

DOI 10.58351/2949-2041.2024.16.11.002

Марченко Юрий Глебович,
Преподаватель УрФУ, Екатеринбург
Marchenko Iurii Glebovich, UrFU

Теткин Игорь Юрьевич,
Студент, УрФУ, Екатеринбург
Tetkin Igor Iurevich

Рафиков Мурат Булатович,
Студент, УрФУ, Екатеринбург
Rafikov Murat Bulatovich

Калинин Илья Александрович,
Преподаватель УрФУ, Екатеринбург
Kalinin Iliia Aleksandrovich, UrFU

ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ АВИАЦИОННОГО ТУРБОВИНТОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ASSESSMENT OF AN AIRCRAFT TURBOPROPELLER ENGINE RELIABILITY

Аннотация: В данной статье рассматриваются причины отказов и поломок авиационных турбовинтовых двигателей двух типов. Проанализирована годовая наработка двигателей. Разработана методика оценки безотказности двигателя.

Abstract: This article discusses the causes of failures and breakdowns of two types of aircraft turboprop engines. The annual operating time of the engines is analyzed. A method for evaluating the reliability of the engine has been developed.

Ключевые слова: Надежность эксплуатации, ГТД, анализ аварий.

Keywords: Operational reliability, gas turbine engines, accident analysis.

Анализ парка двигателей

В данной статье представлены данные по выявленным в эксплуатации неисправностям двигателей «Тип 1»/ «Тип2» устраненным в эксплуатации в гражданской авиации РФ за отчетный период с 01.01.2023 по 31.12.2023г.

Источником данных являются сведения, предоставленные эксплуатирующими организациями.

Согласно предоставленным сведениям, количество двигателей в рассматриваемом парке составляет: «Тип 1» – 51 шт. и двигателей «Тип 2» – 37 шт., суммарная наработка с начала эксплуатации: двигателей «Тип 1» – 169 598 часов и двигателей «Тип 2» – 210 133 часа.

Суммарная наработка парка двигателей за период с 01.01.2023 по 31.12.2023г. двигателей «Тип 1» – 24 893 часа и двигателей «Тип 2» – составляет 5 631 часа.

При эксплуатации двигателей «Тип 1» / «Тип 2» в гражданской авиации период с 01.01.2023 по 31.12.2023г. авиационных катастроф, нелокализованных разрушений и пожаров по вине двигателей не было. За указанный период зафиксировано 2 случая выключения двигателя в полёте (рисунок 1).

За указанный период выявлено 8 дефектов двигателя, проявившихся в полёте и не приведших к выключению двигателя.

За указанный период дефектов выявлено 2 дефекта, проявившихся на земле и приведших к досрочному съему двигателей.

На земле выявлено 12 неисправностей, устранённых в условиях эксплуатации.



Диаграмма отказов



Рис. 1 Диаграмма отказов двигателей

Методика расчета безотказности

С учётом условий эксплуатации и отличий в конструкции и режимах работы, оценка показателей безотказности для всего парка двигателей семейства «Тип1» / «Тип2» гражданской и государственной авиации выполняется по результатам эксплуатации в Российской Федерации.

Наработка парка двигателей семейства гражданской и государственной авиации с начала эксплуатации неизвестна и восстановить её не представляется возможным. При этом достоверно известно, что двигатели семейства эксплуатируются в Российской Федерации более 18 лет. С учётом этого факта, нормативные значения показателей безотказности двигателей семейства будут иметь постоянную величину.

Согласно положению «Нормы безотказности двигателей гражданской авиации (для магистральных самолётов). П 1.1 132-2007» при анализе надёжности используется следующая номенклатура показателей безотказности:

$T^*_{НЛД}$ – средняя наработка на один нелокализованный отказ двигателя по конструктивно-производственным причинам (нелокализованное разрушение, нелокализованный пожар);

$$T^*_{НЛД} = tC / NH_{ЛД} \text{ ч, где}$$

$NH_{ЛД}$ – количество нелокализованных отказов за период времени; tC – суммарная наработка парка двигателей за период оценки.

