

От редакторов

Исследования прочности и надежности являются важнейшими направлениями деятельности ЦИАМ. Эти работы проводятся как для формирования научно-технического задела для создания перспективных конкурентоспособных двигателей различного назначения и агрегатов трансмиссий вертолетов, так и для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации, а также модернизации серийно выпускаемой авиационной техники.

Сотрудники института внесли значительный вклад в разработку и обеспечение безопасной и эффективной эксплуатации всех авиационных двигателей и редукторов, созданных за 80 лет в СССР, России и Украине.

В частности, в последние годы в институте выполнен большой объем расчетных и экспериментальных исследований, работ по экспертизе результатов проведенных исследований в обеспечение летных испытаний, государственных испытаний, сертификации или выпуска дополнений к сертификатам по авиационным двигателям ПС-90А2, ПС-90А1, ПС-90А, ПС-90А-76, SaM-146, Д436Т1, Д-436-148, Д-136, ТВЗ-117ВМА-СБМ1В, ТВЗ-117-СБМ1, ТВЗ-117ВМ, ВКА-2500-01 (02, 03), АИ-450МС, ТА-14-14, РДЗЗМК, АЛ-55И, изд. 117, 117С, вертолетам Ми-28Н, АНСАТ, АНСАТ-У и др., в обеспечение повышения надежности и ресурса авиационных двигателей РДЗЗ, АЛ-31Ф, Д30КУ/КП/КУ154, ТВЗ-117, НК-32, агрегатов трансмиссий вертолетов Ми-8, Ми-26Т, Ми-28Н, Ка-32, Ка-226 и др.

Традиционным для института направлением деятельности является разработка новых нормативных документов. Специалистами института разработаны все основные действующие в настоящее время нормативные технические документы по обеспечению прочности и надежности двигателей и редукторов. В 2009 г. были, в частности, проанализированы различия в «Нормах летной годности» (авиационных правилах) разных стран. Результаты этой работы были использованы при разработке в 2010 г. проекта новой редакции «Авиационных правил» (часть 33).

В последнее время в институте большое внимание уделялось работам по наземному применению газотурбинных двигателей на электростанциях, газоперекачивающих агрегатах, машинах пожаротуше-

ния и т. д. Появилась необходимость в решении целого ряда проблем, связанных с обеспечением прочностной надежности и ресурса наземных газотурбинных установок (ГТУ), формированием современных норм прочности, созданием технического регламента по обеспечению безопасности эксплуатации ГТУ, разработкой метода подтверждения требуемого ресурса ГТУ с учетом особенностей условий их эксплуатации и т. д. Разработка необходимых нормативных документов осуществляется совместно со специалистами ВТИ, ВНИИГАЗ, ЦКТИ и других предприятий и организаций в рамках созданного на базе ЦИАМ Технического комитета по стандартизации ТК144, работающего в тесном контакте с соответствующими комитетами ISO и ASME. Были подготовлены и утверждены новые нормативные технические документы (включая стандарты ISO) по обеспечению безопасности и проведению приемочных испытаний ГТУ и др.

Значительный объем работ выполнен для обеспечения сертификации газотурбинных установок производства ОАО «Авиадвигатель», ОАО «НПО «Сатурн», ООО «Сатурн-Газовые турбины», ФГУП ММПП «Салют», ГП ЗМКБ «Прогресс», ОАО «Мотор-Сич», ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» и других предприятий.

Основоположниками научных школ прочности и надежности ЦИАМ являются выдающиеся ученые И. Ш. Нейман, С. В. Серенсен, Р. С. Кинашвили, И. А. Биргер, В. М. Акимов. В коллективе ЦИАМ выросли многие десятки широко известных специалистов. В настоящее время в институте продолжают работать десять докторов наук и большое количество кандидатов технических наук и инженеров — специалистов по прочности и надежности. При этом около 40% сотрудников — это молодые ученые и специалисты в возрасте до 35 лет, окончившие лучшие технические вузы.

Одно из условий успешного решения сложных научных задач — наличие в институте высококвалифицированных инженеров-расчетчиков, экспериментаторов, конструкторов, технологов, техников, начальников стендов, станочников, механиков, мотористов, электриков, прибористов, тензометристов, лаборантов.

