

УДК.629.7.03

Э.В. ЗАРЕМБА, И.П. КОВАЛЕВ*Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева, Россия*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ПОПАДАНИЯ ПТИЦ В ГИДРОАВИАЦИИ

В статье исследуются различные методы защиты авиационных двигателей от попадания птиц в гидроавиации. Предлагаются различные методы борьбы с этим явлением, которые приведут к повышению уровня безопасности эксплуатации ЛА и повышения надежности авиационных ГТД. Для подтверждения достаточности расчетных запасов прочности проводятся эксперименты с образцами птиц.

Ключевые слова: *воздухозаборник, кок, самолет-амфибия, входное защитное устройство, сетка, сепаратор.*

Введение

Попадание птиц в воздухозаборники авиационных двигателей представляет собой реальную угрозу безопасности полета для самолетов сухопутного базирования и, особенно, самолетов-амфибий. Во многих аэропортах мира применяются ряд отпугивающих средств для решения этой проблемы – от сирен, раскраски элементов конструкции двигателя, до содержания дрессированных хищных птиц.

1. Формулирование проблемы

Столкновение самолетов с птицами – довольно частая причина авиационных аварий. Международная организация гражданской авиации в Монреале (Канада) ежегодно регистрирует около 5400 столкновений воздушных судов с птицами. По данным ГосНИИ ГА за 1985г. наибольшее количество столкновений птиц с турбовинтовыми ВС составило 49%, турбореактивными ВС составило 32%, поршневыми ВС составило 15,6%, с вертолетами составило 3,4%. Теоретически эти значения вполне объяснимы.

Аэропортовые службы в настоящее время работают по Руководству по орнитологическому обеспечению безопасности полетов утвержденному в 1989г. РООП ГА-89. В настоящее время это Руководство морально устарело. Аналогичные зарубежные Руководства обновляются довольно регулярно.

В настоящее время необходимо применять документ Международной Организации Гражданской авиации ICAO-9137, который позволяет внедрять эффективные программы по борьбе с птицами.

В 1994г. в аэропорту «Хитроу» произошла катастрофа самолета Boeing-747, когда самолет столкнулся со стаей голубей, погибло 350 человек.

В 2000г. при посадке в аэропорту «Шереметьево» самолета Ил-96 произошло столкновение ВС со стаей около 200 птиц. Посадка не привела к человеческим жертвам только потому, что самолет уже находился на ВПП, но два двигателя были досрочно отправлены в ремонт.

При выполнении вынужденной посадки на вспаханное поле с тремя выключенными двигателями 28 марта 2006г. после попадания в стаю птиц разрушился и сгорел самолет АН-12БК (Армения).

Так, 8 мая 2007г. в Петербургском аэропорту «Пулково» птица попала в двигатель самолета Boeing-737 авиакомпании «Россия» на взлете, а 13 апреля 2007г. в двигатель самолета вице-президента США Дика Чейни при заходе на посадку в международном аэропорту Чикаго попала птица.

Заметим, что для самолетов сухопутного базирования вероятность попадания птиц в двигатель на порядок ниже, чем для гидросамолетов, что обусловлено, во-первых, большим количеством пернатых, живущих на воде, во-вторых, высокой интенсивностью эксплуатации гидросамолетов, особенно выполняющих функции «пожарников».

2. Решение проблемы

Рассмотрим в табл. 1 основные методы защиты авиационных двигателей от попадания птиц.

В 2006г. фирма «ГСС Сухой» опубликовала в своем отчете статистические данные о попаданиях в воздухозаборники авиационных двигателей самолетов сухопутного базирования гражданской авиации России посторонних предметов. Результаты обработки статистических данных приведены на рис. 1. Очевидно, что главной причиной в списке возможных посторонних предметов оказались все-таки птицы.

