

ОТЗЫВ

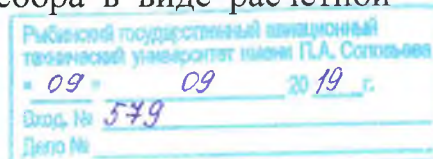
официального оппонента на диссертационную работу
Осипович Дарьи Андреевны, на тему «Разработка технологии цифровой
сборки сопловых аппаратов турбины ГТД на основе измерений лопаток
фотограмметрическим методом», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.02.08 – Технология машиностроения

Актуальность проблемы. Повышение производительности изготовления высоко ответственных машин при условии обеспечения надежности функционирования и стабильности их эксплуатационных свойств выступает определяющим направлением развития современной авиационной промышленности. Одним из особо сложных и трудоемких этапов производственного цикла изготовления изделий авиадвигателестроения является сборка узлов газотурбинных двигателей, качество и эффективность которой до настоящего времени во многом зависит от опыта и квалификации исполнителей работ. В связи с этим, исследования, направленные на совершенствование технологических подходов выполнения сборочных операций с использованием новых технических средств и развивающих цифровизацию производства, несомненно, являются актуальными.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Целью работы является разработка научно обоснованных рекомендаций по внедрению автоматизированного комплектования лопаток и цифровой сборки сопловых аппаратов турбины газотурбинных двигателей, обеспечивающих требуемые показатели величины и равномерности распределения площади проходного сечения межлопаточных каналов собираемого изделия. Для этого были предложены теоретические положения формализации процесса фотограмметрической оцифровки поверхностей измеряемого объекта, оптимизации стратегий оцифровки сопловых лопаток и их блоков, комплектования лопаток с учетом их фактической сложнопрофильной геометрии.

В диссертации поставлено 5 задач, результаты решения которых отражены в выводах и заключении, которые дают основание утверждать, что поставленная в работе цель достигнута.

Достоверность и новизна материалов работы. Достоверность результатов и новизна материалов подтверждена проведенными экспериментальными исследованиями и результатами тестирования расстановки лопаток соплового аппарата второй ступени турбины высокого давления двигателя ПС-90А2. Материалы исследований приняты для реализации разработанного алгоритма прямого перебора в виде расчетной



программы последовательности расстановки лопаток по их индивидуальным номерам на АО «ОДК Пермские моторы» и АО «ОПК-Авиадвигатель», что подтверждено документально актом передачи результатов научно-технической разработки.

Результаты работы были представлены и прошли обсуждение на международных и Всероссийской научно-технических конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах.

Научная новизна работы включает:

- предложена математическая модель распознавания точки на поверхности измеряемого объекта в процессе фотограмметрической оцифровки;
- разработаны теоретические положения и формализованные проектные процедуры оптимизации стратегии фотограмметрической оцифровки поверхностей сложнопрофильных деталей, определяющие расположение камер для получения изображения наибольшего количества точек с минимальным количеством положений камер и перемещений между ними;
- создана модель расчета величины площади проходного сечения межлопаточных каналов на основе виртуальной сборки и алгоритм комплектования лопаток соплового аппарата с учетом фактической сложнопрофильной геометрии их поверхностей;
- разработан алгоритм прямого перебора и расстановки лопаток для обеспечения требуемых величин показателей качества сопловых аппаратов, основанный на предварительном расчете площади проходного сечения отдельных межлопаточных каналов с вариантами учета отклонений нескольких последовательно устанавливаемых лопаток и условием чередования знаков отклонений соседних каналов.

Практическая ценность работы. Реализация результатов работы в производстве проведена в форме расчетных программ и алгоритмов прямого перебора с введением дополнительных ограничений: для соплового аппарата первой ступени турбины высокого давления на возможные положения для отдельных лопаток относительно жаровых труб камеры сгорания; для блоков лопаток турбины низкого давления на основе параметров площадей проходных сечений внутренних каналов.

Разработанная методика позволяет сократить трудоемкость получения цифровых копий лопаток и их блоков в 1,3-1,4 раза, а также обеспечивает возможность автоматизации и роботизации процесса. Экспериментальными исследованиями в промышленных условиях доказано, что вероятность достижения требуемых показателей величины и распределения площади

проходного сечения межлопаточного канала при использовании разработанного алгоритма прямого перебора лопаток по отклонениям формы и расположения пера составляет 90%. Результаты работы также могут быть использованы для расстановки блоков лопаток турбин низкого давления.

Приведенные в 4 главе диссертации результаты использования усовершенствованной схемы технологического процесса с применением фотограмметрического контроля и компьютерного комплектования позволяют сделать вывод о перспективах широкого внедрения результатов выполненных исследований

По работе имеются замечания.

- Недостаточное внимание уделено вопросу, связанному с оценкой погрешности базирования детали в измерительной установке. В работе (стр. 52,59) указано, что устанавливается связь между системами координат разработанной модели и измеряемого объекта, ориентированного относительно приспособления в котором деталь устанавливается, однако не представлены поверхности детали, выбранные в качестве базовых и их соответствие базовым поверхностям в сборочном узле.

- При оценке достоверности результатов моделирования (стр. 70,71 диссертации) в качестве «приемлемой» величины погрешности указано значение – 1 мм, приведено количественное значение только одной из составляющих погрешности – погрешности изготовления измеряемой поверхности образца. Определение погрешности базирования образца в приспособлении и других неучтенных факторов при моделировании выполнялось косвенными методами, однако обоснование этих методов и результаты не представлены.

- В приведенных результатах тестирования на разработанной имитационной модели существующих и разработанных алгоритмов расстановки лопаток соплового аппарата турбины указано (стр. 144 диссертации) о высокой вычислительной ресурсоемкости использования расширенного прямого перебора, однако не представлены временные характеристики выполнения данной автоматизированной проектной процедуры.

- В работе не представлена информация в какой программной среде разрабатывалось программное обеспечение алгоритма прямого подбора и расстановки лопаток, отсутствуют сведения о регистрации программы для ЭВМ в качестве объекта авторского права.

- Приведенный в работе планируемый экономический эффект не подкреплен расчетами и не указано с использованием каких нормативно-методических материалов он выполнялся.

Отмеченные замечания не затрагивают основные положения теоретических и практических результатов диссертации.

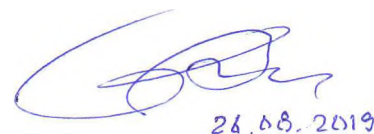
Заключение.

Представленная на рассмотрение диссертация Осипович Дарьи Андреевны является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно. В работе изложены новые научно обоснованные технологические решения, использование которых вносит вклад в развитие сборочных производств сопловых аппаратов газотурбинных двигателей.

Автореферат дает всестороннее представление о выполненной диссертационной работе, содержит необходимую информацию. Опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Осипович Дарья Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Профессор кафедры «Техническая механика и детали машин» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», доктор технических наук, профессор
специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения



24.08.2019

П.Ю.Бочкарев

Подпись профессора Бочкарева Петра Юрьевича заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», к.ф.-м.н., доцент



О.А.Салтыкова

410054. г. Саратов. ул. Политехническая, 77

+7(8452)998625, bpy@sstu.ru