

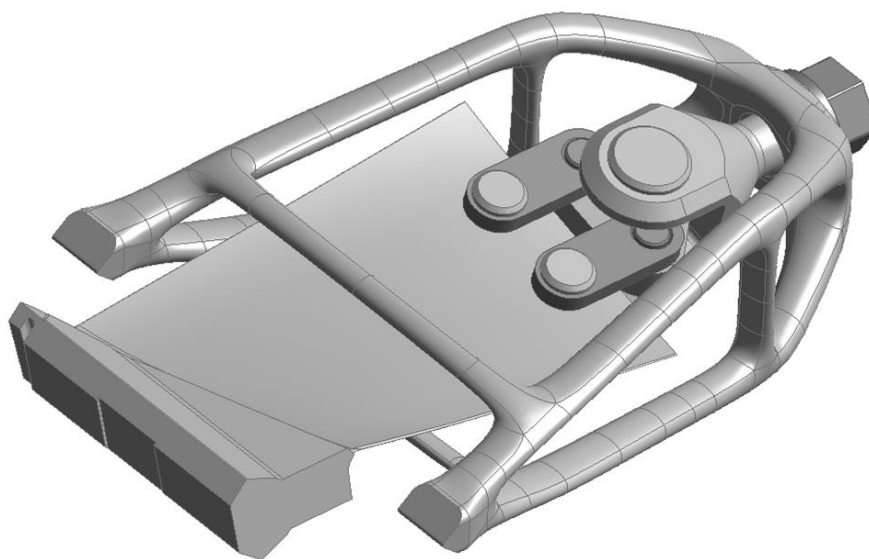
## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ИСПЫТАНИИ РАБОЧЕЙ ЛОПАТКИ ГТД

Дмитриев А.В., Кузьмин С.А., Говоров А.А.

ОКБ им. А. Люльки, филиал ПАО «ОДК-УМПО», г. Москва, [aleksey.dmitriev@okb.umpo.ru](mailto:aleksey.dmitriev@okb.umpo.ru)

*Ключевые слова:* испытания ГТД, рабочая лопатка, оснастка для испытаний, усталостная прочность.

Испытание элементов конструкции на усталостную прочность является необходимым условием при создании и доводке новых ГТД. Для проведения испытаний на усталостную прочность рабочих лопаток КНД с одновременным приложением статической и динамической нагрузок ОКБ им. А. Люльки была разработана специальная оснастка. Данная оснастка разработана методом топологической оптимизации и изготовлена с помощью аддитивных технологий (см. рис. 1). Конструкция позволяет прикладывать статическую нагрузку к образцу с помощью гайки в торце оснастки и не препятствует колебаниям в поперечном направлении (по основной форме). Оснастка спроектирована таким образом, чтобы имитировать НДС лопатки в эксплуатации. Сила натяжения лопатки регулируется по наклеенным на лопатку тензорезисторам и может достигать 10 тонн. Таким образом это позволит смоделировать центробежную нагрузку на рабочую лопатку на максимальных оборотах.



*Рисунок 1 – Общий вид установки*

Основной задачей, решаемой при разработке оснастки, являлось уменьшение массы и момента инерции. Для этого были применены новые способы проектирования.

Топологическая оптимизация исходной геометрии позволила снизить массу детали на ~70 % (рис. 2) относительно детали исходной геометрии, рассчитанной на заданную нагрузку.

Применение аддитивных технологий при изготовлении оснастки позволило в точности воспроизвести в металле оптимальную геометрию, ускорить процесс производства оснастки, сэкономить материал. Результаты испытаний позволят приблизить результаты испытаний к эксплуатационному состоянию и изучить развитие трещины и повреждений в поле центробежных сил.

