

УДК 621.43.018

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПАРКА САМОЛЕТОВ ИЛ-76ТД-90ВД АВИАКОМПАНИИ «ВОЛГА-ДНЕПР»

© 2012 А.А. Комов, С.С. Фадин

Московский государственный технический университет гражданской авиации

Поступила в редакцию 05.10.2012

В статье рассматриваются проблемы, связанные с применением реверса тяги на самолетах ТУ-204, ИЛ-96, ИЛ-76МФ и ИЛ-76ТД-90ВД.

Ключевые слова: реверс тяги, повреждение двигателей, оптимизация истечения струй.

Современная авиационно-транспортная индустрия характеризуется в настоящее время высоким уровнем конкуренции как между производителями авиационной техники (АТ), так и между авиакомпаниями. Рынок транспортных перевозок формирует требования к авиационно-транспортным системам, которые должны быть реализованы в конструкторских и технологических решениях на этапе разработки и производства АТ, а также в организационных, логистических и управленческих решениях на этапе эксплуатации. Отечественная авиационная отрасль в настоящее время проходит этап глубоких изменений, связанных с необходимостью создания конкурентоспособной авиационной техники. Опыт развития авиационной индустрии подтверждает необходимость системного рассмотрения совокупности летно-технических (ЛТХ) и эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ) самолетов во взаимосвязи с экономикой эксплуатации парка авиатехники, которая в первую очередь характеризуется величиной стоимости жизненного цикла (СЖЦ) изделия авиационной техники (АТ).

Под жизненным циклом изделия (ЖЦИ) подразумевается период времени от начала его создания до утилизации.

Под стоимостью жизненного цикла изделия подразумевается общая стоимость работ, связанных с конкретным типом воздушного судна (ВС), начиная с зарождения концепции и заканчивая списанием самолета в конце срока службы.

Расходы на техобслуживание и ремонт (трудозатраты + материальные затраты - запчасти, материалы, оборудование) являются существенной частью эксплуатационных расходов и серьезно влияют на стоимость владения. В зависи-

мости от вида АТ и ее типа стоимость эксплуатации может превышать стоимость приобретения ВС в 3-7 раз.

Высокие временные и трудовые затраты на поддержание летной годности и исправности АТ обуславливают то, что конкурентоспособность существующей и перспективной отечественной АТ является недостаточной для удовлетворения требований рынка.

Наглядным примером могут служить такие образцы современной отечественной АТ, как самолеты ТУ-204, ИЛ-96, ИЛ-76МФ и ИЛ-76ТД-90ВД, на которых установлен двигатель ПС-90А. В эксплуатации наблюдается достаточно низкий уровень защищенности этого двигателя от повреждений твердыми посторонними предметами, забрасываемыми с поверхности аэродрома.

Наиболее полной и исчерпывающей характеристикой повреждаемости двигателя в заданной компоновке ВС можно считать такой показатель, который учитывает одновременно несколько параметров, такие как компоновку двигателя в составе ВС (то есть привязку двигателя к типу ВС) и вероятность повреждения двигателя в процессе эксплуатации. Таким показателем является количество посадок конкретного типа ВС на один досрочный съем двигателя (ДСД) по причине повреждения посторонними предметами (рис. 1) [1]. Следует учитывать, что данный статистический показатель, в отличие от таких показателей, как абсолютный и относительный уровень досрочного съема двигателей, а также наработка двигателей, не зависит от размера парка конкретного типа ВС, полетного цикла и интенсивности полетов. За рассматриваемый период (1991-2002г.г.) произошло сокращение суммарной наработки парка двигателей более чем в два раза, что вызвало снижение абсолютного уровня досрочного съема парка двигателей более чем в четыре раза [1]. И лишь показатель «количество посадок ВС на один досрочный съем двигателя по причине повреждения

Комов Алексей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ДЛА.

E-mail: kotesk73@yandex.ru

Фадин Сергей Сергеевич, студент 6 курса.

