

Экспериментальное исследование влияния усилия на ФМХ ТПКМ в процессе УЗ-сварки

Бондарева Анна Алексеевна

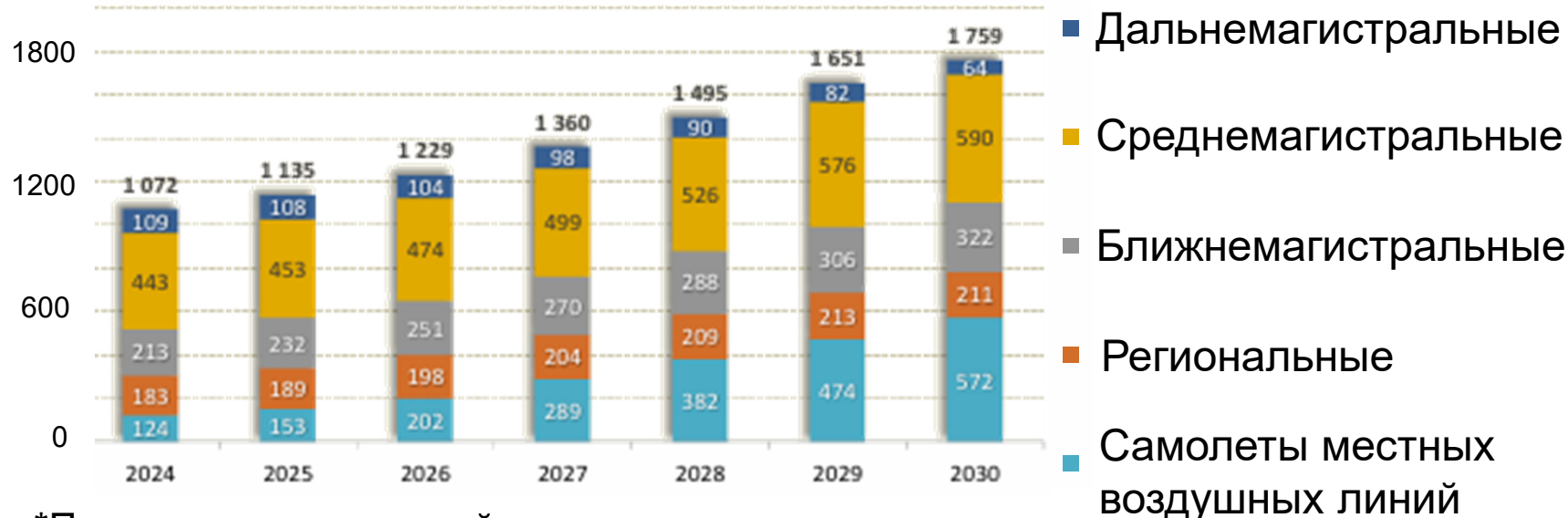
Инженер-стажер АО «ОДК-Авиадвигатель»,
студент 2 курса ПИШ «ВШАД» ПНИПУ

Порозова Светлана Евгеньевна,
профессор кафедры МКМК АКФ ПНИПУ,
д.т.н., доцент

17.04.2025

Актуальность исследования

Прогнозная динамика и потребность парка воздушных судов отечественных авиакомпаний*

