

Швець П. М., Хлоп'ячий В. А.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАПУСКУ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА

Анотація. У тезі розглянуто сучасний стан систем запуску авіаційних двигунів та їх вплив на ступінь готовності літального апарату до польоту, надійність роботи й ресурс двигуна, визначено недоліки систем запуску авіадвигуна з використанням програмно-часового агрегату. Обґрунтовано необхідність удосконалення систем запуску авіаційних двигунів. Запропоновано замість жорсткої часової програми використовувати комбінацію сигналів параметрів що характеризують поточний стан авіаційного двигуна.

Ключові слова: авіаційний двигун; система запуску; програмно-часовий агрегат; алгоритм керування; пускова автоматика; параметри двигуна; удосконалення системи запуску.

Abstract. The paper examines the current state of aircraft engine starting systems and their influence on the aircraft's readiness for flight, operational reliability, and engine service life. The drawbacks of engine starting systems based on program-time control units are analyzed. The necessity of improving aircraft engine starting systems is substantiated. It is proposed to replace the rigid time-based program with a control algorithm that utilizes a combination of signals from parameters characterizing the current state of the engine during the start sequence.

Keywords: aircraft engine; starting system; program-time control unit; control algorithm; starting automation; engine parameters; improvement of the starting system.

Запуском авіаційного двигуна називають процес його виводу на мінімальний режим стійкої роботи (режим малого газу): зі стану покою – у наземних умовах або із режиму авторотації – в польоті.

Характеристики системи запуску авіаційного двигуна безпосередньо впливають на ступінь готовності літального апарату до польоту, на безпеку польоту, на надійність роботи й ресурс двигуна.

Розкручування валу авіадвигуна в процесі запуску здійснюється за допомогою електричного, повітряного або турбостартера, який розкручує вал ротора авіаційного двигуна до частоти обертання, при якій у камерах згоряння створюється такий тиск і витрата повітря, які забезпечують нормальне загоряння палива. При цій частоті обертання включається подача пускового палива та запалювання, починає працювати турбіна.

Процес запуску управляється програмним пристроєм (автоматичною панеллю запуску), що є електромеханічним програмно-часовим агрегатом, який відпрацьовує закладену жорстку часову програму. Перевагами використання програмного пристрою є його простота та гарантована повторюваність, разом з тим він має ряд недоліків:

- неадаптивність до реальних умов запуску – часова циклограма не враховує стан двигуна: температуру повітря, в'язкість мастила, заряд акумулятора, знос підшипників, що може призвести до зриву запуску.

- зайві енергетичні втрати – якщо двигун запустився швидше, стартер усе одно продовжує працювати відповідно циклограми витрачаючи енергію акумуляторної батареї і зношує муфту вільного ходу або редуктор.

- відсутність зворотного зв'язку – програмний механізм не отримує інформацію про фактичні параметри запуску (оберти, температуру, тиск), тому не може виявити аномалії чи аварійні режими на ранній стадії.

- відсутність можливості діагностики – програмний механізм не дає інформацію про те, скільки часу реально тривав пуск, коли з'явилося горіння, тощо – неможливо аналізувати стан двигуна або системи запуску.

Доцільно запровадити систему управління запуском авіаційного двигуна де замість жорсткої часової програми використовуватиметься комбінація сигналів параметрів що характеризують поточний стан авіаційного двигуна:

- швидкість обертання ротора авіаційного двигуна N ,
- градієнт швидкості обертання ротора авіаційного двигуна dN/dt – швидкість приросту N ,
- струм електростартера $I_{ст}$ (крутний момент стартера $M_{ст}$),
- стрибок T_4 свідчить про запалення та горіння палива в камері згоряння авіаційного двигуна,

- тиск в компресорі Р₃.

Відключення стартера слід здійснюватися після виходу авіаційного двигуна на режим стабільного обертання під власною газодинамікою і появою тяги.

Список використаних джерел:

1. Обносков К.В. Шляхи удосконалення систем запуску авіаційного двигуна літаків військово-транспортної авіації в особливий період // НУОУ. Збірник наукових праць кафедри авіації, Київ, 2021, № 9.2: II-35-II-37.
2. Сорокин Д.М., Заріцький І.В. Шляхи удосконалення електричної системи запуску авіаційних двигунів при модернізації літаків військово-транспортної авіації // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. - Київ, 2014. - № 10(17). - С. 131-136.
3. Чоха, Ю. М. Особливості використання експертної системи діагностування газотурбінного двигуна в процесі його експлуатації // Вісник НАУ - Київ, 2003. - № 3-4. - С. 50-53.
4. Владов С. І. нейромережеві системи автоматизації моніторингу технічного стану бортових систем авіаційного транспорту / С. І. Владов // Інтелектуальні системи автоматизації : монографія / Аврунін О. Г. та ін. – Кременчук : Новабук, 2021. – Розд. 3. – С. 123-207.

Швець Петро Миколайович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: petro200501@gmail.com;

Хлоп'ячий Вячеслав Анатолійович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, професор кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів, Харків, Україна; email: 0674648530@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>.

Shvets Petro Mykolayovych – Kharkiv National Air Force University named after I. Kozhedub, cadet of the 242nd training group, Kharkiv, Ukraine; email: petro200501@gmail.com;

Khlopyach Vyacheslav Anatoliyovych – Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Professor of the Department of Aviation Equipment of Airplanes and Helicopters, Kharkiv, Ukraine; email: 0674648530@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>.