E-mail: ss.fadin@gmail.com

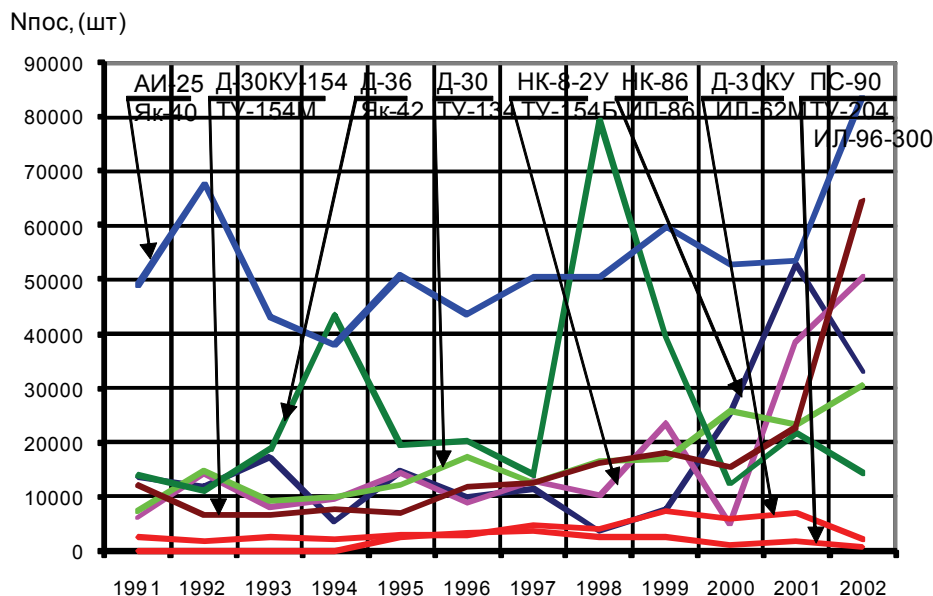


Рис. 1. Зависимость количества посадок различных типов ВС на один досрочный съем двигателя по годам эксплуатации

посторонними предметами» остался стабильным за этот период (рис. 1).

Из рис. 1. видно, что по этому показателю парк двигателей можно условно подразделить на три стабильные группы. В первую группу входит один двигатель АИ-25, который в компоновке самолета ЯК-40 отличается наибольшим количеством посадок на один досрочный съем. Во вторую группу входит основное количество двигателей, характеризующихся более низким уровнем значения данного показателя. В третью группу входят всего два двигателя. Это двигатели Д-30КУ и ПС-90А. Эти двигатели характеризуются наименьшим значением количества посадок самолетов ИЛ-62М, ИЛ-96-300 и ТУ-204 на один досрочный съем.

Как видно из рис. 1, данный показатель для каждого типа двигателя отличается достаточно высокой стабильностью на протяжении длительного срока эксплуатации, несмотря на значительное ухудшение условий эксплуатации самолетов гражданской авиации в связи с экономическими и политическими изменениями, произошедшими в стране, и может свидетельствовать о том, что компоновка ВС аккумулирует и хранит в себе на протяжении всего жизненного цикла самолета уровень защищенности двигателей от повреждений твердыми посторонними предметами, заложенный при его проектировании.

Самым же низким значением показателя отличается двигатель ПС-90А. Причем, если для двигателя АИ-25 этот показатель равен 50 000 посадок самолета ЯК-40 на один ДСД, то для двигателя ПС-90А – 420 посадок самолета ИЛ-96 и 280 посадок самолета ТУ-204, то есть, по

сравнению с другими двигателями, этот показатель хуже, более чем на два порядка [2].

Очевидно, что все усилия авиакомпаний кардинально снизить стоимость жизненного цикла ВС за счет только внутренних управленческих решений по снижению эксплуатационных расходов при эксплуатации ВС (ТУ-204, ИЛ-96, ИЛ-76МФ и ИЛ-76ТД-90ВД) обречены на неудачу.

Что объединяет эти столь различные по компоновке воздушные суда? На всех этих воздушных судах один и тот же двигатель – ПС-90А. Поскольку реверс тяги является принадлежностью двигателя, то система организации истечения реверсивных струй на всех самолетах одна и та же, не зависит от компоновки самолетов, и, следовательно, и проблемы, связанные с применением реверса тяги должны быть однотипными.

Итак, перечислим проблемы, связанные с применением реверса тяги, и характерные для всех указанных воздушных судов:

- случаи неустойчивой работы двигателей («помпажи») на пробеге самолета с применением реверса тяги;
- повреждение рабочих лопаток компрессора высокого давления посторонними предметами, забрасываемыми реверсивными струями с поверхности аэродрома;
- снижение управляемости самолета на пробеге при возникновении кабрирующего момента за счет «газового вала» от реверсивных струй под фюзеляжем самолета;
- искажение показаний приборной скорости у летного экипажа на пробеге самолета.

