

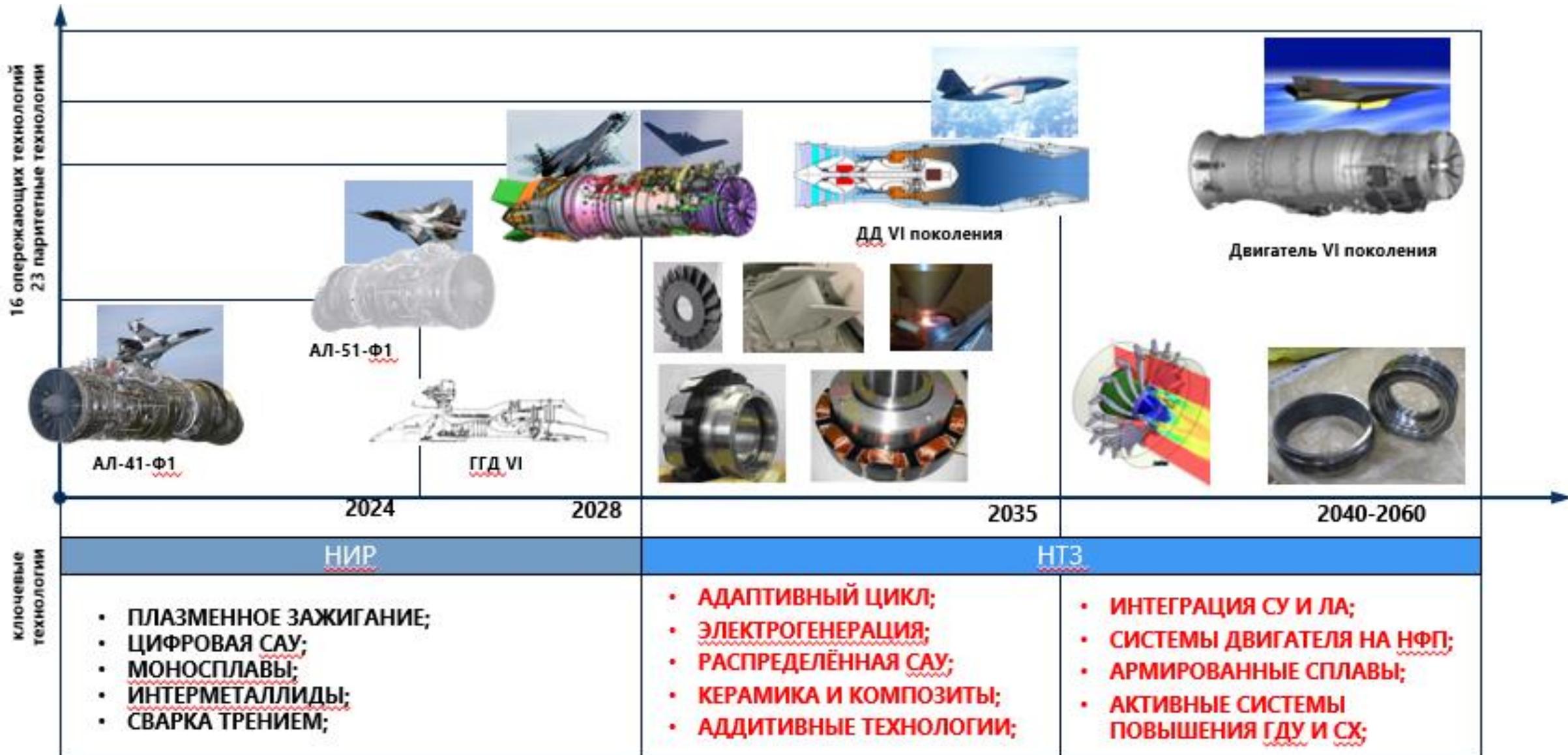


Подготовка специалистов в области технической эксплуатации и восстановления двигателей летательных аппаратов

Монахова Вероника Павловна, МАИ, Директор Института №2 «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки»;

Ионов Алексей Владимирович, МАИ, доцент кафедры №205 «Технология производства двигателей летательных аппаратов»

г. Санкт-Петербург, 2023 г.



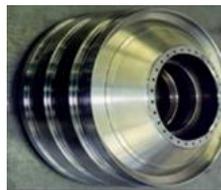
НА ОСНОВЕ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ОКБ ИМ. А. ЛЮЛЬКИ

ВЕНТИЛЯТОР

- Полая лопатка I ступени;
- **Диффузионная сварка;**
- Деформирование в изотермических условиях;
- Блисковая конструкция;
- Плунжерное фрезерование;
- **Технологии соединения трудносвариваемых материалов;**
- Обработка пера методами ППД, плазменными, имплантац. методами;
- Вентилятор с мероприятиями по обеспечению СХ.

