

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОСТОРОННИХ ПРЕДМЕТОВ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ПОТОКОМ, ИНДУЦИРУЕМЫМ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Нескоромный Е.В.¹, Бороздин С.А.¹, Евдокимов А.И.²

¹ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, borozdin4@yandex.ru

²филиал АО «ОДК» «НИИД», г. Москва

Ключевые слова: силовая установка, посторонний предмет, статистическая характеристика, кинематический параметр.

Наиболее важным элементом летательного аппарата (ЛА) является силовая установка (СУ), а именно авиационный двигатель, входящий в ее состав. Надежная работа газотурбинных двигателей (ГТД) является одним из факторов, влияющих на безопасность полетов. Исходя из анализа статистических данных, представленных в работах [1-3], авторами сделан вывод о негативном влиянии на надежность авиационной ГТД значительной засоренности аэродромов твердыми неорганическими предметами. При движении ЛА по аэродрому возможен заброс твердых посторонних предметов (ПП) на вход в СУ, что ведет к соударению ПП с элементами СУ, их повреждению и снижению надежности. Как правило, наибольшим повреждениям подвержены рабочие лопатки вентилятора первых ступеней осевого компрессора [2, 3].

Так, например, доля преждевременно снимаемых с эксплуатации газотурбинных двигателей по причине повреждения ПП для отечественной авиации составляет более 20 %, что отрицательно сказывается на таком показателе надежности, как наработка до отказа.

На основе анализа работ по данной тематике [2-5] авторами выделены следующие способы заброса ПП:

- заброс приземным вихрем;
- заброс при использовании реверса тяги;
- заброс реактивными струями при взлете группой ЛА;
- вылет из-под колес шасси.

Авторами проведен анализ моделей и методик [2-5], учитывающих способ заброса ПП. Выявлено, что механизм движения ПП по поверхности аэродрома до момента его движения в воздушном потоке, индуцируемом приземным вихрем или реактивными струями, недостаточно изучен.

Так, например, отсутствуют статистические характеристики кинематических параметров ПП, движущихся в воздушном потоке при его взаимодействии с поверхностью аэродрома, а именно:

- математическое ожидание, плотность и функция распределения угла отскока ПП;
- математическое ожидание, плотность и функция распределения коэффициента восстановления скорости.

В работе уделено значительное внимание механизму заброса ПП на вход в СУ тремя первыми способами, в части взаимодействия ПП с потоком воздуха или газа и движения его по поверхности аэродрома.

Так как ПП, встречающийся в условиях эксплуатации, обладает неправильной формой, а аэродром имеет шероховатую поверхность, то частица при перемещении, периодически встречается с препятствиями. Это ведет к соударению ПП с препятствиями и изменению скорости и направления его движения. Для определения статистических характеристик кинематических параметров ПП, взаимодействующих с потоком, индуцируемым СУ самолета, авторами предложен расчетно-экспериментальный способ.

Способ заключается во введении ПП в воздушный поток и фиксации его траектории при движении в потоке и при соударении с поверхностью аэродрома. Полученные результаты

в виде координат частиц являются исходными данными для дальнейшего статистического анализа и определения статистических характеристик.

Список литературы

1. Обоснование выбора эффективных систем защиты силовых установок самолётов от повреждения посторонними предметами: отчет о НИР / ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж); рук. Нескоромный Е.В.; исп.: Марков Д.С. [и др.], 2020. 266 с. № ГР 1611958. инв. У 5030 195/20.

2. Евдокимов А.И. Обоснование выбора эффективных систем защиты от повреждений посторонними предметами двигателей самолётов военного назначения: дис. ... док. техн. наук. ВВИА. – М., 1993. – 520 с.

3. Комов А.А. Теоретические основы и технические решения для защиты авиационных двигателей от попадания твердых посторонних предметов с поверхности аэродрома: дис. ... док. техн. наук. ГосНИИ ГА. – М., 2005. – 400 с.

4. Киренчев А.Г. Совершенствование методов организации технологических процессов обслуживания воздушных судов в ожидаемых условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.14. М., 2020. 186 с.

5. Давыдов А.А., Евдокимов А.И. Определение параметров защищенности двухдвигательных силовых установок самолетов от вихревого засасывания посторонних предметов // Сб. научно-методических материалов по конструкции и системам управления ГТД. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1995. – С. 76-84.

Сведения об авторах

Нескоромный Евгений Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры авиационных двигателей. Область научных интересов: защита авиационных силовых установок от повреждения посторонними предметами.

Бороздин Сергей Александрович, преподаватель кафедры авиационных двигателей. Область научных интересов: защита авиационных силовых установок от повреждения посторонними предметами.

Евдокимов Алексей Иннокентьевич, профессор, д.т.н., главный специалист отдела конструкторско-технологического перспективных проектов. Область научных интересов: повышение надежности и эффективности авиационных силовых установок.

A METHOD FOR DETERMINING THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THE KINEMATIC PARAMETERS OF FOREIGN OBJECTS INTERACTING WITH THE FLOW INDUCED BY THE POWER PLANT OF AN AIRCRAFT

Neskoromny E.V.¹, Borozdin S.A.¹, Evdokimov A.I.²

¹N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russia, borozdin4@yandex.ru

²branch of JSC «UEC» « Engine Research Institute», Moscow, Russia

Keywords: power plant, foreign object, statistical characteristic, kinematic parameter.

The paper presents the main methods of throwing foreign objects at the entrance to the power plant, as well as a method for determining the statistical characteristics of the kinematic parameters of particles interacting with the flow.