

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ НАРУЖНОГО КОРПУСА СРЕДНЕЙ ОПОРЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Литвиненко З.С., Миронов Н.С., Беденко К.А.
ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, zah52351@mail.ru

Ключевые слова: огнестойкость, тепловое состояние, наружный корпус средней опоры.

Пожаробезопасность авиационных двигателей рассматривается в двух аспектах:

- пожаробезопасность двигателя как возможного источника пожара на самолете;
- огнестойкость и огнеживучесть (ОС и ОЖ) двигателя как объекта, на который воздействует пожар в мотоотсеке и приводит к его отказу или усугублению ситуации на самолете.

В части обеспечения пожаробезопасности авиационных двигателей нормативными документами (Нормы прочности ЦИАМ [1] и пр.) определен ряд специальных требований, в которые включено:

- исключение нелокализуемых пожаров во внутренних полостях двигателя;
- исключение возгорания агрегатов и наружных коммуникаций двигателя или поддержания процессов горения вследствие разрушения или потери герметичности наружных корпусов, агрегатов и элементов обвязки с дополнительным подводом горючих жидкостей или воздуха при пожаре в мотоотсеке объекта;
- обеспечение функционирования двигателя при пожаре в мотоотсеке в течение времени, необходимого для его тушения средствами пожаротушения самолета (кроме выполнения запуска), безаварийного завершения полета, преодоления критической ситуации или в течение времени, установленного нормативными документами или разработчиком самолета.

Огнестойкость наружного корпуса средней опоры обеспечивается высокой теплоемкостью массивного узла и значительным теплосъемом скоростным потоком воздуха со стороны тракта. Иначе говоря, расчетная оценка огнестойкости с рядом допущений представляет собой оценку теплового состояния ДСЕ с учётом теплосъёма со стороны рабочего тела (воздуха, топлива, масла). В связи с тем, что наружный корпус средней опоры нагружен внутренним давлением, а также является поясом крепления двигателя на объекте, возникший пожар способен выйти за его пределы. Существует вероятность развития пожара с дальнейшим разрушением критических конструкций объекта, или развитие пожара в мотоотсеке из-за разрушения агрегатов и других элементов, содержащих горючие жидкости. Соответственно, подтверждение удовлетворения требованиям ОС и ОЖ является необходимой задачей. Одним из классических подходов для решения задач подобного рода является численное газодинамическое моделирование. Оно позволяет рассмотреть на этапе технического проектирования процессы воздействия на объект с удовлетворительной точностью, без проведения экспериментов, что выливается в экономическую выгоду.

В настоящей работе предметом исследования выступает наружный корпус средней опоры газотурбинного двигателя, тепловое состояние которого оценено с использованием критериальных уравнений [2,3] для определения коэффициентов конвективной теплоотдачи на поверхностях наружного корпуса, а также с использованием метода разностей конечных элементов для решения задачи теплопроводности.

Смоделировано огневое воздействие горелкой на наружный корпус средней опоры с учетом излучения, имитирующее пожар в мотоотсеке (рис.1).

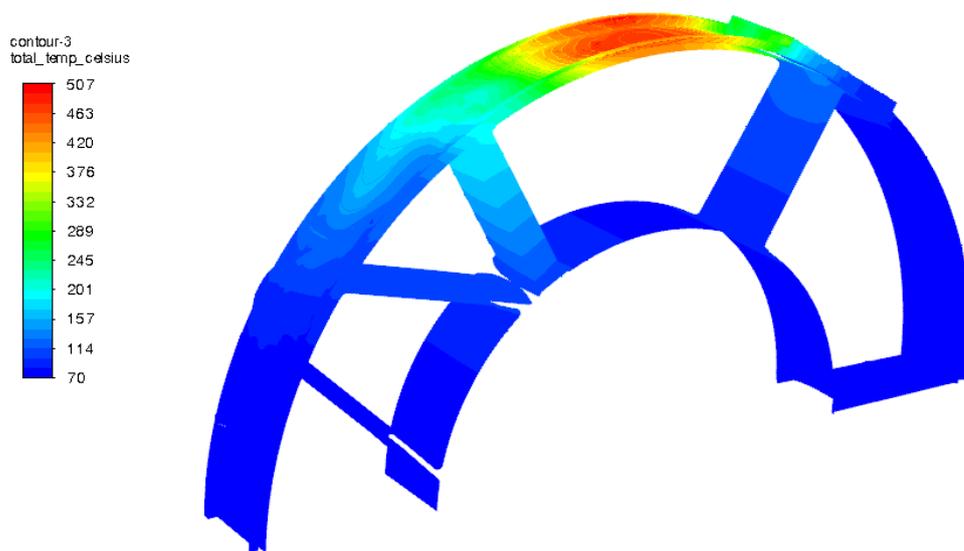


Рис. 1. Контуры полной температуры на поверхности наружного контура средней опоры

Параметры теплового потока от горелки, полученные при расчете [4] были валидированы экспериментально на стенде. Внутренние стенки наружного корпуса средней опоры обдуваются потоком воздуха второго контура двигателя, параметры которого были получены в ходе сопряженного теплогидравлического расчёта.

Воздушная система является определяющей с точки зрения формирования температурных полей ДСЕ и при этом подогрев воздуха в системе определяется температурами стенок внутренних каналов системы. Этот факт подводит к необходимости проведения гидравлического расчёта совместно с решением задачи теплопроводности ГТД и итерационного уточнения температуры стенок каналов. Расчёт проводился в составе полной компоновки ГТД. Гидравлическая модель учитывала непроточные глухие полости для оценки граничных условий конвективного теплообмена в полостях средней опоры [5].

В результате проделанной работы был сделан вывод об огневой стойкости рассмотренного наружного корпуса средней опоры, даны рекомендации по улучшению теплового состояния, в частности для внесения изменений в конструкцию путем изменения материала, либо нанесением покрытий.

Список литературы

1. Нормы прочности газотурбинных двигателей (ЦИАМ).
2. В.В. Кулагин. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник. 2-е изд., исправл. – М.: Машиностроение, 2003 – 616 с.: ил.
3. Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче. – М.: Госэнергоиздат. 1958 – 416 с.
4. Станислав Бретшнайдер. Свойства жидкостей и газов. Инженерные методы расчёта. Перевод с польского. – Л.: Изд. Химия. 1966 – 536 с.
5. Grossman, S., Lohse, D. Scaling in Thermal Convection: A Unifying Theory. J. Fluid Mech., 2000. 407. Pp.27–56.

Сведения об авторах

Литвиненко Захар Сергеевич, инженер-конструктор 3 категории. Область научных интересов: процессы горения в камерах сгорания ГТД, распыл жидкого топлива.

Миронов Николай Сергеевич, инженер-конструктор первой категории. Область научных интересов: эмиссия вредных веществ при горении углеводородных топлив, термическое состояние элементов конструкции при воздействии пламени, методы расчётной доводки ГТД.

Беденко Ксения Александровна, инженер-конструктор 2 категории. Область научных интересов: численные методы расчёта системы внутренних воздушных потоков.

DEVELOPMENT OF METHOD FOR CALCULATING THE FIRE RESISTANCE OF THE OUTER CASING OF THE MIDDLE STAY

Litvinenko Z.S., Mironov N.S., Bedenko K.A.

PJSC “UEC-Kuznetsov”, Samara, Russia, zah52351@mail.ru

Keywords: fire resistance, thermal condition, outer casing of the middle stay.

A study was made of the condition of the outer casing of the middle stay, taking into account the work as part of gas turbine engine. Recommendations are given to improve the thermal state through various technological operations.