$T^*_{ПВ}$ – средняя наработка на один отказ двигателя по конструктивно-производственным причинам, приведший к неустраняемому выключению двигателя в полёте.

$$T^*_{ПВ} = tC / NP_{В} \text{ ч, где}$$

$NP_{В}$ – количество невозстанавливаемых в полёте выключений двигателя за период оценки; tC – суммарная наработка оцениваемого парка двигателей за период оценки.

Оценка безотказности отечественных авиационных двигателей гражданской авиации в части эффективности использования двигателей проводится по следующему показателю:

$T^*_{ДСД}$ – средняя наработка на один отказ двигателя по конструктивно-производственным причинам, приведший к досрочному съёму двигателя, для ремонта в заводских условиях.

$$T^*_{ДСД} = tC / ND_{СД} \text{ ч, где}$$

$ND_{СД}$ – количество невозстанавливаемых в полёте выключений двигателя за период оценки; tC – суммарная наработка парка двигателей за период оценки.



K^*PB – коэффициент регулярности вылетов. Коэффициент KPB определяется как процент вылетов, осуществленных в соответствии с расписанием (без задержки вылета, с задержкой вылета по двигательным причинам не более, чем на 15 минут и не отмененных по двигательным причинам).

$$K^*PB = [1 - (NЗВ / НПВ)] * 100\%, \text{ где}$$

$NЗВ$ – количество вылетов, задержанных по двигательным причинам, более, чем на 15 мин., либо отмененных; $НПВ$ – запланированное (по расписанию) количество вылетов (в оцениваемом парке ВС за оцениваемый период).

Рекомендуемые нормативные значения показателей безотказности двигателей семейства «Тип1»/ «Тип2»

$T_{нд}$ – 2 500 000 ч;

$T_{пв}$ – 40 000 ч;

$T_{дсд}$ – 8 000 ч;

$KPB \geq 99,85\%$.

Таблица 1

Оценка безотказности для двигателя Тип 1:

Период	$N_{нд}$	$T_{нд}$	$N_{пв}$	$T_{пв}$, ч	$N_{дсд}$	$T_{дсд}$, ч	Годовая наработка, ч
2023	0	-	2	12 446,5	3	8 298	24 893
Нормируемая величина показателя		2 500 000		40 000		8 000	

Таблица 2 Оценка безотказности для двигателя Тип 2:

Период	$N_{нд}$	$T_{нд}$	$N_{пв}$	$T_{пв}$, ч	$N_{дсд}$	$T_{дсд}$, ч	Годовая наработка, ч
2023	0	-	0	5 631	0	5 631	5 631
Нормируемая величина показателя		2 500 000		40 000		8 000	

При этом KPB не оценивался по причине отсутствия исходных данных.

Выводы

В отчетный период времени с 01.01.2023 по 31.12.2023г. авиационных катастроф, нелокализованных разрушений и пожаров по вине двигателей «Тип 1» / «Тип 2» в гражданской авиации не было. Проведение оперативных мероприятий по восстановлению уровня безопасности полетов по результатам эксплуатации за отчетный период не требуется.

Зафиксировано 2 отказа, приведший к отключению двигателя в полете; 8 отказов, проявившиеся в полете и не приведшие к отключению двигателя и 2 отказа, приведшие к досрочному съему двигателя. Проведение оперативных мероприятий на поддержание летной годности по результатам эксплуатации за отчетный период не требуется.

Все остальные неисправности устранены в условиях эксплуатации.

Ввиду того, что величина суммарной наработки парка двигателей «Тип 1» / «Тип 2» гражданской авиации за 2018-2023 составила 80 795 ч, что суммарно не превышает 10^5 ч в соответствии с «Нормами безотказности двигателей гражданской авиации 2004 г.», оценка показателей будет проведена по достижении наработки парка 10^5 ч.