Для четырехдвигательных самолетов ИЛ-76МФ и ИЛ-76ТД-90ВД добавляются следующие проблемы:



Рис. 2. Истечение газовых струй на самолете Боинг-747

- вынужденное применение реверса тяги только наружных двигателей, что влияет на длину пробега самолета;

- случаи разрушения конструкции задних опор подвески двигателей при воздействии реверсивных струй соседних двигателей.

Очевидно, что истечение реверсивных струй должно быть согласовано с компоновкой самолета таким образом. За рубежом оптимизации направления истечения реверсивных струй уделяют достаточно много внимания, что нельзя сказать об отечественных разработчиках авиационной техники (двигателей и самолетов).

На рис.2 видно, что реверсивные струи на самолете Боинг-747 направлены таким образом,

чтобы воспрепятствовать их попаданию в собственный двигатель. На рис. 3 представлена организация истечения реверсивных струй на самолете ТУ-204. Из рис. 3 видно, что реверсивные струи попадают в собственный двигатель самолета ТУ-204 на скорости пробега, значительно большей, чем указано в РЛЭ – $V = 160$ км/ч.

Расчетные исследования показывают, что попытки оптимизации истечения струй из штатных решеток реверсивного устройства двигателя ПС-90А малоэффективны, что приводит, помимо указанных проблем, дополнительно к такому явлению, как возникновение «газового вала» под двигателем и фюзеляжем самолета. «Газовый вал» под двигателем способствует забросу реверсивных струй на вход собственного двигателя, а «газовый вал» под фюзеляжем самолета двигателем искажает показания приборной скорости у экипажа и вызывает появление кабрирующего момента самолета.

Анализ посадок самолетов ИЛ-76ТД-90ВД показал, что применение реверса тяги внутренних двигателей приводит к повышенному влиянию реверсивных струй на входные параметры внешнего двигателя, что ограничивает применение реверса тяги всех четырех двигателей на пробеге самолета. Расчетные исследования показывают, что применяемая величина обратной тяги двигателей ПС-90А-76 на самолете ИЛ-76ТД-90ВД завышена и может быть значительно уменьшена, что подтвердили проведенные в авиакомпании «Волга-Днепр» летные испытания.

Расчетные исследования позволили опреде-

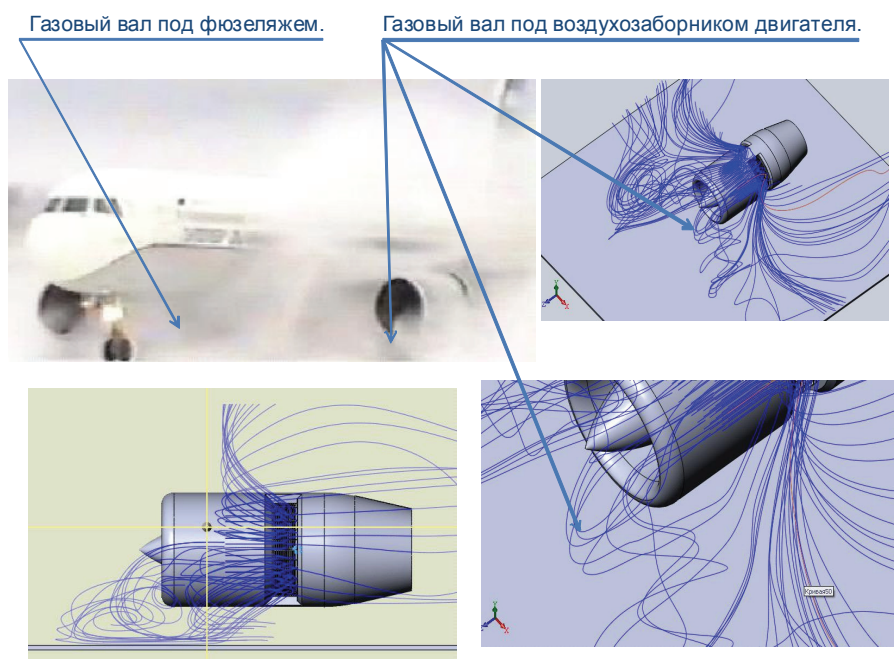


Рис. 3. Истечение газовых струй на самолете ТУ-204. $V=160$ км/ч.
Штатные решетки РУ двигателя ПС-90А.