КВД

- Сплав ВЖ172;
- Сварной ротор (последние ступени);
- Сплав ВИТ1 (лопатка);
- ЭЛС ротора (первые ступени) из ВТ41.



КАМЕРА СГОРАНИЯ

- Ni₃Al сплав ВКНА;
- Монокристаллическое литье сегментов жаровой трубы.



ТУРБИНА

- Диск ТНД из гранульного сплава ВВ751;
- Интерметаллидные сплавы Ni₃Al сплав ВКНА (литые сопловые лопатки ТНД);
- Спрямляющие аппарат ТНД Ti-Nb (ВТИ4);
- Сварной корпус опоры турбины;
- Сплав ВЖМ4. Монокристаллические лопатки ТВД;



РЕАКТИВНОЕ СОПЛО

- Жаростойкий сплав ВЖ155 со сквозным азотированием;



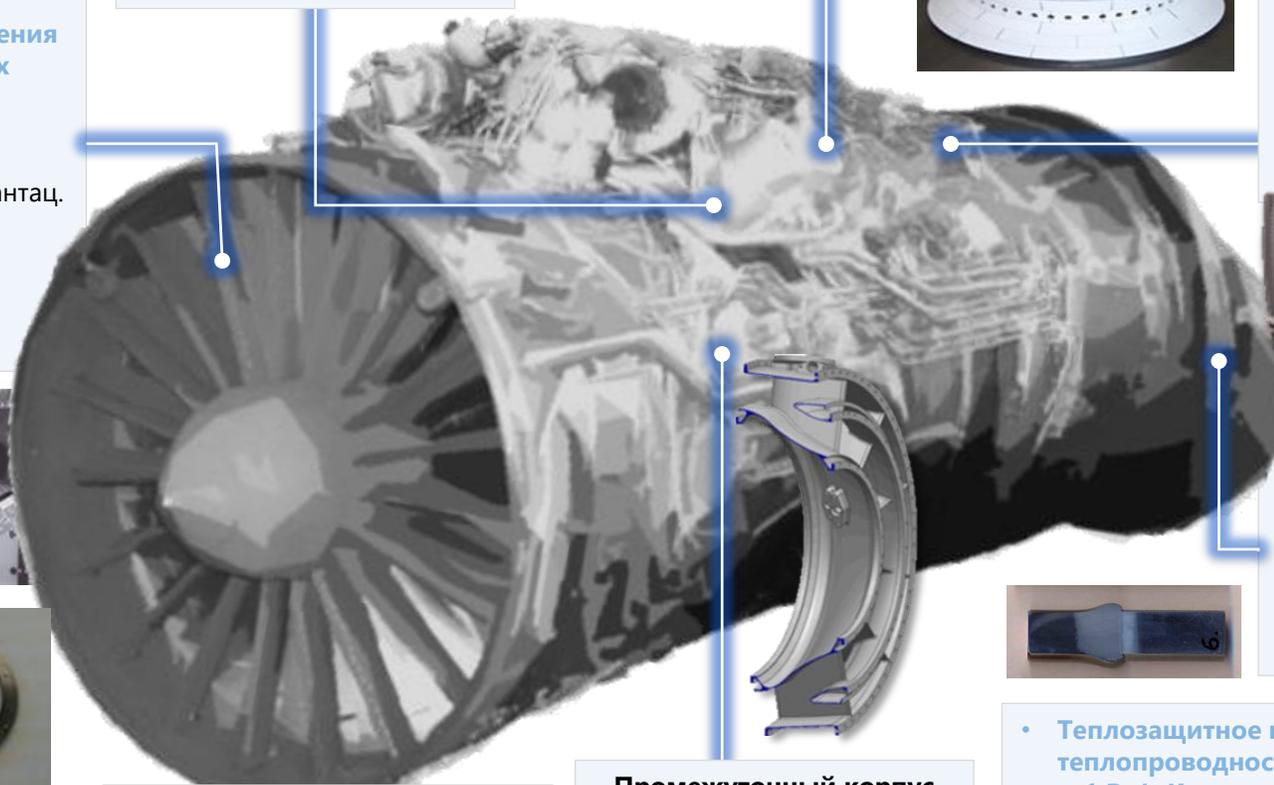
Промежуточный корпус

- Крупногабаритное титановое тонкостенное литьё (ВТ20Л)

- Теплозащитное покрытие с теплопроводностью < 1 Вт/мК на основе оксидов РЗЭ (узлы КС, Т, ФУ, РС);
- Сверхвысокотемпературная керамика на основе карбонитрида гафния.