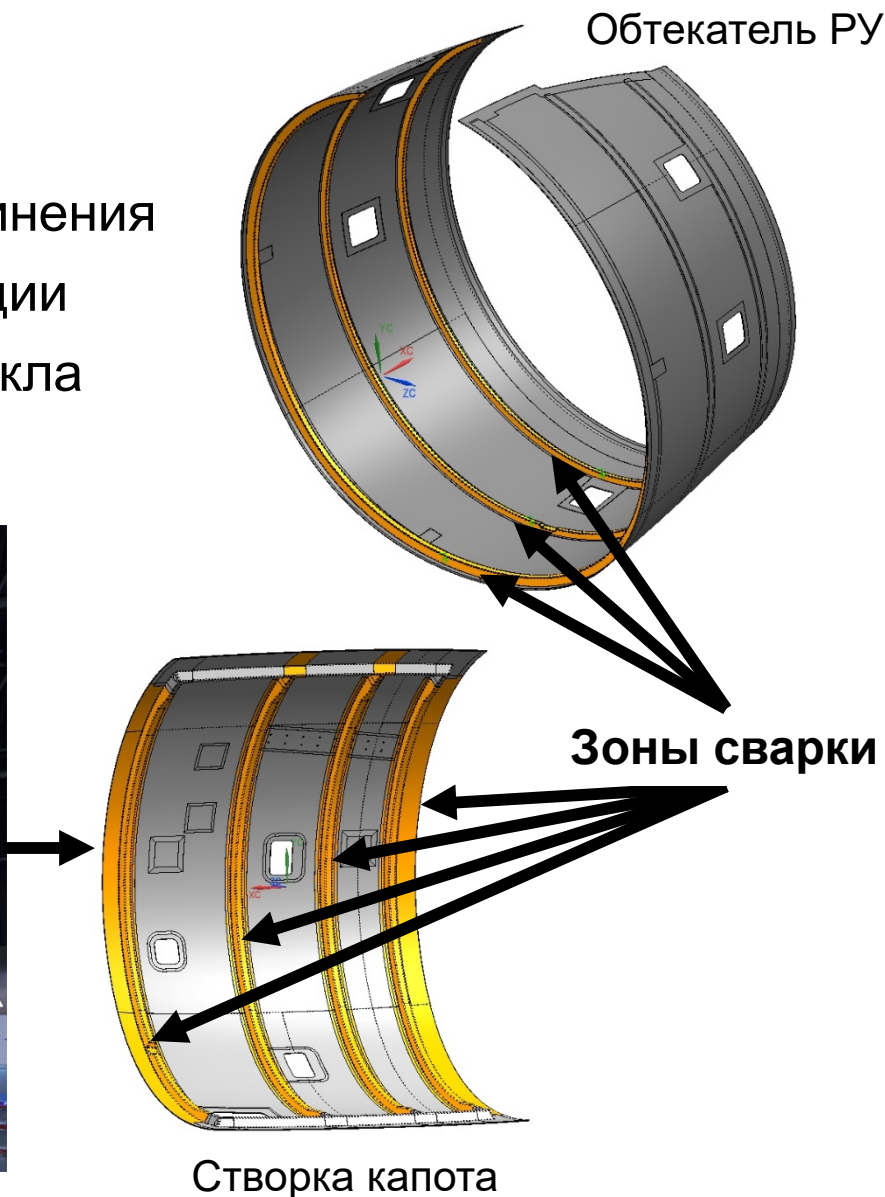


*По данным комплексной программы развития авиационной отрасли РФ до 2030 г.



Актуальность исследования

1. Снижение массы конструкции
2. Высокая удельная прочность соединения
3. Широкие возможности автоматизации
4. Сокращение производственного цикла
5. Сокращение себестоимости узлов



Цель и задачи исследования

Цель: экспериментальное исследование влияния усилия на физико-механические характеристики (ФМХ) ТПКМ на основе углеродного препрега для свариваемых пластин толщиной 2,4 мм.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

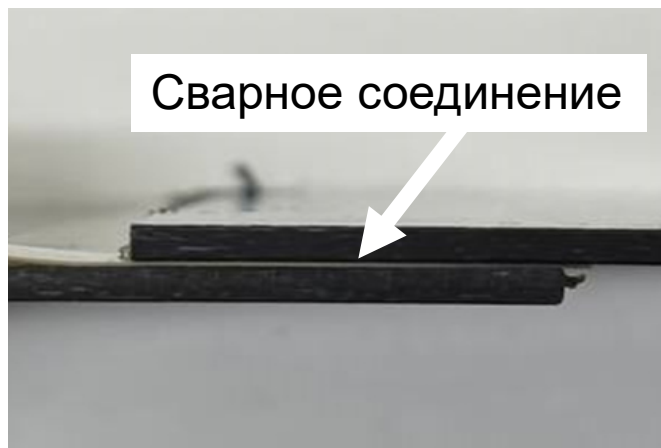
1. Провести литературный обзор исследований УЗ-сварки ТПКМ.
2. Провести экспериментальные исследования УЗ-сварки ТПКМ на лабораторной установке в производственных условиях.
3. Провести контроль полученных соединений.
4. Исследовать микроструктуры образцов.

Ультразвуковая сварка (УЗ-сварка)

УЗ-сварка относится к категории сварки трением.

