1.1 Проведение контроля целостности фрагментов натуральных панелей на основе метода неразрушающего контроля для определения границ неповрежденных зон (зон без каких-либо повреждений).

1.2 Вырез фрагментов и ребер из неповрежденных зон.

1.3 Технологическая доработка натуральных фрагментов и ребер.

1.4 Разметка и осуществление фрагментации неповрежденных зон панелей на отдельные образцы (ребра).

1.5 Окантовка фрагментов и усиление концов ребер.

1.6 Создание внутренних вырезов для натуральных фрагментов и их окантовка.

1.7. Разработка и создание заделок (захватов) натуральных фрагментов и ребер для закрепления в испытательные машины.

1.8 Создание узлов крепления регистрационного оборудования.

1.9 Механическая доработка фрагментов и ребер.

2. Чертежи общего вида на изготовление без формообразования натуральных образцов сетчатых ребер длиной от 0.2 до 0.3м с элементами закрепления (для испытательных машин).

3. Чертежи общего вида на изготовление без формообразования натуральных фрагментов сетчатой конструкции фюзеляжа с площадью не менее 0.8м^2 с элементами закрепления (для испытательных машин).
4. Описание экспериментальной установки для проведения испытаний устойчивости фрагментов сетчатой композитной конструкции.
5. Техническое задание на экспериментальные исследования.
6. Проведение экспериментальных исследований.
7. Параметрические исследования поведения альтернативных конструкций силового сетчатого каркаса при локальной потере устойчивости отдельных силовых элементов в различных зонах конструкции.
8. Анализ проведенных экспериментальных исследований.
9. Сравнительный анализ результатов расчетов устойчивости (с помощью разработанных методов) с результатами экспериментальных исследований.
10. Результаты расчетных и экспериментальных исследований по валидации и обоснованию новых подходов к методике проектирования сетчатых композитных конструкций фюзеляжа и новых методов анализа устойчивости и закритического поведения сетчатой конструкции и обоснование эффективности данных методов.
11. Новый эффективный метод (методы) анализа устойчивости и закритического поведения композитной сетчатой конструкции фюзеляжа.
12. Новый эффективный проектировочный алгоритм (алгоритмы) поиска рациональных значений проектных параметров из области (областей) допустимых значений для композитных сетчатых конструкций фюзеляжа на основе разработанного нового метода (методов) анализа прочности.
13. Рациональный набор (наборы) значений проектных параметров из допустимой области, при которых реализуется снижение веса конструкции сетчатого фюзеляжа не менее, чем на 12-16% по сравнению с уровнем весовой эффективности лучших металлических и композитных обшивочных конструкций.

При этом были получены следующие результаты:

1. Новый эффективный проектировочный алгоритм поиска рациональных значений проектных параметров из области допустимых значений для композитных

сетчатых конструкций фюзеляжа на основе разработанного нового метода анализа прочности.

2. Предложения по применению требований по безопасности при проектировании сетчатой конструкции отсека фюзеляжа для обеспечения повышения весовой эффективности.

3. Универсальная многоуровневая прочностная модель сетчатого композитного отсека фюзеляжа.

4. Новые эффективные методы анализа устойчивости и закритического поведения композитной сетчатой конструкции фюзеляжа.

5. Описание дополнений в алгоритм проектирования сетчатых композитных конструкций фюзеляжа, для учета устойчивости и закритического поведения силовых элементов сетчатой конструкции.

6. Результаты адаптации новых методов анализа устойчивости и закритического деформирования для использования в многоуровневом алгоритме предварительного проектирования композитной сетчатой конструкции фюзеляжа.

7. Результаты параметрических исследований поведения альтернативных конструкций силового сетчатого каркаса при локальной потере устойчивости отдельных силовых элементов в различных зонах конструкции.

8. Техническое задание на экспериментальные исследования.

9. Акты об изготовлении натуральных фрагментов и натуральных образцов рёбер конструкции композитного сетчатого фюзеляжа для испытаний на устойчивость.

10. Чертежи общего вида для натуральных образцов сетчатых ребер и натуральных фрагментов сетчатой конструкции фюзеляжа с элементами закрепления (для испытательных машин).

11. Результаты проведенных экспериментальных исследований.

12. Результаты расчётных и экспериментальных исследований по валидации и обоснованию новых подходов к методике проектирования сетчатых композитных конструкций фюзеляжа и новых методов анализа устойчивости и закритического поведения сетчатой конструкции.

13. Обоснование эффективности новых расчетных методов.

14. Рациональный набор значений проектных параметров из допустимой области, при которых реализуется снижение веса конструкции сетчатого фюзеляжа не менее, чем на 12-16 % по сравнению с уровнем весовой эффективности лучших металлических и композитных обшивочных конструкций.
15. Краткое описание работ, выполненных иностранным партнёром.

Разработанная методика анализа устойчивости сетчатой конструкции фюзеляжа является уникальной, так как в отличие от существующих методик позволяет обеспечить требуемую производительность расчетов при проектировочных исследованиях.

Разработанные новые алгоритмы анализа общей и локальной устойчивости сетчатой конструкции композитного отсека фюзеляжа и методика моделирования на различных уровнях детализации сетчатой конструкции для оценки устойчивости предназначены для применения в рамках “быстрых” итерационных процедур проектировочных алгоритмов (оптимизация, поиск рациональных параметров).

Полученные результаты полностью соответствуют требованиям к работам и их результатам и плану графику Соглашения.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.