ИЛ-86- двигатель НК-86, ИЛ-62-двигатель Д-30КУ, ТУ-154-двигатель НК-8-2У, ТУ-154М-двигатель Д-30КУ-154, ТУ-134-двигатель Д-30, ТУ-204, ИЛ-96-двигатель ПС-90А, ЯК-42-двигатель Д-36, ЯК-40-двигатель АИ-25. Известно, что приме-

нение сирен и петард в зоне взлета-посадки самолета-амфибии требует наличия хорошо оборудованного гидродрома, однако, при проведении спасательных операций или при тушении пожаров установка подобных средств на воде практически невозможна.

Таблица 1

Методы защиты авиационных двигателей самолетов-амфибий от птиц

Установка сирен и петард в зоне ВПП и гидродромов, ультразвуковые, лазерные установки, газовые пушки, зеркальные шары	Использование хищных птиц для отпугивания стай птиц	Нанесение отпугивающей окраски на коки двигателей	Создание ГВТ двигателя, способного выдерживать столкновение с крупной птицей	Установка в воздухозаборник двигателя защитных сеток, дополнительных карманов
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Наработка двигателей на один досрочный съем из-за ППП

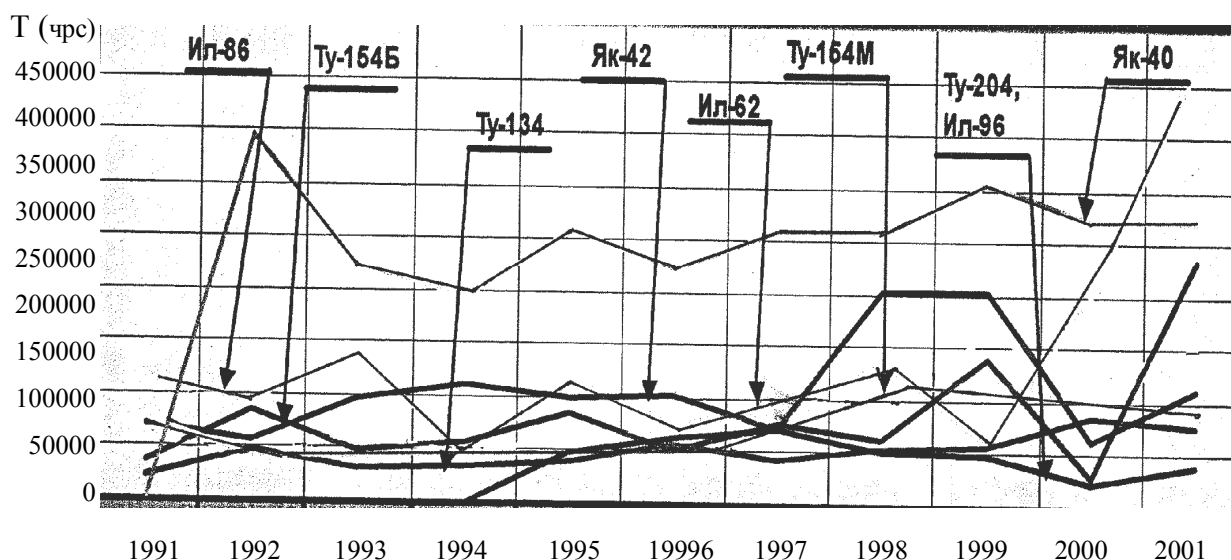


Рис. 1. Статистические данные по самолетам гражданской авиации РФ

Наибольший эффект от проводимых мероприятий по отпугиванию птиц достигается в сезон миграций (весной и осенью). В эти временные периоды многие птицы имеют слабую привязанность к территории обитания.

По статистическим данным столкновения ВС с голубями происходят чаще всего зимой и редко весной и при наборе высоты.

Столкновения с чайками происходят в основном летом, преимущественно на этапе разбега ВС, при этом большую опасность представляет особенность чаек кружиться в воздухе, поднимаясь до высот около 200 метров.

Был подсчитан риск столкновений ВС в зависимости от высоты полета:

- До 100м риск составляет 45,8%,
- 101м-400м риск составляет 28%,
- 401м-1000м риск составляет 12,7%
- 1001м-2000м риск составляет 7,5%,
- 2001м-5000м риск составляет 5,2%,
- свыше 5001м риск составляет 0,8%.

