

Тенденции совершенствования входных устройств двигателей летательных аппаратов применительно к технологии их производства

А.А. Гливенко

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

В данной работе приведено рассмотрение входных устройств двигателей летательных аппаратов. Выявлены технологические особенности создания входных устройств и тенденции их совершенствования. Приводятся рекомендации по оптимизации входных устройств двигателей летательных аппаратов с учётом современных требований, предъявляемых к ним.

Ключевые слова: технология, двигатели летательных аппаратов, входные устройства, качество, повышение качества

Входные устройства предназначаются для создания подхода воздуха из внешней среды к компрессору и вместе с ним производят процесс сжатия воздуха при использовании кинетической энергии потока. Среди основных требований, предъявляемых к входным устройствам можно выделить такие как: создание подхода к двигателю потока воздуха в требуемом количестве на всех рабочих режимах, формирование наименьшей неравномерности скорости движущегося потока на подходе к компрессору, существенное затормаживание воздушного течения потока при минимуме потерь, высокую надежность, малый вес, значительные показатели по прочности и жесткости, герметичность и, при этом, простоту в обслуживании и минимальные значения создаваемого при полёте шума.

Входные устройства могут содержать в своём составе защитные элементы, предназначенные для предотвращения попадания в двигатель летательного аппарата (а именно, его газо-воздушный тракт) различных посторонних элементов, к числу которых, в частности, могут быть отнесены следующие примеры: град, камни или птицы. Наибольшая вероятность попадания посторонних предметов в двигатель летательного аппарата, как правило регистрируется при взлете и посадке или при рулении самолета, а также при работе двигателя летательного аппарата на стоянке. Отсутствие упомянутой защиты, с весьма высокой долей вероятности, может приводить к повреждению рабочих лопаток, входного направляющего аппарата или даже спрямляющего аппарата компрессора, за счёт попадания посторонних элементов из вне, и может явиться причиной происшествия, произошедшего при полёте.

Создание современных двигателей летательных аппаратов с входными устройствами, отвечающими всем предъявляемым к ним требованиям, сопряжено с необходимым поиском новых решений в этой области и, чаще всего, происходит в условиях риска [1], связанного с возвратом к ранее выполненной работе и пересмотром принятых на том этапе решений. Причём наряду другими

подобными проявлениями, связанными с проведением изменений [2] в документах при подготовке производства, преобладающее значение будут иметь именно технические риски [3], проявляющиеся при конструкторско-технологической подготовке производства на промышленном предприятии в условиях ведения параллельного выполнения работ [4].

Значительное количество современных самолетов с воздушно-реактивными двигателями, причем как гражданского, так и военного назначения обладают значениями числа M при полете существенно превышающими единицу. Подобные характеристики полета требуют размещения на них особых воздухозаборников, специальных сверхзвуковых конструкций.

Вместе с этим, вполне допустимы для применения и "дозвуковые" входные устройства. Данные решения находят применение для достаточно большого числа учебно-тренировочных, пассажирских, ограниченно для боевых и военно-транспортных самолетов, для которых как раз свойственны скорости полета при M менее единицы.

При создании входных устройств, ориентированных в том числе и на "дозвук" следует учитывать, что структурно они должны включать в себя обечайку с плавными входными кромками в качестве входной части. Далее в них конструктивно располагают требуемой величины канал особой формы, содержащий необходимое расширение, начинающееся от входа в него и практически на всю величину. Однако перед переходом в компрессор обязательно должен быть предусмотрен несколько зауженный фрагмент этого канала относительно не большой величины.

Все эти специфичные требования ориентированы на недопустимость так называемого срыва потока. Также к необходимым условиям следует отнести создание равномерного скоростного поля, что особенно принципиально на входе в компрессор.

Таким образом, рассматривая подобные типы входных устройств укрупнённо, технологически следует добиваться некоторого торможения движущегося воздушного потока при одновременном возрастании давления в нём. С целью создания безотрывного движения воздушного потока по мере прохождения входного устройства необходимым требованием выступает плавное изменение площади поперечного сечения, что призвано препятствовать возникновению такого проявления, как перенаправления течений в воздушном потоке. Причём это требуемое проявление свойственно, как движению воздушного потока в упомянутом входном устройстве, так и технологически необходимо стремиться обеспечить это для внутреннего канала.