- Щёточные уплотнения (9 наименований).

- **Лазерная обработка;**
- **Ультразвуковая обработка;**
- **Обработка керамических и композитных материалов**





УГСН 24.00.00



Объекты профессиональной деятельности

	АПД		Гибридные СУ
	Эл.ДУ		
Комбинированные силовые установки	ВРД	ГТД	
		СПВРД (ГПВРД)	
		ПВРД	
		ГТУ	
	ЖРД		
	РДТТ		
	ЭРД		
	ЭУЛА		

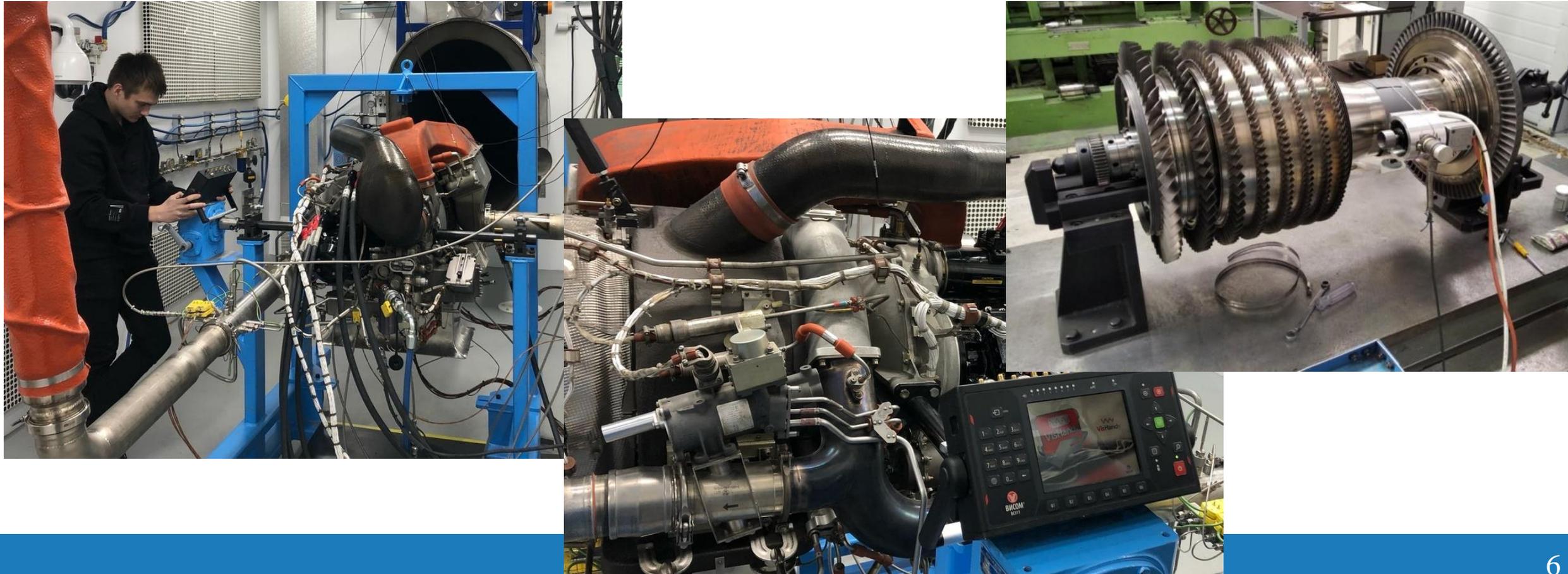


Программа магистратуры «Техническая эксплуатация и восстановление двигателей боевых летательных аппаратов»



Методы определения динамических характеристик:

- 1) Экспериментальное определение подвижности методом удара;
- 2) Экспериментальное определение подвижности методом вибродинамическим;
- 3) Дисбалансное вибровозбуждение.