По статистическим данным Ростраснадзора в среднем по России происходит до 3 столкновений ВС с птицами на каждые 100 тыс. часов налета, см. рис. 2, причем многие столкновения ВС с птицами происходят без регистрации.

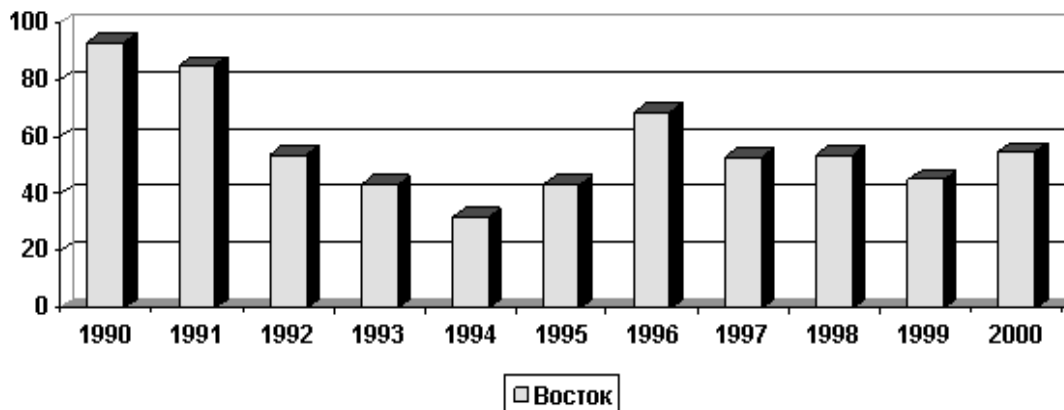


Рис. 2. Количество столкновений ВС с птицами с 1990. по 2000 г.

Использование хищных птиц для отпугивания больших стай птиц несколько лет успешно внедряется на территории Кремля в Москве, для этого специально были приучены соколы, которых дрессировали в предгорьях Памира. Однако применение данного способа не исключает возможности попадания самих хищных птиц в воздухозаборники авиационных двигателей во время отпугивания стай мелких птиц.

Во время эксплуатации самолета-амфибии БЕ-200ЧС происходили столкновения в воздухе с птицами, по этой причине обычно выполнялся восстановительный ремонт лопаток вентилятора двигателя Д-436ТП прямо на самолете без снятия двигателя с крыла с дополнительной добалансировкой колеса вентилятора двигателя.

Совершая заборы воды, а это до 30-40 взлетов-посадок в день на один самолет-амфибию БЕ-200ЧС в функции «пожарник» сильно увеличивается вероятность встречи ВС с птицами.

В современной авиации накоплен интересный положительный опыт борьбы с этим явлением – нанесение на коки двухконтурных турбореактивных двигателей отпугивающей окраски типа «мерцающий орлиный глаз» (МОТ) эмалью желтого и белого цвета, с целью снижения вероятности попадания птиц. При работе двигателя – вращении ротора возникает иллюзия моргания живого орлиного глаза.

Такая окраска впервые нашла применение в России на двигателях ПС-90А-76, установленных на транспортном самолете ИЛ-76ТД (см. рис. 1), а также на двигателе Sam-146, установленном на самолете RRG. Предлагается разработчикам двигателя ЗМКБ ПРОГРЕСС нанести подобную отпугивающую окраску на коки двигателей Д-436ТП самолета-

амфибии БЕ-200ЧС.

Необходимо отметить, что эффект действия окраски будет исчезать в темное время суток, а также с ухудшением метеоусловий и будет зависеть от режимов работы маршевых двигателей.

Повышение прочности авиационного двигателя

Следующий метод защиты – это создание конструкции авиационного двигателя, способного выдержать столкновения с птицами.

В сертификационных нормах Авиационных правил АП-33 указано, что авиационный двигатель должен сохранять свою работоспособность при ударе птицы весом до 2,5 кг. Западные сертификационные нормы CS-E несколько строже, авиационному двигателю необходимо выдерживать удар птицы массой до 4,5 кг. Расчетные запасы прочности двигателя являются основными критериями при проектировании его конструкции. Для подтверждения достаточности расчетных запасов прочности проводятся специальные экспериментальные исследования со вбросами в двигатель образцами птиц.