литель, что остроту указанных выше проблем, связанных с применением реверса тяги на самолете, можно значительно снизить, если не решить полностью за счет модернизации отдельных секций реверсивных решеток двигателей ПС-90А и ПС-90А-76 (рис. 4, 5, 6).

Из рис. 4 и 5 видно, что применение модернизированных решеток реверсивного устройства двигателя ПС-90А позволяет избежать заброса реверсивных струй на вход в двигатель на

скорости пробега самолета ТУ-204 как $V = 160$ км/ч, так и на скорости пробега, на которой РЛЭ рекомендовано выключать реверс тяги, равной $V = 120$ км/ч.

Более того, заброс реверсивных струй на вход в двигатель при применении модернизированных решеток реверсивного устройства двигателя ПС-90А происходит только на скорости пробега самолета ТУ-204 $V = 40$ км/ч (рис. 6).

Следует подчеркнуть следующее:

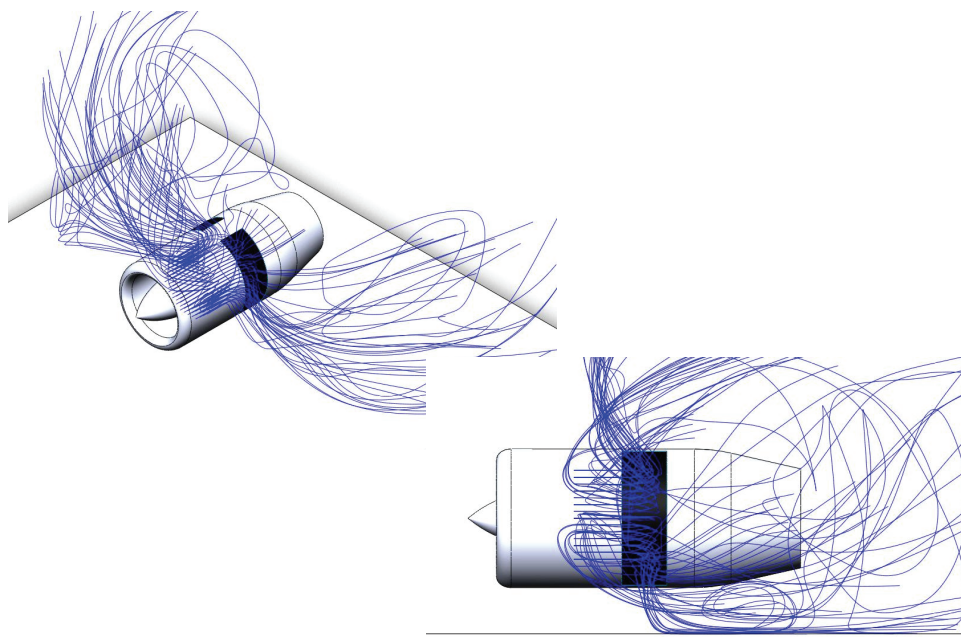


Рис. 5. Истечение газовых струй из модернизированных решеток двигателя ПС-90А на самолете ТУ-204 на скорости $V = 120$ км/ч.

