



УТВЕРЖДАЮ " _____
Технический директор
М П О ", к.т.н.
Кабибуллин М.Г.
1997 г.

О Т З Ы В

об опыте эксплуатации лазерных компьютерных систем измерений геометрии лопаток " ОПТЭЛ-КЛ " на АО "КМПО" (г. Казань)

На АО " КМПО " системы " ОПТЭЛ - КЛ " эксплуатируются с июня 1994 года. В 1995 году построен и запущен участок Вибро-ЭХО в цехе №5, где сейчас работают 4 системы " ОПТЭЛ - КЛ ", еще 2 системы используются в ЦИЛЕ и ИНО.

На АО "КМПО" системы " ОПТЭЛ-КЛ " применяются при 100 % контроле заготовок, обработанных методом Вибро-Эхо, полированных статорных и роторных лопаток, эталонных катод-лопаток новых изделий НК-38, НК-93. На данный момент на каждой системе измеряются около 20 типоразмеров лопаток.

Использование систем ускорило процесс доводки электродов и лопаток по новой технологии - Вибро-Эхо, позволило выполнить требования конструкторов по точности изготовления и контроля лопаток. Существующими традиционными технологиями и средствами не обеспечивается высокая точность геометрии для нового поколения ГТД с повышенным к.п.д. и ресурсом.

Освоение технологии Вибро-Эхо с объективным бесконтактным контролем системами "ОПТЭЛ-КЛ" позволило достигнуть погрешности геометрии пера лопаток до $\pm 15 - 20$ мкм при допуске ± 40 мкм.

Удалось упростить технологию контроля, исключить шаблоны и др. контактные средства.

Компьютерные автоматизированные лазерно-оптоэлектронные измерительные системы "ОПТЭЛ-КЛ", разработаны, изготовлены и поставлены "под ключ" по заказу АО "КМПО".

Разработчиком этих систем является научно-внедренческое предприятие " ОПТЭЛ " Уфимского гос. авиационного технического университета (УГАТУ).

Представители ряда авиадвигательных предприятий приезжали на АО "КМПО" для ознакомления с новыми системами. Образец системы успешно демонстрировался на Международной выставке "Двигатели-96" в секции АО "КМПО".

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Системы позволяют высокоточно автоматически измерить за 0,3-3 минуты профили пера, входных и выходных кромок, C1, C2, Cmax, длину хорды, углы разворота сечений и др. параметры с выдачей протоколов измерений. Погрешность не превышает 0,006 мм. В протоколах измерений отображаются в графической и цифровой формах фактический профиль и отклонения от чертежных с учетом допусков. Протоколы измерений сохраняются в памяти компьютера и распечатываются на бумаге в виде документов.

Рабочий ресурс основных элементов систем составляет более 5 лет.

Переход к другому типоразмеру лопатки осуществляется сменой шифра изделия в базе данных компьютера. Время перехода на другой типоразмер лопатки занимает лишь несколько секунд.

Для работы систем изготовлены несложная оснастка и приспособления для крепления лопаток и их базирования. Эта оснастка позволяет за секунды установить и сменить лопатки различных типоразмеров.

Непосредственно работают на системах цеховые контролеры со средним образованием. Эти контролеры прошли курс обучения. Кроме контролеров на системах также проводят измерения и представители других служб, в частности ОГТ, ОМА ТПП и др. для доводки катод-инструмента и режимов технологий.

В системах "ОПТЭЛ-КЛ" реализована возможность автоматической передачи результатов смежникам и обрабатываемому оборудованию для коррекции техпроцесса, например, CAD / CAM "Cimatron", "Unigraphics", "Adem", "AutoCad" и др.

На АО "КМПО" по результатам измерений на системах "ОПТЭЛ" проводится коррекция техпроцесса и режимов обработки высокоточных катод-инструмента (электродов и эталонных лопаток) с использованием CAD / CAM "Cimatron".

За два с половиной года эксплуатации систем в цеховых условиях поломок не было.

