

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ СБОРКЕ ДИЗЕЛЬ-ГАЗОТУРБИННЫХ АГРЕГАТОВ

Березин Е.Н., Семенов А.Н.

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева, Рыбинск*

Ключевые слова: контрольно-измерительные машины, оптико-электронные средства контроля, газотурбинный двигатель, сборка, монтаж, контроль, повышение качества.

Аннотация. В работе рассматривается проблема обеспечения качества сборки газотурбинных двигателей, а также монтажа газотурбинного и дизельного агрегата для их испытаний и совместной работы. Перечисляются основные позитивные и негативные моменты от увеличения доли использования электронных устройств для обеспечения качества сборки и монтажа изделий.

USING OF THE OPTOELECTRONIC GADGETS IN GAS TURBINE AND DIESEL ENGINES ASSEMBLING

Berezin E.N., Semenov A.N.

Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk

Keywords: control and measuring machines, optoelectronic means of control, gas turbine engine, assembly, installation, control, quality improvement.

Abstract. The paper considers the problem of ensuring the quality of the assembly of gas turbine engines, as well as the installation of a gas turbine and diesel unit for their testing and joint operation. The main positive and negative points from the increase in the share of the use of electronic devices to ensure the quality of assembly and installation of products are listed.

Современные газотурбинные двигатели состоят из большого количества деталей различной степени сложности и трудоемкости: от лопаток и дисков, формирующих роторы, до статоров, корпусов и рам, куда эти роторы и устанавливаются. Для каждого типа деталей закладываются свои характеристики и параметры, которые необходимо обеспечить. Лопатки компрессора имеют сложную пространственную геометрию и высокие требования к точности исполнения. Лопатки турбин, кроме этого, для эффективной работы в горячей зоне, должны также выдерживать высокие температуры. Диски роторов имеют весьма противоречивые критерии – при больших размерах они должны быть и легкими, и сбалансированными для уменьшения инерции, и малодеформируемыми. Также они обладают высокой точностью для правильного расположения лопаток. Элементы статора двигателя – сопловые аппараты, камеры сгорания, опоры валов – имеют свои критерии контроля, главные цели которых – точное расположение роторов в работе и формирование правильного воздушного потока без утечек и потерь, особенно в местах сближения статора и ротора.

Вопрос обеспечения производства необходимыми средствами измерения достаточного качества в достаточном количестве является одной из важных тенденций современного машиностроения в общем.

Кроме того, согласно [4], успешное освоение производства судовых газотурбинных и дизель-газотурбинных агрегатов на российских двигателестроительных предприятиях непосредственно связано с обеспечением эффективности их монтажа при заводских стендовых испытаниях. Важным условием качества стендового монтажа является обеспечение соосности всех роторных машин, узлов и агрегатов, выполняющих функции передачи крутящего момента от силовой турбины ГТД к корабельному редуктору. Эффективность процесса монтажа определяется затратами труда на выверку и фиксацию положения всех компонентов газотурбинных агрегатов. Ограничительными факторами процесса монтажа являются значительные габариты и массы компонентов, высокие мощности и угловые скорости, наличие большого количества трубной обвязки и газоотвода, приводящие к напряженности и перекосам корпусов, тепловые расширения, приводящие к изгибам валопроводов и соединительных муфт, погрешности фундамента, и большое количество мест крепления основания ГТД.

Одним из средств для решений данных задач являются мобильные контрольно-измерительные машины (КИМ). Они представляют собой перспективное направление для развития контроля на крупном производстве сложных изделий. Однако, их внедрение влечет за собой большое количество «подводных камней», требующих серьезной детальной проработки.

Одним из наиболее важных вопросов определения рабочих параметров мобильных КИМ является их конкретная применяемость в различных условиях.

Точность координатно-измерительных машин – сложное комплексное понятие, складывающееся из точности измерения координат точек на поверхностях контролируемых деталей на КИМ и точности пересчетов измеренных координат в значения контролируемых параметров. Точность измерения координат на традиционных КИМ интенсивно изучалась в период 1960-1990 г.г. и в результате привела к созданию ряда национальных стандартов по поверке КИМ.

В работах [1-3] были рассмотрены некоторые эксперименты, в которых мобильные КИМ по-разному показали себя. Сопоставив результаты данных опытов, описанных в главе 3, на их основе удалось обобщить результаты измерений специально подобранных деталей разных габаритов, форм, сочетаний поверхностей, отражающих большую номенклатуру деталей и сборочных единиц из состава двигателя, можно сделать ряд выводов.

1. При контроле небольших объектов простой формы точность мобильных КИМ может достигать $\pm 0,03$ мм, вместо заявленных $\pm 0,085$ мм.

2. Параметры деталей сложной формы, заносящиеся в паспорт изделия, не могут быть проверены на мобильных КИМ.

3. Наибольшую эффективность в работе мобильные КИМ достигают при измерении небольших объектов простой формы с точностью менее $\pm 0,03$ мм, либо больших пространственных объектов, состоящих из простых геометрических элементов с точностью до $\pm 0,085$ мм.

Таким образом, в ходе работы, было доказано, что мобильные КИМ являются примерами, представляющими собой перспективное направление для развития контроля на крупном производстве сложных изделий. Его внедрение

помогает решать большой спектр проблем, существующих на большом количестве производств. На основе проведенных экспериментов, были разработаны рекомендации по решению задач по качественному улучшению работы с мобильными КИМ, разработана методика оптимального проведения измерений.

Список литературы

1. Березин Е.Н., Прокофьев М.А. К вопросу точности мобильных КИМ [Электронное издание] // Сборник тезисов работ международной молодежной научной конференции XLVII Гагаринские чтения 2021. – М.: Изд-во «Перо», 2021.
2. Березин Е.Н., Прокофьев М.А. Применимость измерительного комплекса FARO при контроле деталей различной геометрии // Вестник РГАТУ им. П.А. Соловьева. – 2021. – №2(57). – С. 63-67.
3. Березин Е.Н. Анализ и выбор методов контроля при сборке газотурбинных двигателей [Электронное издание] // Сборник докладов семинара «Перспективные направления развития финишных и виброволновых технологий». – ДГТУ, 2021.
4. Ерошков В.Ю., Непомилуев В.В., Семенов А.Н. Лазерная центровка валов корабельных газотурбинных агрегатов // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: материалы Второй международной научно-технической конференции (23-25 октября 2019г.) / отв. за вып. О.А. Белов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – 213 с.

Сведения об авторах:

Березин Евгений Николаевич – аспирант;

Семенов Александр Николаевич – д.т.н., профессор.