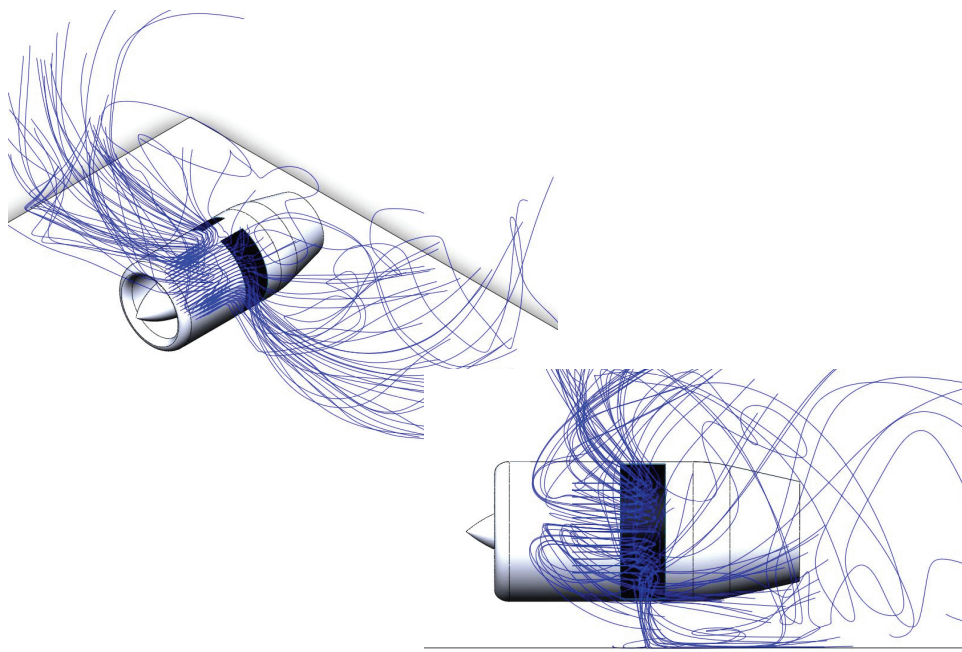


Рис. 4. Истечение газовых струй из модернизированных решеток двигателя ПС-90А на самолете ТУ-204 на скорости $V = 160$ км/ч

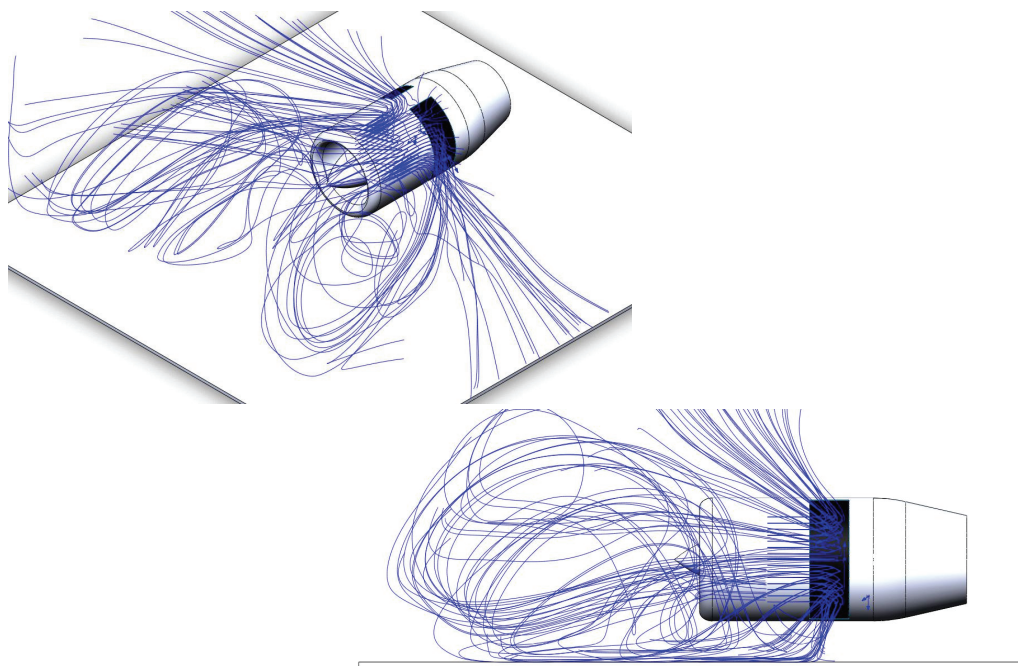


Рис. 6. Истечение газовых струй из модернизированных решеток двигателя ПС-90А на самолете ТУ-204 на скорости $V = 40$ км/ч