Основные параметры:

- Подготовка свариваемой поверхности;
- Наличие и выбранный вариант энергонаправляющих (ЭН/Energy Director)
- Амплитуда, %;
- Скорость подвижного модуля сварки, мм/с;
- Усилие, кгс (прикатного ролика, медного блока, сонотрода)





Основные элементы применяемого оборудования



Материал и методики исследования

Материал исследования: термопластичный композиционный материал ACM PEEK-C285S-CL, CL-101 на основе препрега ACM PEEK-C285S, где:

PEEK – тип полимерной матрицы;

C – обозначение армирующего наполнителя на основе углеволокна;

285 – поверхностная плотность армирующего наполнителя, г/м²;

S – обозначение сатинового типа переплетения армирующего наполнителя;

CL – тип поставки, консолидированные пластины;

101 – пластины без дополнительного поверхностного слоя.

Методики исследования:

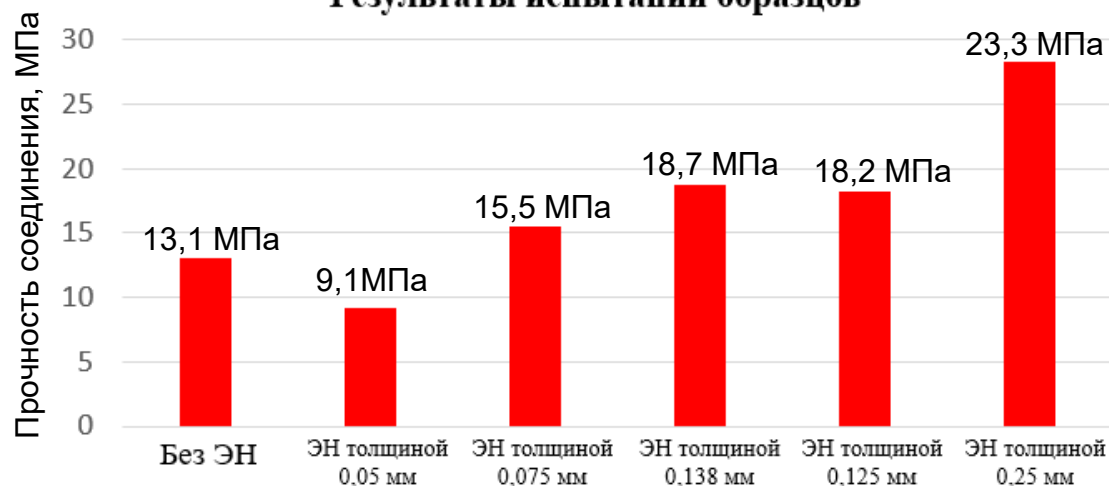
1. Визуальный контроль
2. Испытания на сдвиг сварного соединения согласно ГОСТ Р 57066
3. Оптическая микроскопия
4. Рентгенографический контроль



1 и 2 этапы исследования: ЭН и подготовка поверхности

Режим УЗ-сварки: амплитуда 80%,
скорость 5 мм/с, усилие 160 кг

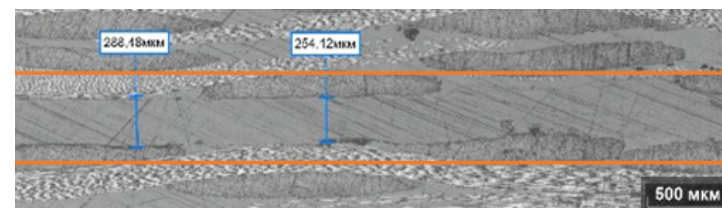
Результаты испытаний образцов



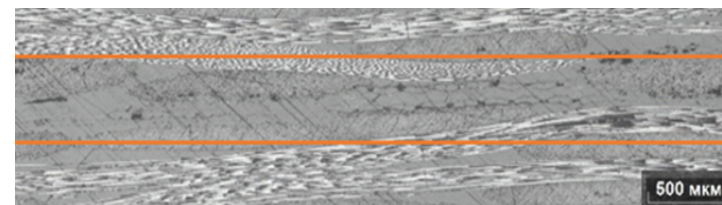
Количество образцов	
Этап подбора энергонаправляющей	30 шт.
Этап подбора подготовки поверхности	40 шт.