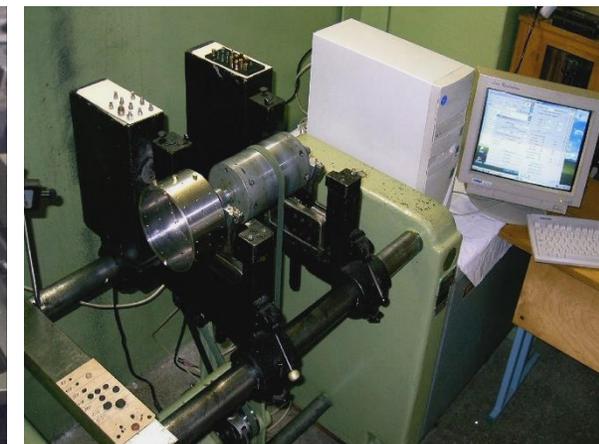
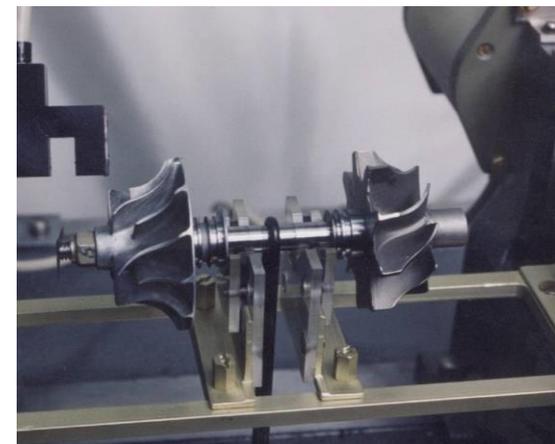




Вакуумный разгонно-балансируемый стенд



Последовательная балансировка малогабаритных роторов на стендах ДБ-10 и ДБ-50



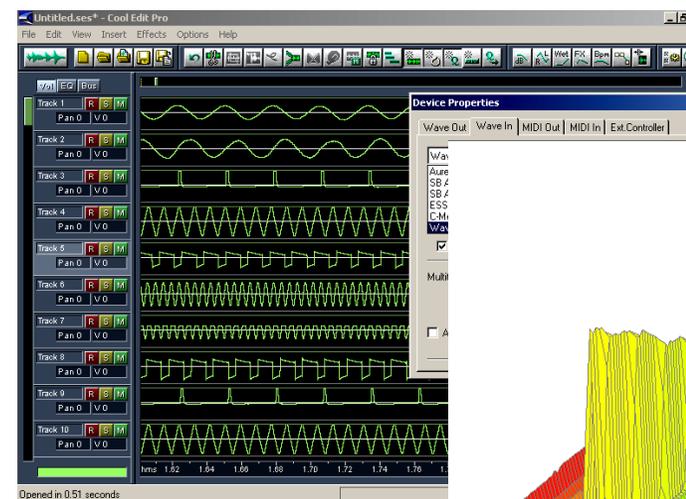
Назначение:

- Низко и высокочастотная балансировка роторов;
- Исследования неуравновешенности и динамичности роторов;
- Влияния технологических и конструктивных факторов на виброактивность.

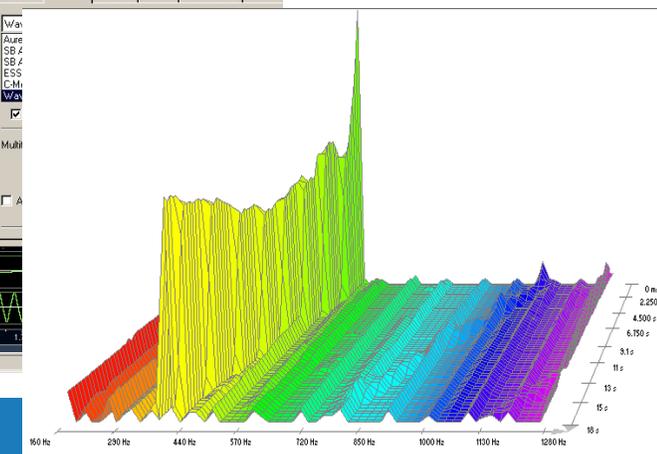
Характеристики стенда:

- Тип привода – высокоскоростной электрошпиндель;
- Частота вращения ротора – 1000...24000 об/мин;
- Разрежение в камере стенда – 3...7 мм рт. ст.;
- Размеры камеры: длина – 1800 мм, высота оси - 540 мм;
- Точность измерения динамических перемещений ротора – 5 мкм;
- Точность измерения динамических дисбалансов ротора массой 100 кг – 200гмм.