Следует иметь ввиду, что именно при безотрывном обтекании закругленных передних кромок и внешней поверхности обечайки диффузора при дозвуковых скоростях полета сопротивление давления, образуемого обечайкой, практически отсутствует.

При создании входных устройств двигателей летательных аппаратов существуют тенденции, направленные на формирование защиты самих двигателей летательных аппаратов посредством входных устройств. Для обеспечения этого, в частности во входном канале предполагается установка убираемых или не

убираемых в полете решеток или же возможно использование сетки. Однако, не убираемая решетка с ячейкой сетки может оказывать значительное сопротивление на входе, что, в свою очередь, сказывается на снижении тяги и, как следствие этого, способно приводить к возрастанию удельного расхода топлива. Таким образом, целесообразнее использовать решетку, которая могла бы убираться, размещая её перед входом в компрессор.

Для формирования решетки-сетки, технологически может потребоваться использование механической обработки [5], где есть свои особенности применительно к использованию перспективных композиционных материалов. В качестве альтернативы этого для промышленных предприятий может быть предложено применение электрофизических методов обработки [6], электроэрозионного фрезерования [7].

Над созданием требуемого положения решетки-сетки осуществляется управление при помощи гидравлических или пневматических цилиндров. При этом, подобное воздействие на приводимую в движение решетку-сетку рационально производить совместно с приводом в движение и шасси. Состав решетки-сетки подразумевает использование обособленных секций, устанавливаемых между силовыми рёбрами, размещёнными во входном устройстве. Но и они, в свою очередь, оказавшись повреждёнными способны будут произвести нарушения в двигателе летательного аппарата, что формирует для них существенные требования по качеству [8, 9].

Примечательно, что для каждой такой решетки-сетки в данном случае потребуется шарнирное соединение с корпусом входного устройства двигателя летательного аппарата. К неоспоримым недостаткам входных устройств, существующих и используемых на сегодняшний день, а также перспективных, создаваемых с учётом подобных принципов, можно отнести необходимость их обогрева, что является затратным и затруднительным.

В работе приводятся выявленные практические рекомендации, сформулированные в соответствии с формирующимися тенденциями по оптимизации входных устройств, ориентированных на перспективные двигатели летательных аппаратов с учётом комплексных современных требований, предъявляемых к ним.

Библиографический список

1. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии. / II Международная научно-техническая конференция «Авиадвигатели XXI века». Сборник тезисов докладов. М.: ЦИАМ, 2005. Том 2. С. 330–331.

2. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: автореферат дисс. ... канд. техн. наук. - М.: МАТИ, 2012. - 19 с.

3. Маликов С.Б., Юрин В.Н. Риски параллельного выполнения работ конструкторско-технологической подготовки опытного производства авиационных двигателей. / Пятая Всероссийская научно-практическая конференция «Применение ИПИ-технологий в производстве». Труды конференции. М.: ИЦ «МА-

ТИ»–РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2007. С. 117–118.

4. Маликов С.Б., Юрин В.Н. Оценка последствий внесения изменений документов конструкторско-технологической подготовки производства в условиях параллельного выполнения работ. / Шестая Всероссийская научно-практическая конференция «Применение ИПИ-технологий в производстве». Труды конференции. – М.: ИЦ «МАТИ»–РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2008. С. 75–76.

5. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние механической обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность, 2017, № 4. С. 42–45.

6. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние электрофизических методов обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность. 2018. № 2. С. 41–43.

7. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность 2018. № 3-4. С. 35–37.

8. Высоцкая В.И., Добровольский В.И., Маликов С.Б. Разработка комплекса мер по повышению качества высокотехнологической продукции авиационной промышленности / Научные труды (Вестник МАТИ). Вып. 20 (92) – М.: МАТИ, 2013. – С. 276–281.

9. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2015. С. 199–200.