

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОБРАБОТКИ.

Никитин Алексей Сергеевич

Студент 6 курса,

кафедра "Инструментальная техника и технологии"

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Л. Д. Малькова, Кандидат наук, Доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра "Инструментальная техника и технологии".

Газотурбинные установки (ГТУ) играют ключевую роль в ряде высокотехнологичных отраслей, таких как авиация, энергетика, судостроение, а также в области газовых и нефтяных технологий. Эти двигатели используются для выработки электроэнергии в турбогенераторах, для приведения в движение воздушных судов, а также для питания кораблей и подводных лодок. Одним из наиболее важных элементов ГТД являются лопатки — компоненты, которые выполняют важнейшую функцию в процессе преобразования энергии. Лопатки турбин должны выдерживать экстремальные температуры, механические нагрузки и воздействие коррозии, что делает их изготовление чрезвычайно сложным.

Применение бесконтактных методов контроля, таких как лазерный, акустический и вихретоковый, позволяет снизить количество ошибок, характерных для механических измерений. Однако их использование требует специализированного оборудования и значительных финансовых вложений. Альтернативный подход заключается в применении цифровых моделей обработки и специализированного программного обеспечения, что позволяет выявлять отклонения путем сравнения САД-моделей с фактическими измеренными данными.

При контроле профиля лопатки анализируются несколько ключевых параметров, фиксируемых в различных сечениях относительно базовой поверхности. Допустимые отклонения измеряются в долях миллиметра, так как даже незначительные расхождения могут повлиять на работоспособность всей установки.

В данной работе рассматривается методика оценки геометрической точности фрезерованных лопаток газотурбинных установок с применением цифровых моделей и анализа поверхностей. Исследование направлено на изучение взаимосвязи между возникающими погрешностями и параметрами обработки, а также на определение условий, при которых геометрические отклонения остаются в пределах установленных норм.

В ходе исследования использовались системы САД/САМ/САЕ, в частности Siemens NX 10, в которой был разработан технологический процесс обработки лопатки. В качестве исходного материала применялся пруток круглого сечения из титанового сплава ВТ6, а механическая обработка выполнялась на станке КМТ КТЛ65М/750. Инструментом для резки служили радиусные концевые фрезы диаметром 7 мм. Основные параметры обработки включали скорость резания 60 м/мин, частоту вращения шпинделя 2730 об/мин, подачу на зуб и на проход, параметры которых изменялись в ходе экспериментов.

Для проверки качества обработанной поверхности использовалось программное обеспечение GOM Inspect 2018, позволяющее сопоставлять STL-модели обработанных деталей с исходными STEP-моделями, созданными в САД-системе. Этот метод обеспечивает точный анализ расхождений между проектной геометрией и реальным изделием. В ходе исследования проводилось моделирование обработки с разными параметрами подачи, после чего полученные цифровые модели сравнивались с эталонной САД-моделью.

Помимо анализа геометрических параметров, работа включает в себя оценку времени обработки при различных режимах фрезерования. Эти данные автоматически фиксировались в Siemens NX 10 и использовались для анализа влияния технологических параметров на производительность.

Таким образом, в исследовании рассматриваются современные методы контроля геометрии, применение CAD/CAM-систем для моделирования и обработки, а также цифровые технологии анализа поверхностей. Полученные результаты позволили изучить влияние параметров обработки на точность и временные затраты, что помогло определить оптимальные режимы работы.

Литература

1. Гецов Л.Б. Материалы и прочность деталей газовых турбин // ООО «Издательский дом» Газотурбинные технологии» Книга 1, 2010. – 611 с.
2. Исследование неопределённостей измерений геометрических параметров профилей лопаток компрессора газотурбинного двигателя / В. А. Печенин, М. А. Болотов, Н. В. Рузанов, М. В. Янюкина // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2016. – Т. 15, № 2. – С. 162-170.
3. Чичигин Б.А. «Разработка методов и средств лазерного контроля геометрии лопаток газотурбинных двигателей»: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.13 / Чичигин, Борис Анатольевич ; Московский Энергетический Институт – Москва: МЭИ, 2007 – 206 с.