Запись вибросигналов по 10 каналам

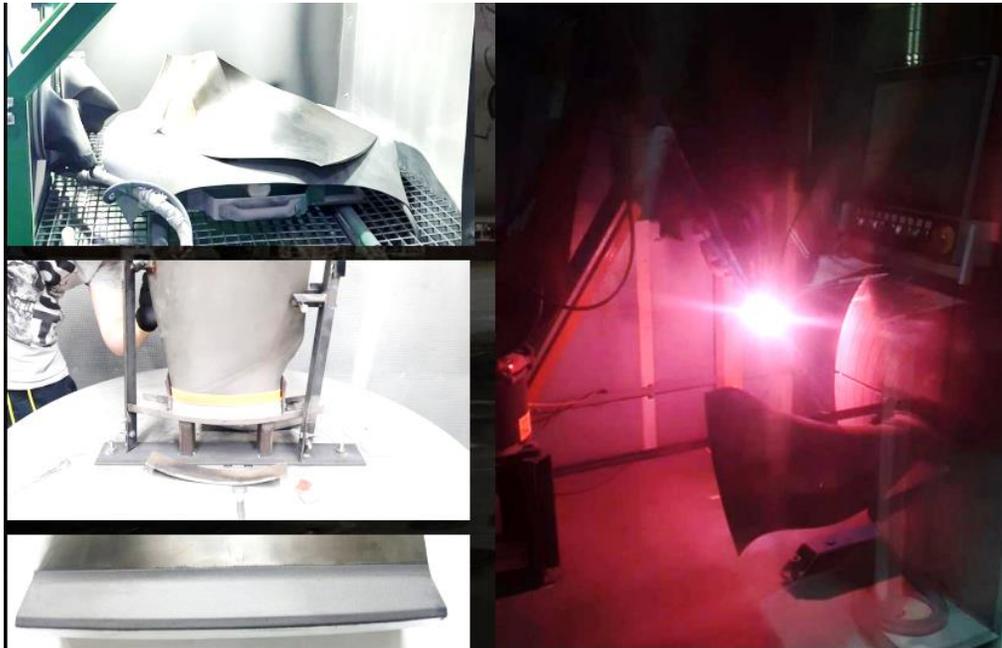


Тренд АЧХ выбега ротора на ВВК (36000 об/мин)



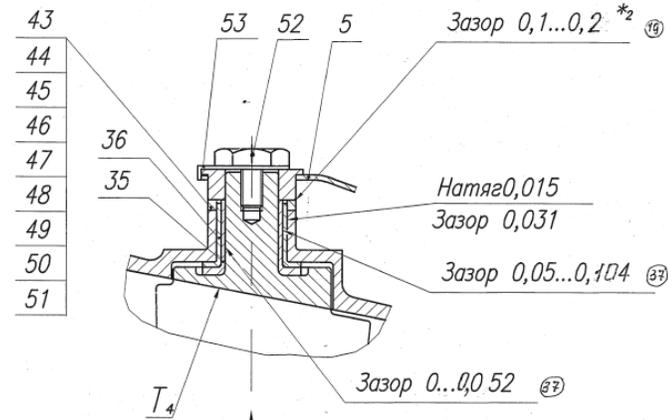


Формирование твердого смазочного покрытия МАИ по
ТУ 20.59.59-010-02066606-2019 на хвостовик
вентиляторной РЛ двигателя ПД-14



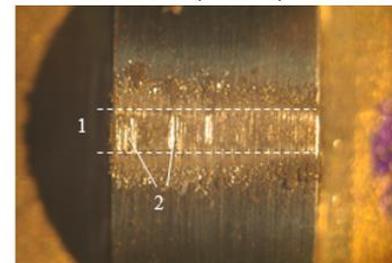
Характеристики машины трения 3308:

Давление в контакте: до 700 МПа
Амплитуда перемещения: 0,2 мм
Частота перемещения: 20 Гц
Температура: до 600°C

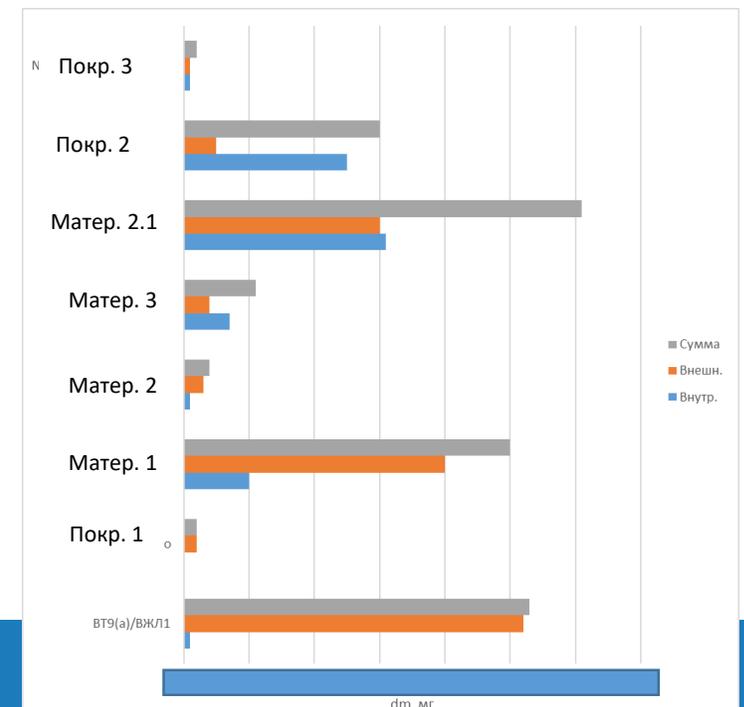
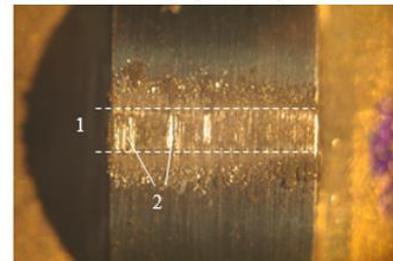