НВП "ОПТЭЛ" проводит гарантийное и сервисное обслуживание всех систем. Ежеквартально осуществляется авторское сопровождение и профилактика.

При возникновении новых задач оперативно разрабатывается и поставляется дополнительный программный продукт.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Системы содержат высокоточный двухкоординатный стол инструментального микроскопа с электроприводом и лазерную оптоэлектронную головку а также электронный блок, компьютер IBM PC 486 и специализированное программное обеспечение системы.

Диапазон измерений 150x50x40 мм, разрешающая способность по 3-м координатам 0,001 мм, погрешность измерений $6 + 2 L/1000$, повторяемость без переустановки лопатки 0,001-0,002, с переустановкой - менее 0,01 мм.

Измерения производятся в ходе движения лопаток относительно лазерной головки, что обеспечивает высокую производительность измерений. Траектория движения лопатки измеряется относительно эталонных точек, заданных в соответствии с чертежом и с учетом базирования.

Компьютер осуществляет обработку результатов измерений, отображение необходимой текущей информации при измерениях, отображение графической и другой служебной информации, а также формирует управляющие команды для координатного стола.

Способ задания сечений и эталонных точек - математический и программный.

Производительность контроля лопаток определяется количеством сечений, ее размерами и достигает до 20 - 80 шт./час.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Проводятся доработки и совершенствования систем, включая программное обеспечение. Последовательно создавались и эксплуатировались улучшенные версии П О. Сейчас уже применяется 5-я версия П О.

ПО позволяет определить и оптимизировать смещения и угловые развороты профиля сечений, фактический профиль и его отклонения от чертежных точек с выдачей протокола результатов измерений, вписыванию (припасовке) измеренных профилей в заданные по чертежу.

Автоматически определяются параметры: C_1 , C_2 , S_{max} , длина хорды, углы разворота сечений и др.

ПО позволяет по базовым участкам поверхности лопатки или базирующим приспособлениям определить пространственное положение лопатки и выдать результаты в ее системе координат.

В системах "ОПТЭЛ-КЛ" реализована возможность автоматической передачи результатов смежникам и обрабатывающему оборудованию для коррекции техпроцесса, например, CAD / CAM "Cimatron", "Unigraphics", "Adem", "AutoCad" и др.

На АО "КМПО" по результатам измерений на системах "ОПТЭЛ" проводится коррекция техпроцесса и режимов обработки высокоточных катод - инструмента (электродов и эталонных лопаток) с использованием CAD / CAM "Cimatron".

ВЫВОДЫ

1. Высокоточные и быстродействующие системы "ОПТЭЛ-КЛ", включающие в себя специализированное математическое и программное обеспечение для отечественных пользователей, выполняющие измерение фактических размеров профиля пера и кромок лопаток и сравнение с заданными по чертежу, с оптимизацией определения смещения и углового разворота профиля сечений, с созданием базы данных отвечают всем требованиям современного авиационного производства.

Системы "ОПТЭЛ - КЛ" удобны и эффективны не только при освоении новых изделий, но и при их серийном производстве.

2. На настоящий момент альтернативы этим системам не имеется.

Из сравнительного анализа характеристик контактных визуальных средств измерений (приборы типа ПОМКЛ а также шаблонные) следует, что новые системы практически по всем параметрам, включая технико - экономические, превосходят известные: по погрешности в 10 - 20 раз; по производительности в 10 раз; по соотношению производительность/цена в 3 - 500 раз.

По сравнению с координатно-измерительными машинами при сопоставимой погрешности превосходство по производительности до сотен раз, а по соотношению производительность/цена - в тысячи раз.

3. В дальнейшем перспективно использование новых вариантов систем "ОПТЭЛ" для измерений прессформ, штампов, шаблонов и инструмента, а также для измерений параметров установки лопаток в роторах и направляющих аппаратах, в частности угол установка, проходного сечения и др.

Гл. инженер АО "КМПО",
Зам. гл. технолога
Нач. ЦИЛ

С.Т.Н.

Лебедев Ю.А.

Рябов М.С.

Блинов В.П.