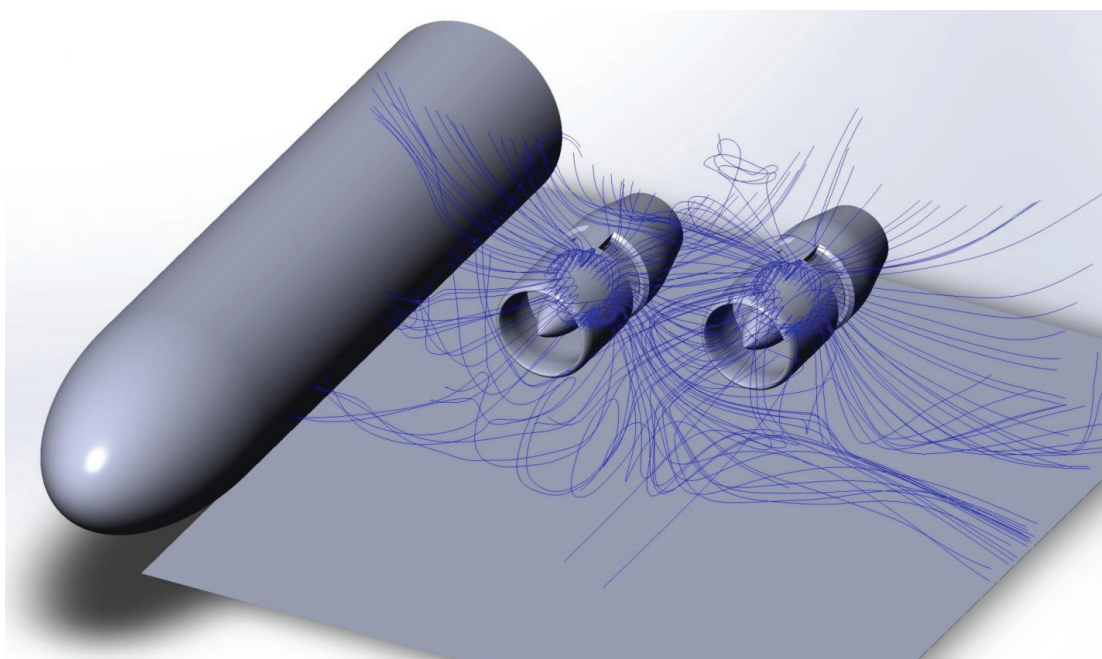


Рис. 7. Истечение газовых струй из штатных решеток реверса тяги двигателей ПС-90А-76 на самолете ИЛ-76ТД-90ВД на скорости $V = 120$ км/ч

- оптимизация истечения струй из реверсивного устройства двигателя должна проводиться с учетом компоновки самолета;

- все проблемы, связанные с применением реверса на всех рассмотренных самолетах, являются системными проблемами, так как в настоящее время при проектировании самолета не учитывается влияние попадания реверсивных струй на вход в двигатели;

- реверс тяги является принадлежностью не только двигателя, но и самолета (рис. 7).

Очевидно, что повышение эффективности управления жизненным циклом при решении указанных проблем, связанных с применением реверса тяги, следует осуществлять гораздо шире, то есть не ограничиваться только вопросами эксплуатации внутри отдельной авиакомпании, но, прежде всего, привлекать, при проведении ана-

лиза и выявлении системных проблем эксплуатации, разработчиков авиационной техники.

В результате проведения расчетных исследований в полном объеме предполагается повышение уровня безопасности полетов, а также расширение эксплуатационных возможностей самолетов ИЛ-76ТД-90ВД авиакомпании «Волга-Днепр» за счет:

1. Использования реверса всех четырех двигателей (в настоящее время используются внутренние) до меньшей скорости пробега, что сократит длину пробега после посадки.

2. Исключения опасности разрушения узлов

крепления задней опоры двигателей при включении реверса внутренних двигателей.

3. Исключение случаев неустойчивой работы двигателей (помпажей) и повреждения рабочих лопаток компрессоров посторонними предметами.

4. Уменьшение шума на пробеге самолета при использовании реверса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. По результатам оценки безотказности авиационных двигателей гражданской авиации: Справка-доклад. ГосНИИ ГА, ЦИАМ. 1991...2002.
2. Заключение № 41292/ОАО «Авиадвигатель». Пермь. 2004.

THE PROSPECTS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IL-76TD-90VD FLEET IN "VOLGA-DNEPR" AIRLINES

© 2012 A.A. Komov, S.S. Fadin

Moscow State Technical Civil Aviation University

This article analyzes the problems, which appear with use of reverse thrust of engine Tu-204, Il-96-300, Il-76MF and Il-76TD-90VD aircraft.

Key words: reverse thrust, engine damage, optimization of flow expiration.