Результаты сравнительных испытаний различных материалов и покрытий

ВТ9 (AlCrN)



ВТ9 (AlCrN)





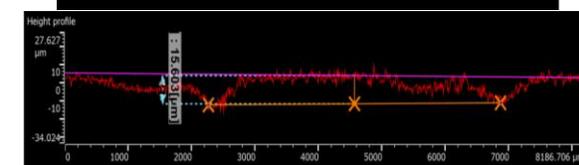
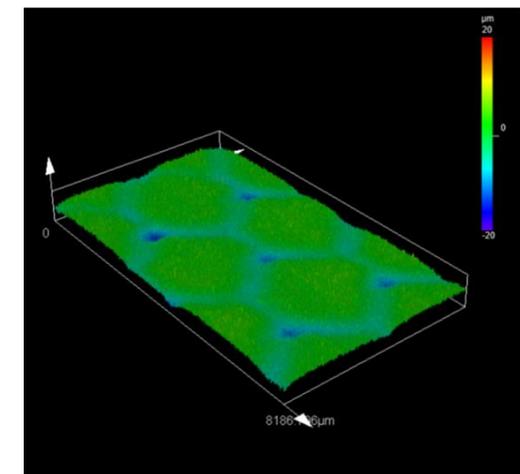
Образец титанового сплава ВТ6 обработанного при различных режимах



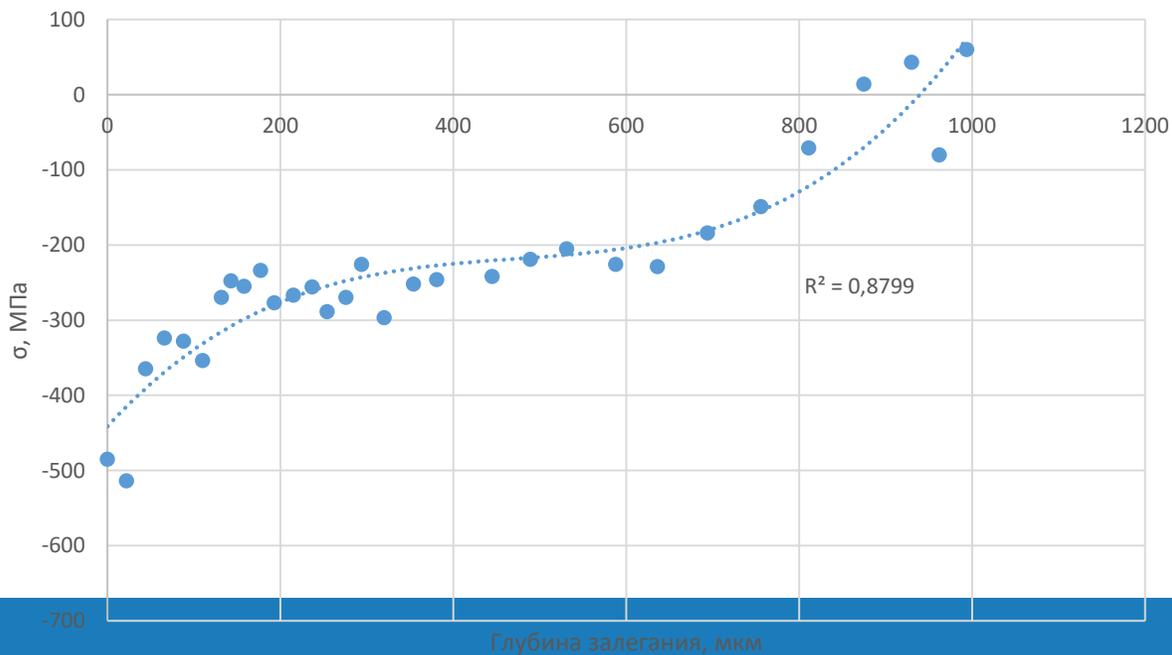
Образец лопатки КНД из титанового сплава ВТ6 с обработанной входной кромкой (отработка технологии)



