

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУХОЗАБОРНИКА ДЛЯ СВЕРХЗВУКОВОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО САМОЛЕТА

Бабулин А. А., Косицин А. А.

ЗАО «Новые гражданские технологии Сухого», ОАО «ОКБ Сухого», г. Москва, Россия

Несмотря на все сложности, связанные с покорением скорости и то, что сверхзвуковые пассажирские самолеты (СПС) первого поколения (Ту-144 и Concorde) так и не смогли обеспечить массовые перевозки и стать рентабельными, работы, имеющие своей целью создание СПС следующего, 2-го поколения (СПС-2), продолжают по сей день, учитывая, естественно, предыдущие наработки. При этом следует отметить, что в последнее время, особенно за рубежом, активизировалось проведение научных работ в обеспечение разработки СПС-2, более того, в ИКАО идет активная работа при участии представителей науки и промышленности, в том числе и из России (ЦАГИ, Сухой), по созданию и принятию в недалеком будущем (ориентировочно к 2016-му году) норм, регламентирующих полеты СПС нового поколения. Это говорит о том, что проблемы, ранее казавшиеся неразрешимыми, постепенно решаются, и в скором времени, надеемся, можно ожидать появления нового поколения СПС.

Однако сегодня представляется целесообразным и с экономической и с технологической точки зрения разработать «легкий» сверхзвуковой административный самолет (САС) на 8–10 мест с тем, чтобы на нем «обкатать» все технологии, необходимые для создания уже магистрального СПС-2. Также считают, например, в NASA, достаточно обратить внимание на принятую систему «поколений» сверхзвуковых гражданских самолетов, которую они используют в своих исследованиях. Наша компания «Новые гражданские технологии Сухого» ведет как раз разработку подобного сверхзвукового административного самолета. Эта разработка является наследницей проекта SSBJ компании «Гражданские самолеты Сухого», который, в свою очередь, восходит корнями к проекту С-21 «ОКБ Сухого» 90-х годов 20-го века. И одна из основных на сегодня проблем, возникающих при разработке СПС, как административного, так и магистрального, является то, что крейсерский сверхзвуковой полёт СПС сопровождается звуковым ударом на земле, интенсивность которого в случае с СПС первого поколения была так велика, что разрешенная для их полетов область ограничивалась ненаселенными территориями. Поэтому разрабатываемый «Новыми гражданскими технологиями Сухого» САС проектируется таким образом, чтобы уровень звукового удара от него был достаточно низок для получения разрешения на полеты без территориальных ограничений в любое время суток, не вызывая при этом отрицательных эмоций и возмущения населения.

Задача проектирования компоновки под требования о минимизации интенсивности звукового удара является комплексной и требует совместной реализации различных технических решений, направленных на достижение поставленной цели. Одним из подобных технических решений, в ряду прочих, является экранирование входного устройства двигателей планером самолета. Для этого воздухозаборники двигателей предполагается разместить над верхней поверхностью фюзеляжа. Однако при размещении воздухозаборников (ВЗ) двигателей на верхней поверхности фюзеляжа неизбежно возникают проблемы, связанные с неравномерностью потока, формирующегося перед входом в ВЗ. Одна из рассматриваемых нами возможных компоновок САС – это компоновка с «пилонным» верхним расположением мотогондолы. Решение о размещении мотогондолы на пилоне обусловлено несколькими основными соображениями: во-первых, необходимостью вынести вход ВЗ из области влияния пограничного слоя, нарастающего на фюзеляже; во-вторых, в целях уменьшения аэродинамического сопротивления по сравнению с конфигурациями, в которых применяются классические клинья слива пограничного слоя; в-третьих, такое расположение мотогондолы позволило нам получить

дополнительное снижение интенсивности звукового удара. Для этой конфигурации САС нами и спроектирован ВЗ смешанного сжатия.

Тип ВЗ и конфигурация «первого приближения» выбраны на основе требований, предъявляемых как к САС в целом, так и к входным устройствам двигателей сверхзвуковых самолетов, в частности, а также предыдущих исследований и анализа публикаций, посвященных решению подобных задач. Таким образом, сформирована следующая конфигурация: тип – ВЗ смешанного сжатия; пространственная конфигурация – плоский ВЗ с вертикальным расположением системы торможения; система торможения состоит из трех ступеней – два клина и обечайка; в области горла располагается отверстие системы перепуска воздуха из-под замыкающего прямого скачка уплотнения, при этом перепускаемый воздух направляется во внутригондольное пространство; канал ВЗ от горла до входа в двигатель практически прямолинеен и имеет в длину несколько калибров. В процессе проектирования определялись суммарные и распределенные характеристики ВЗ, выбирались оптимальные размеры различных элементов, их взаимное расположение и конфигурация. Все распределения значений параметров потока в пространстве и по поверхностям, структуры течений и интегральные аэродинамические характеристики проектируемого ВЗ получены с помощью численного моделирования в ПО COBRA (ЦИАМ) по методике проведения численного эксперимента, разработанной авторами. ПО COBRA позволяет моделировать течения вязкого сжимаемого газа посредством интегрирования системы уравнений RANS, замкнутой одно- или двухпараметрическими моделями турбулентности. В процессе выполнения работы проведены расчеты как изолированных вариантов ВЗ, так и полных конфигураций самолета, чтобы учесть взаимовлияние ВЗ и планера. Более того, проведены расчеты продува воздухом мотогондолы с моделированием обтекания силового набора. Стоит отметить, что в свободном доступе не удалось обнаружить упоминаний о подобных работах сторонних авторов, где были бы описаны результаты проведения численного моделирования продува мотогондолы со сверхзвуковым ВЗ с учетом особенностей конструкции внутригондольного пространства, таких, как наличие элементов силового набора и агрегатов двигателя.

В результате, принятые, на основе полученных расчетных данных, проектные решения, позволили достичь высоких суммарных характеристик разработанного воздухозаборника, обеспечить согласование с выбранным двигателем и интеграцию с планером сверхзвукового административного самолета. В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования ВЗ в составе компоновки САС с тем, чтобы подтвердить и уточнить расчетные данные, а также получить дополнительную информацию, которая не может быть пока получена в рамках используемой методики численного моделирования, это касается, в частности, определения нестационарных характеристик потока в ВЗ.