Повреждающими параметрами конструкций и материалов являются технические характеристики, вызвавшие необратимые повреждения, не нарушающие работоспособность изделия и допускаемые нормативными документами РЭ двигателя, ТУ, сертификатами.

В процессе проектирования, доводки и эксплуатации авиационных двигателей на самолетах-амфибиях созданы нормативные требования, регламентирующие допуски механических повреждений деталей ГТД.

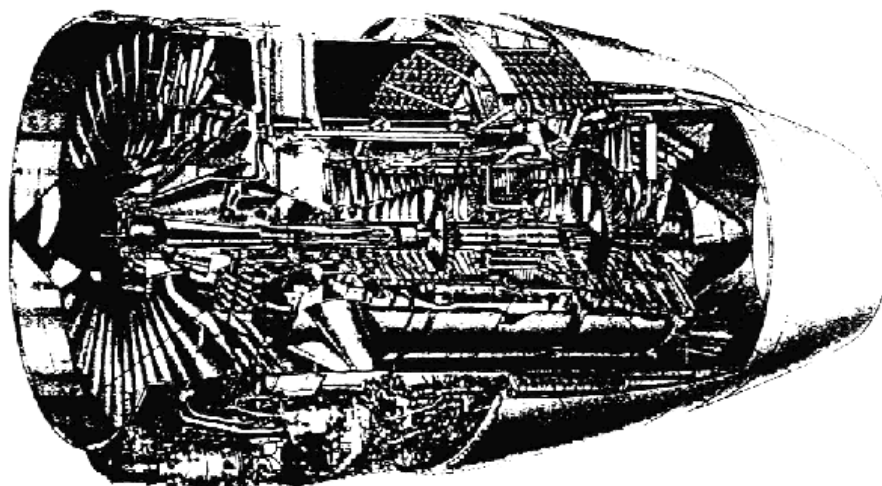


Рис. 3. Раскавка кока авиационного двигателя ПС-90А-76

Конструктивные схемы входных защитных устройств (ВЗУ) авиационных двигателей

В основе принципа действия ВЗУ лежит использование сил инерции, турбулентной диффузии, сил зацепления частиц с фильтрующей поверхностью, установка защитных сеток.

В табл. 2 представлена классификация входных защитных устройств, которые можно использовать для защиты авиационных двигателей от птиц.

Таблица 2

Классификация входных защитных устройств

Входное защитное устройство (ВЗУ)			
Инерционные		Диффузионные	
Статические	Ротационные	Пластинчатые	Барьерные

В инерционных ВЗУ отражению птиц способствуют инерционные центробежные и кориолисовы силы, возникающие при изменении скорости и направления потока воздушной массы.

Инерционные средства защиты подразделяют на статические и ротационные.

На рис. 4 показаны некоторые типы инерционных сепараторов, которые можно устанавливать в воздухозаборниках авиационных двигателей.

В диффузионных ВЗУ захват посторонних предметов (птиц) осуществляется фильтрующими элементами, выполненными в виде барьерных сеток, пластин.

Такие фильтры, как правило, обеспечивают высокую степень очистки, но они имеют ограничения по величине осевой скорости воздушного потока.

Подобные сетки успешно применялись на воздухозаборниках маршевых двигателей самолета Як-30, на двигателях АИ-24УБЭ.