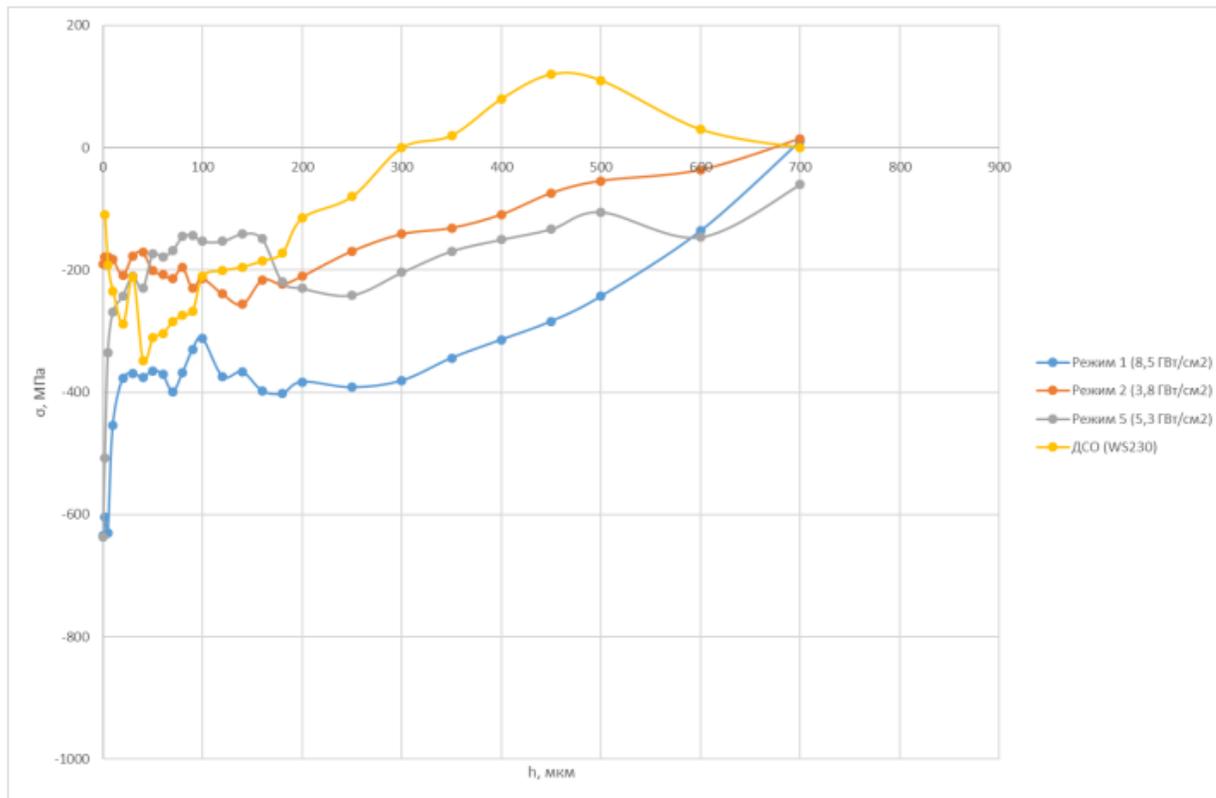
3D профиль



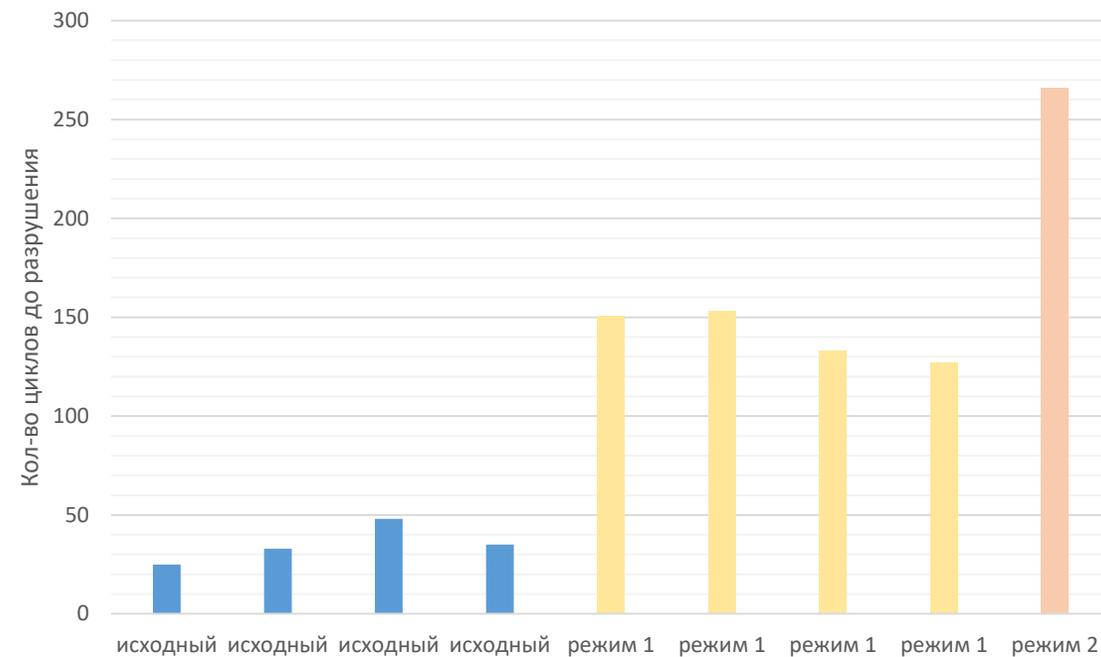
Распределение остаточных напряжений в поверхностном слое (параметры лазера 5 Дж, 3,8 ГВт/см²)



Остаточные напряжения измеренные методом ак. Давиденкова



Результаты усталостных испытаний образцов обработанных лазерным ударом





УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

УЗ генераторы с излучателями



Примеры очистки полостей элементов ГТД



