

Филиал  
Публичного акционерного общества  
«АВИАЦИОННАЯ ХОЛДИНГОВАЯ  
КОМПАНИЯ «СУХОЙ»  
«ОКБ Сухого»  
(Филиал ПАО «Компания «Сухой»  
«ОКБ Сухого»)

Россия, 125284, г. Москва,  
ул. Поликарпова, д.23А, а/я 604  
тел. 8 (495) 941-78-41, (495) 941-78-36  
факс 8 (495) 941-01-91, (495) 941-66-06

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
Директора ПАО «Компания «Сухой» –  
директор ОКБ Сухого



Стрелец М.Ю.

2019 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию  
Меркулова Ильи Евгеньевича на тему:

«Методика проектирования сварных конструкций сверхзвуковых самолетов с  
учетом конструктивно-технологических схем», представленную на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 –  
«Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

### Актуальность темы и цель диссертационной работы

В изделиях авиационной промышленности широко распространены  
сварные конструкции. Этот тип конструкций имеет высокие требования к  
процессам изготовления и проектирования.

Методы проектирования сварных конструкций необходимо дополнить  
актуальными на данный момент знаниями, полученными при изготовлении  
агрегатов планера современных истребителей. Эффективность применения  
сварных конструкций во многом определяется учетом технологии при  
проектировании. Для получения эффекта по массе, упрощению производства,  
рентабельности применения сварных агрегатов необходимо создание базовых  
методов проектирования сварных конструкций

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. №

09 10 20 19

5

.....

**Объектом исследования** в диссертации является сварной отсек планера сверхзвукового самолета.

**Предметом исследования** выбран процесс проектирования сварных отсеков на начальном этапе разработки авиационных конструкций в части конструктивно-технологических схем (КТС) с учетом комплексного нагружения.

Введение понятия «конструктивно-технологическая схема» позволило автору отразить взаимосвязь конструирования сварных агрегатов с технологией их изготовления и провести классификацию схем по количественным и качественным параметрам. Таким образом, тема диссертационной работы И.Е. Меркулова, нацеленная на усовершенствование процесса проектирования сварных конструкций, является **актуальной** и востребованной.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Классифицированы и созданы модели типовых КТС сварных отсеков, имеющие сложную конфигурацию и работающих в условиях комбинированного нагружения, в том числе при повышенной температуре.
2. Разработана численная модель объекта исследования, учитывающая нелинейности.
3. Разработана методика проектирования моделей сварных отсеков, учитывающая условия конкретного производства.
4. Определена оптимальная КТС сварного отсека посредством численного моделирования по критерию минимума массы конструкции.
5. Оценено влияние конструктивно-технологических факторов на выбор рациональной КТС конструкции сварного отсека.
6. Сформулированы рекомендации по выбору оптимальных (рациональных) авиационных сварных конструкций сверхзвуковых самолетов.

**Научная новизна** диссертационной работы И.Е. Меркулова заключается в учете влияния КТС и комплексного нагружения на вес и

технологичность при проектировании сварных отсеков сверхзвуковых самолетов.

В ходе научного исследования автором получены новые результаты применимые в практике конструирования:

1. Разработан алгоритм проектирования и оптимизации сварных отсеков сверхзвуковых самолетов, отличительной чертой которого является учет конструктивно-технологических особенностей.

2. Разработаны геометрическая и численная модели конструкции отсека цельносварного агрегата с учетом нелинейностей, с помощью которых был проведен анализ поведения сварной конструкции в условиях комбинированного нагружения.

3. Автором применен способ структурирования конструктивно-технологических схем сварных отсеков на этапе разработки изделия в критериальном пространстве «конструкция-технология», используя который автору удалось определить правильное направление для выбора оптимальной КТС сварного отсека сверхзвукового самолета.

4. Автором было установлено, что учет остаточных напряжений снижает весовую эффективность панелей на 20% и качественно изменяет картину напряженно-деформированного состояния конструкции.

5. Получены графические и табличные зависимости критерия эффективности от конструктивно-технологических переменных КТС сварного отсека, позволившие отобрать оптимальный вариант КТС при учете качественного критерия «собираемости», действующего как функциональное ограничение.

6. Предложенная методика позволила определить рациональные конструктивные параметры панелей сварного отсека по критерию минимума массы для нескольких КТС и определить значения величин снижения массы сварного отсека в зависимости от типа схемы конструкции.

7. Даны практические рекомендации по учету назначения сварного отсека и его технологического типа при выборе оптимальной КТС.

**Достоверность** научных положений и выводов, приведенных в работе, подтверждается использованием апробированных численных методик теоретических исследований, обоснованием корректности предположений и допущений.

**Практическая значимость** работы подтверждается актом внедрения.

### **Публикации и апробация результатов работы**

Основное содержание диссертации отражено в опубликованных в соавторстве 4 работах, в том числе 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации результатов работ по диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических работ.

Основные положения диссертации докладывались на 16-й Международной конференции «Авиация и космонавтика» в 2017 г., тезисы представлены в материалах II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» в 2019 г.

### **Структура и объём работы**

Диссертация содержит 103 страницы, состоит из введения, 4-х глав и заключения, содержит 39 рисунков, 3 таблицы, 3 приложения, а также библиографию из 76 наименований.

### **Замечания:**

- форма приведенного исследуемого сварного отсека полностью не отражает сложности реальных поверхностей агрегатов;
- выбранная схема нагружения (сжатие верхней панели), в сочетании с аэродинамическим нагревом не является единственно возможной для отсеков в указанной зоне агрегата, хотя и выявляет особое нелинейное поведение сварной тонкостенной конструкции;
- недостаточно раскрыто влияния выбора конструкционного свариваемого материала на критерий эффективности.

### **Общая оценка работы**

Диссертационная работа И.Е. Меркулова является законченной научно-квалификационной работой, в которой разрабатывается новый методический