В последние годы получили существенное развитие методы расчетов на статическую и динамическую прочность деталей и узлов авиадвигателей на базе современных достижений механики с использованием новейших компьютерных технологий. Опыт показал, что наиболее эффективным является сочетание расчетных моделей раз-

ного уровня, применение как коммерческих, так и разработанных в институте программных комплексов, использование (при необходимости) кластеров. Все шире применяется комплексный анализ проблем на основе междисциплинарных подходов. Особенно следует отметить моделирование работы двигателей в экстремальных условиях (при попадании птиц, разрушении лопаток, валов и т. д.), поскольку эти работы важны для обеспечения безопасности эксплуатации, но экспериментальные исследования работы двигателя в таких условиях чрезвычайно дороги, а зачастую и сложно реализуемы.

Существенные изменения претерпели подходы к управлению ресурсами двигателей, в том числе к определению ресурса основных деталей. В частности, получили развитие методы подтверждения ресурса на основании расчетов напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей на нестационарных режимах работы и статистически обоснованных данных по конструкционной прочности материалов, а также с учетом возможного безопасного развития трещин от имеющихся после изготовления (из-за ограниченной чувствительности применяемых методов неразрушающего контроля) или возникших в эксплуатации дефектов; вероятностно-статистические подходы, позволяющие обеспечить требуемую вероятность неразрушения. Все это привело к необходимости более тщательного исследования конструкционной прочности сплавов, особенно сопротивления перспективных сплавов малоцикловой усталости при жестком нагружении, сопротивления сплавов развитию трещин, прочностных свойств при больших длительностях и (или) большом количестве циклов нагружения, прочности и долговечности при совместном действии различных повреждающих факторов, исследования влияния на конструкционную прочность технологической наследственности, сложного НДС, совместного действия различных повреждающих факторов, истории нагружения, а также исследования распределений в деталях дефектов.

Существенный прогресс был достигнут в модернизации экспериментальной базы и разработке методик сертификационных испытаний — по проверке пожаробезопасности, проверке двигателя в условиях обледенения, проверке последствий обрыва лопатки вентилятора, подтверждению чистоты отбираемого воздуха и т. д. Разработаны методики виртуальных прочностных испытаний, новые методики бесконтактной диагностики колебаний.

Большой цикл работ был посвящен обеспечению прочностной надежности при разработке и внедрении критических для создания конкурентоспособных двигателей технологий — монокристаллических лопаток с высокоэффективными схемами охлаждения и теплобарьерными покрытиями, дисков турбин из новых высокопрочных сплавов, блисков, полых лопаток вентилятора, деталей и узлов из композиционных материалов и др. Особое внимание было уделено разработке технологий предотвращения разрушений деталей двигателей от многоциклового усталости. Выполнен важный этап работ в обеспечение квалификации металлических сплавов для перспективных двигателей.

Сотрудниками института выпущены десятки монографий и сборников статей по вопросам прочности, надежности, диагностики технического состояния. Ученые института традиционно активно участвуют в работе различных научно-технических обществ, советов, международных научно-технических конференций.

Продолжают работать аспирантура, докторские диссертационные советы, секции научно-технического совета института, семинар по конструкционной прочности, проблемный совет Минпромторга РФ.

Еще в начальный период развития газотурбинных двигателей специалисты ЦИАМ активно способствовали созданию в ОКБ подразделений прочности и надежности, передавая свой опыт в проведении как расчетов, так и экспериментальных исследований. Во многих ОКБ сформировались высококвалифицированные коллективы специалистов, которые, безусловно, могут быть отнесены к научной школе ЦИАМ. Совместная работа сотрудников ЦИАМ с руководителями и ведущими специалистами ОКБ и заводов является многолетней традицией, что позволяет постоянно определять актуальные направления исследований, в сжатые сроки решать возникающие задачи и оперативно использовать результаты решений на практике. Можно также отметить тесные научные и дружественные связи специалистов ЦИАМ с родственными коллективами многих академических институтов, научных центров, университетов России, Украины и других стран.

Результаты многих проведенных учеными и инженерами ЦИАМ исследований в области прочности и надежности вышли далеко за рамки отраслевых задач, находят применение в различных областях техники и способствуют развитию механики и машиностроения.