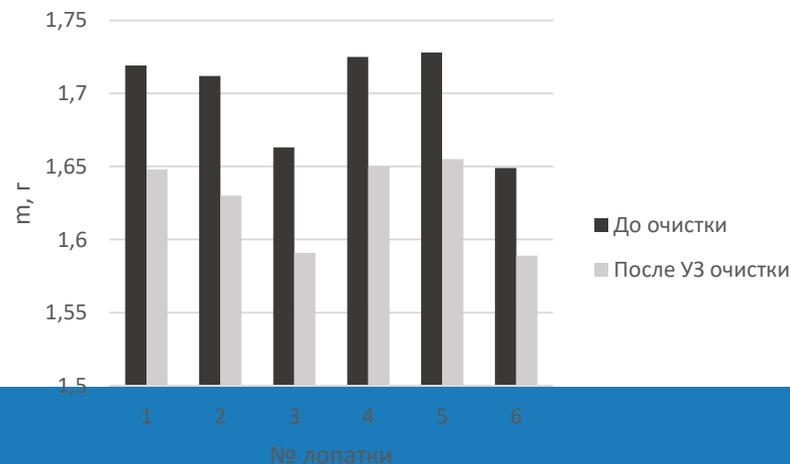
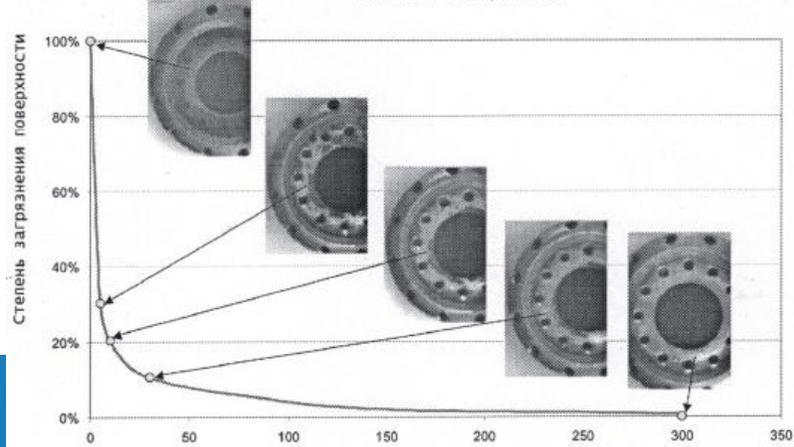
ИНСТИТУТ «АВИАЦИОННЫЕ,
РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»
Установка для отработки технологии
фрезерования композиционных материалов
и труднообрабатываемых сплавов



Паз на КМ SiC/SiC, обработанный
алмазным фрезерованием без и с УЗ



Влияние продолжительности обработки на качество
очистки поверхности



Шероховатость SiC/SiC после обработки