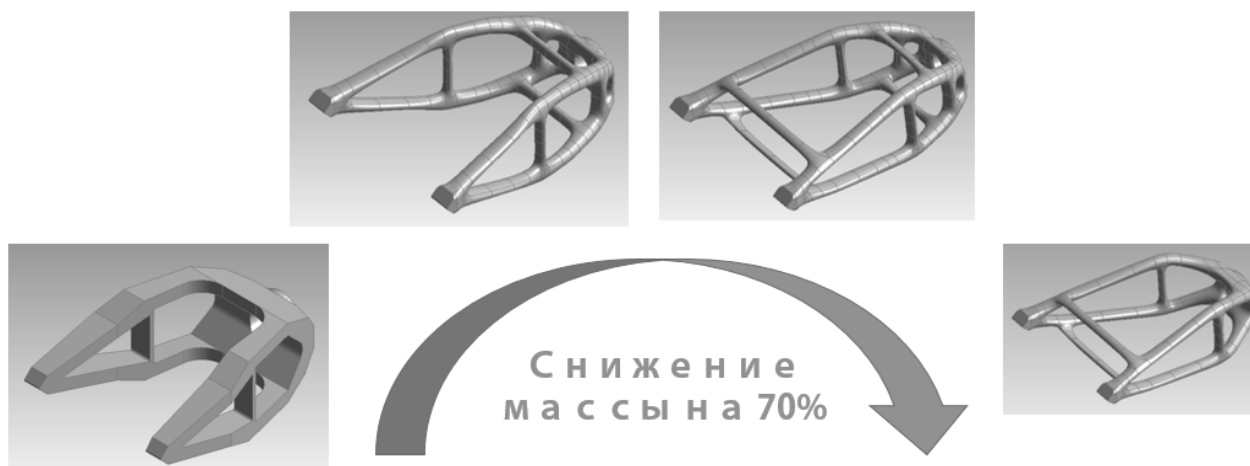


Рисунок 2 – Этапы топологической оптимизации геометрии оснастки

### Список литературы

1. Шегидевич А.А., Жукова А.А., Заико А.И. Роль аддитивных технологий в авиации. Наука и инновации, №199, Сентябрь 2019.
2. Евдотьева М.Г. Аддитивное производство и дополненная реальность как новые производственные технологии в авиационной отрасли. Вестник МГИМО-Университета. 2020. 13(5). С. 307-330.
3. Башин К.А., Торсунов Р.А., Семенов С.В. Методы топологической оптимизации конструкций, применяющиеся в аэрокосмической отрасли. Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. № 51. 2017.
4. А.А. Говоров, А.Г. Терешко «Применение технологий топологической оптимизации и аддитивного производства при проектировании деталей перспективных ГТД»: сборник научных трудов XLII Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Миасс, 2022.
5. Артамонов М.А., Пахомов Н.А, Терешко А.Г., Говоров А.А., Кузьмин С.А. Методика определения напряженного состояния в лопатках 1 ступени КНД фрактографически-расчетным способом: Международный Форум Двигателестроения МФД-2022. Москва.

### Сведения об авторах

Дмитриев Алексей Владимирович, начальник бригады конструкторского сопровождения испытаний. Область научных интересов: прочностные испытания, роторная динамика, математическое моделирование.

Кузьмин Сергей Александрович, инженер по испытаниям первой категории. Область научных интересов: усталостные испытания, динамическая прочность.

Говоров Андрей Анатольевич, ведущий конструктор бригады динамической прочности. Область научных интересов: расчетные методы, аддитивные технологии.

### DESIGN OF ADDITIVE TECHNOLOGY MADE TOOL FOR STATIC & DYNAMIC ROTOR BLADE TESTING

Dmitriev A.V., Kuzmin S.A., Govorov A.A.

Lyulka Design Bureau, sub. PJSC UEC-UMPO, Moscow, aleksey.dmitriev@okb.umpo.ru

*Keywords: jet engine, additive technologies, modeling, static, dynamic, testing.*

A tool, made by additive technology, provide a possibility for charge a rotor blade by static and dynamic loads between fatigue testing. Low mass and rigidity of tool give a possibility to charge a blade by close to real dynamic load and by real static load.