

Номинация «За эффективную систему послепродажного обслуживания авиационной техники российского производства»

Конкурсная работа

Создание методики и программы автоматизированного определения марки сплава исследуемого материала

В настоящей конкурсной работе представлена разработка авторского коллектива отдела прочности «ОКБ им. А.Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО» **«Создание методики и программы автоматизированного определения марки сплава исследуемого материала».**

Методика и разработанная на ее основе программа используется для определения марки сплава постороннего предмета (ПП) попавшего в проточную часть двигателя.

Применение данной методики позволило определить марку материала посторонних предметов попавших в двигатель, что вызвало нарушение работы РД. Для исключения повторения подобных ситуаций требуется определить, что за ПП попал в двигатель. В случае, когда ПП является металлическим объектом, для понимания, что за объект попал в проточную часть двигателя, требуется определить марку металла, из которого изготовлен ПП.

Была разработана методика для определения марки материала по анализу соотношений между основными химическими элементами анализируемого материала, в сравнении с аналогичными соотношениями элементов в различных марках сплавов и написана программа автоматизированного определения марки сплава.

Применение данной программы позволило определять, что за объект попала в двигатель и разработать мероприятия, исключающие повторения подобной ситуации.

Авторский коллектив

Артамонов Максим Анатольевич

Дата рождения: 03.12.1974

Должность: начальник бригады металлофизических исследований материалов

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Духовный Дмитрий Алексеевич

Дата рождения: 25.03.1992

Должность: инженер-конструктор 1 категории

Введение

В процессе эксплуатации реактивного двигателя (РД) возможно попадание посторонних предметов (ПП) в проточную часть двигателя, что приводит к повреждению деталей (прежде всего лопаток компрессора), нарушение работы РД и потенциально может привести к аварийной ситуации у самолета. Подобные повреждения несут за собой существенные экономические потери, так как процесс замены требует времени и новые лопатки. Для исключения или снижения вероятности возникновения подобных ситуаций, необходимо иметь представление – что за объект попал в двигатель. Как правило, ПП в процессе соударения оставляет на поверхностях деталей РД

микроследы, содержащие химический состав ПП. Размеры подобных повреждений могут быть незначительными. Современное аналитическое оборудование (растровый электронный микроскоп, оснащенный рентгеновским спектральным микро-анализатором) позволяет определить химический состав на локальном участке материала. В случае, когда ПП является металлическим объектом, для понимания, что за объект попал в проточную часть двигателя, требуется определить марку металла, из которого изготовлен ПП. Сложность данной задачи заключается в том, что в результате спектрального анализа попадает не только материал ПП, но и материал поврежденной детали. Кроме того, из-за присущих анализатору ограничений элементы легче бериллия не могут быть определены. При проведении исследования и воздействии электронного луча на участок происходит окисление и напыление поверхности углеродом, из-за чего результаты кислорода и углерода получаются завышенными. Все это не позволяет определять марку материала прямым методом.

Была разработана методика для определения марки материала по анализу соотношений между основными химическими элементами анализируемого материала, в сравнении с аналогичными соотношениями элементов в различных марках сплавов. Была написана программа на языке программирования «Turbo Delphi», которая позволяет проводить автоматизированный сравнительный анализ по базе данных марок материалов.

Актуальность

Данная методика применялась для определения марки сплава металлических посторонних предметов, попавших в проточную часть РД.

Определение марки материала позволило определить причину повреждений П..IX ступени КВД ТРДД, проходящего приемо-сдаточные испытания, после выполнения восстановительного ремонта проточной части. На рабочих лопатках КНД повреждений обнаружено не было. Была осмотрена сетка входного воздушного фильтра, его каркас, никаких повреждений не обнаружено. Первоначально была версия, что повреждение связано с неисправностью технологического инструмента, используемого при ремонте изделия (откалывание от рабочей части инструментов). Но, определение с помощью данной методики марки сплава постороннего предмета, позволило установить, что повреждение лопаток связано с попаданием в проточную часть изделия фрагмента элемента контровки (контровочная шайба или проволока) во время сборочных или монтажных работ.

Были проведены другие работы по определению марки сплавов посторонних предметов, попавших в проточную часть РД и повредивших лопатки. Результаты данных работ оформлены в технических справках.

Данная методика использовалась также как экспресс метод определения марки сплава болтов соединения корпуса подшипника и корпуса подшипника ТРДД.

Методика определения марки материала и программа автоматизированного определения марки материала

Вводится показатель отклонения D. Чем меньше показатель отклонения, тем больше вероятность, что марка сплава соответствует анализируемому материалу. Разработаны два метода получения показателя D для определения схожести марки сплава с исследуемым материалом. В втором методе учитывается разброс химических элементов входящих в марку сплава.

На языке программирования «Turbo Delphi» была написана программа для автоматизированного определения марки материала. Особенности работы данной программы:

- вводятся химические элементы, которые обязаны быть в марке сплава;
- отдельно выбираются химические элементы, соотношения между которыми используются для определения показателя отклонения D;
- вычисление показателя отклонения D можно одновременно провести по двум методам (показатели D1 и D2);
- при каждом запуске происходит загрузка базы данных по маркам материала. Данная база храниться отдельно от программы и ее можно пополнять новыми марками материалов. На

сегодняшний день данная база данных включает 450 марок материалов, в основном применяемых в авиационной промышленности.

Данную программу можно использовать и как экспресс метод для определения марки материала детали.

Выводы

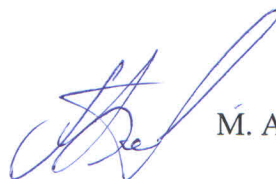
1. Разработана методика, которая позволяет по анализу микроследов, оставленных при повреждении посторонним предметом деталей РД, определять марку сплава, из которого изготовлен ПП.

2. Создана программа, которая позволяет в автоматическом режиме определять показатель отклонения D, характеризующий близость материала ПП различным маркам сплавов.

3. Создана база данных различных марок сплавов, применяемых в авиационной промышленности.

4. Применение данной методики может помочь определить причину попадания ПП в РД. Кроме того, подобная методика может быть использована как экспресс метод для определения марки материала деталей РД.

Начальник отдела прочности
«ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»



М. А. Богданов