Методы подготовки поверхности:

1. Обезжиривание (O),
2. Обезжиривание и обработка поверхности шлифовальной шкуркой - зернистость Р100 (3+O)

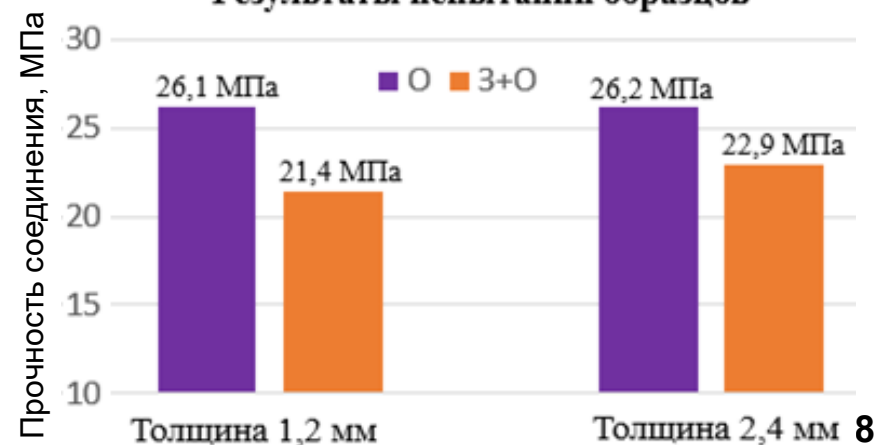


Микроструктура образца с ЭН в виде пленки РЕЕК толщиной 0,25 мм



Микроструктура образца с ЭН в виде ткани РЕЕК толщиной 0,138 мм

Результаты испытаний образцов



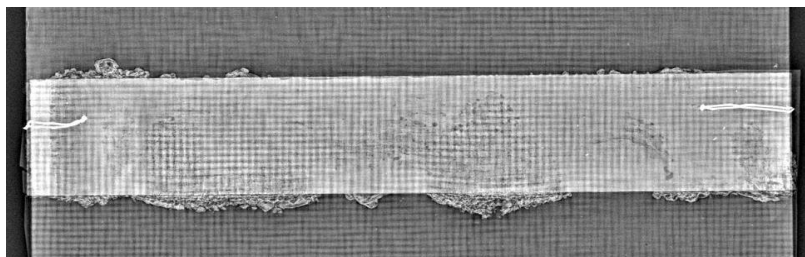


3 этап исследования: скорость перемещения сонотрода

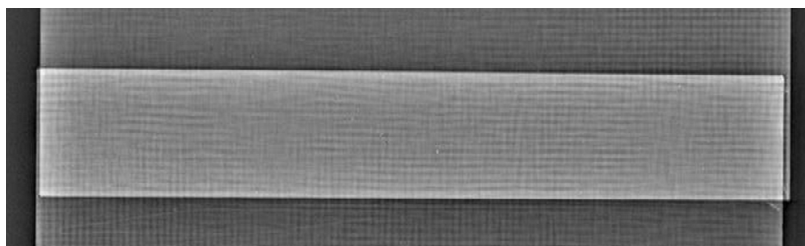
Режим УЗ-сварки: амплитуда 80%, усилие 160 кг

Параметр	Режим №1	Режим №2	Режим №3	Режим №4
Скорость, мм/с	3	4	5	6
Высота соединения, мм	0,18...0,27	0,25...0,26	0,25...0,26	0,16...0,27
Дефекты соединения	Трещины - до 0,015 мм, скопления пор - до 0,071 мм	Участки непровара	Отсутствуют	Отсутствуют