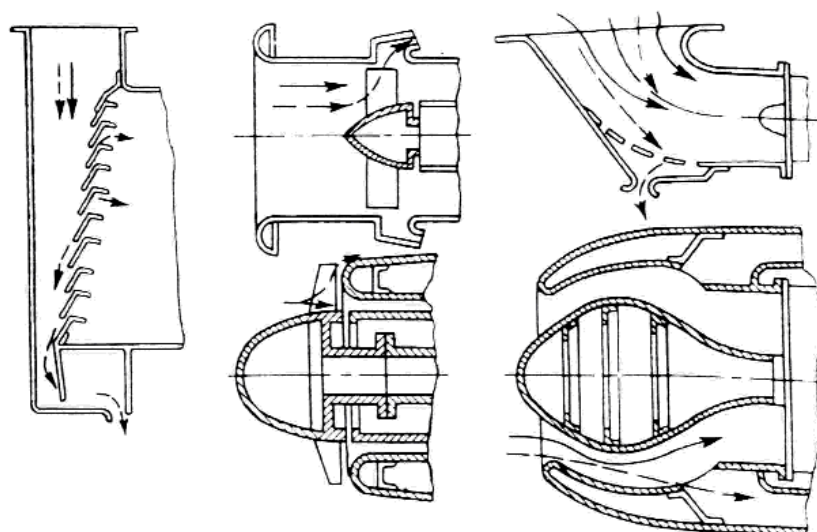


Рис. 4. Некоторые типы инерционных ВЗУ

Заклучение

Сегодня при создании новых самолетов-амфибий перед конструкторами стоит задача обеспечения прочности, надежности и больших ресурсов авиационных двигателей в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Особое место в этой работе занимает защита авиационного двигателя от попадания птиц.

В статье предлагаются различные методы борьбы с этим явлением, которые приведут к повы-

шению уровня безопасности эксплуатации самолетов-амфибий и повышению надежности авиационных ГТД.

Литература

1. Колесников Ю.М. Столкновения самолетов с пернатыми нередко приводит к авариям / Ю.М. Колесников // Вестник авиации и космонавтики. – 2008. – № 1. – С. 52.

Поступила в редакцию 5.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук Л.Г. Фортинов, Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева, Таганрог, Россия.

**ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ
ВІД ПОПАДАННЯ ПТАХІВ В ГІДРОАВІАЦІЇ**

Е.В.Заремба, І.П. Ковальов

Сьогодні при створенні нових літаків-амфібій стає завдання забезпечення міцності, надійності і великих ресурсів авіаційних двигунів в найкоротші терміни і з мінімальними витратами. Особливе місце в цій роботі займає захист авіаційного двигуна від попадання птахів. У статті пропонуються різні методи боротьби з цим явищем, які приведуть до підвищення рівня безпеки експлуатації ЛА і підвищення надійності авіаційних ГТД. Розрахункові запаси міцності двигуна є основними критеріями при проектуванні конструкції двигуна. Для підтвердження достатності розрахункових запасів міцності проводяться експериментальні дослідження із зразками птахів. Ушкоджувальними параметрами конструкцій і матеріалів є технічні характеристики, що викликали необоротні пошкодження, що не порушують працездатність виробу і що допускаються нормативними документами РЕ двигуна, ТУ, сертифікатами.

Ключові слова: забірник повітря, кок, літак-амфібія, вхідний захисний пристрій, сітка, сепаратор.

**PROSPECTIVE METHODS OF PROTECTION OF THE HYDROAVIATION ENGINES
FROM BIRD INGESTION INTO THE ENGINE INLET**

E. V. Zarembo, I. P. Kovalyov

At present during development of the new amphibious airplanes there is primary objective to provide strength, reliability and service life of the aviation engines at minimum possible period with the lowest cost. In such a development there is a special attention paid to a protection of the aircraft engine from bird ingestion into the engine inlet. The article is devoted to different methods of engine protection from such an event and all of that should improve the safety of aircraft operation and reliability of the jet engines. The design safety margins of the engine are the critical parameters during the design and development of the engine. There are the tests performed using the bird's carcasses to verify sufficiency of calculated parameters of safety margins. The damage factor for the structural elements and materials are those parameters that caused irreversible damages while do not break operating capability of the component and are permissible according to specification documents of engine operating manuals, technical specifications and certificates.

Key words: air inlet, cook, airplane-amphibian, entrance protective device, net, separator.

Заремба Едуард Владимирович – канд. техн. наук, инж.-констр. 1к., Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева, Таганрог, Россия.

Ковалев Игорь Павлович – начальник КБ Таганрогский авиационный научно-технический комплекс им. Г.М. Бериева, Таганрог, Россия.