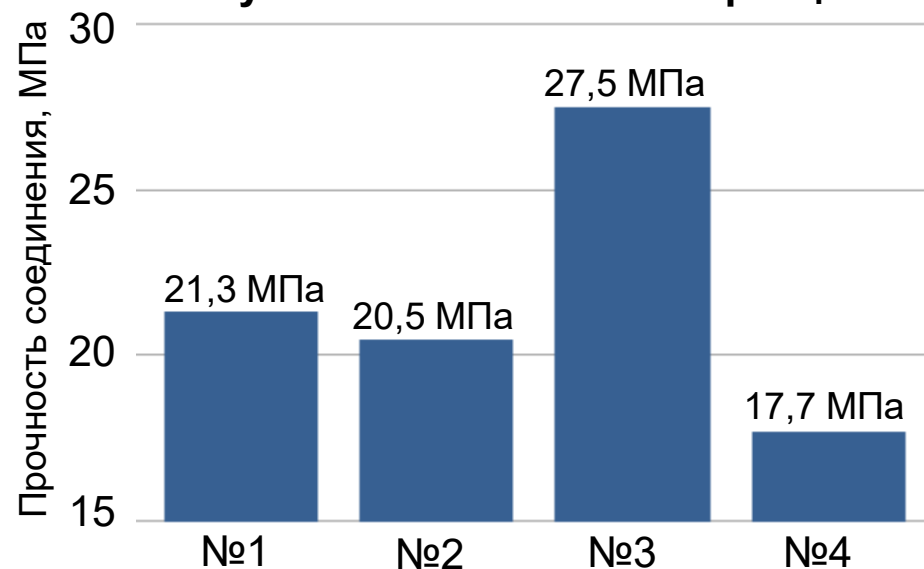
Режим №1



Режим №3



Результаты испытаний образцов



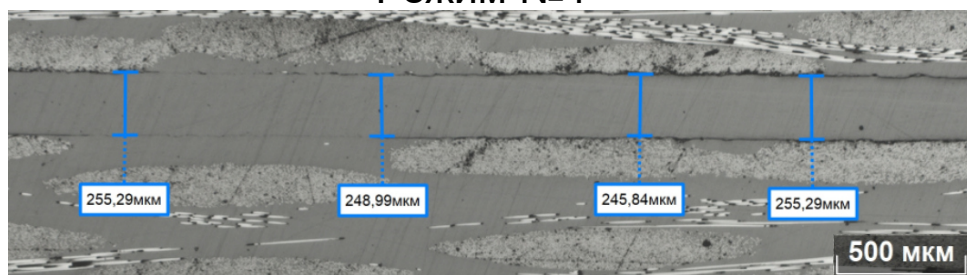


4 этап исследования: усилие

Режим УЗ-сварки: амплитуда 80%, скорость 5 мм/с

Параметр	Режим №1	Режим №2	Режим №3	Режим №4
Усилие, кгс	60	100	120	160
Высота соединения, мм	0,25...0,26	0,25...0,26	0,25...0,26	0,24...0,25
Дефекты соединения	Участки отслоений по границе пластины и ЭН	Пористость 0,03...0,10 мм, участки отслоений	Пористость до 0,015 мм	Отсутствуют

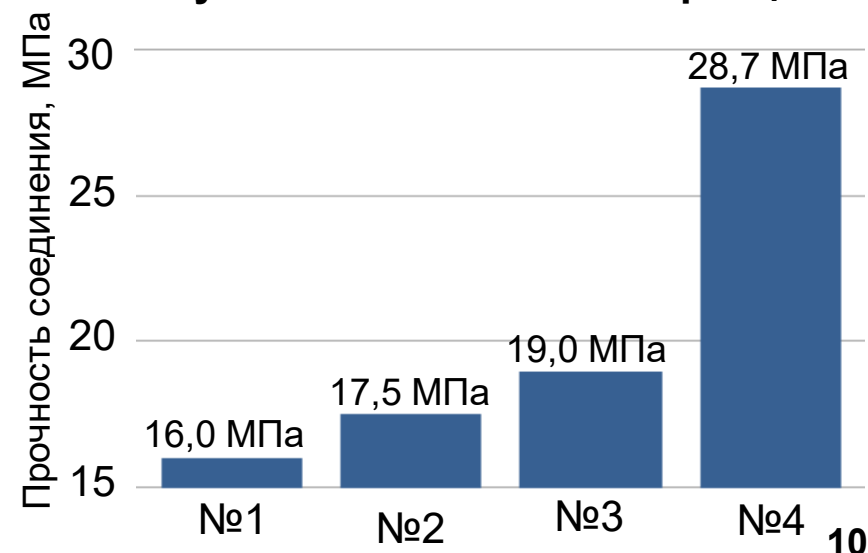
Режим №1



Режим №4



Результаты испытаний образцов



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Литературный обзор исследований УЗ-сварки ТПКМ показал, что данная технология повысит конкурентоспособность изделий, а также технологичность производства, в частности ГТД.
2. В результате испытаний на межслоевой сдвиг со средним значением 27,5 МПа получено наиболее прочное соединение на режиме УЗ-сварки: амплитуда 80%, скорость 5 мм/с, усилие 160 кг.
3. В результате испытаний на сдвиг сварного соединения образцов при давлениях 100 и 120 кгс обнаружена пористость. При усилении 60 кгс обнаружены участки отслоений по границе пластины и ЭН. При усилении 160 кгс дефекты отсутствуют и плотность соединения соответствует эталону.
4. Исследование микроструктуры полученных образцов показало, что при усилении 160 кгс дефекты в области сварного соединения отсутствуют.



Бондарева Анна Алексеевна

Инженер-стажер
АО «ОДК-Авиадвигатель», студент 2
курса ПИШ «ВШАД» ПНИПУ

E-mail: bondareva-aa@avid.ru

17.04.2025