

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації *Оганяна Ігоря Валерійовича* на тему «Визначення технічного стану паливного регулятора турбовального двигуна за результатами заводських випробувань», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

На засіданні кафедри конструкції авіаційних двигунів за участі:

Спіфанова Сергія Валерійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Білогуба Олександра Віталійовича, д.т.н., професора, професора кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Гусева Юрія Олексійовича, к.т.н., доцента, професора кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Гаркуші Олександра Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Безуглого Сергія Володимировича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Суховія Сергія Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Зеленського Романа Леонідовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Марценюка Євгена Вікторовича, ст. викладача кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Кулика Анатолія Степановича, д.т.н., професора, професора кафедри систем управління літальних апаратів «ХАІ»;

Гакала Павла Григоровича, д.т.н., професора, професора кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Петухова Іллі Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки «ХАІ»;

Широкого Юрія В'ячеславовича, к.т.н., доцента, декана факультету авіаційних двигунів «ХАІ»;

Фесенко Ксенії Володимирівни, к.т.н., доцента, доцента кафедри теорії авіаційних двигунів «ХАІ»;

Варбанця Роман Анатолійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри суднових енергетичних установок і технічної експлуатації Одеського національного морського університету;

Миргорода Володимира Федоровича, д.т.н., доцента, професора кафедри Автоматизації суднових енергетичних установок Національного університету «Одеська морська академія» (Одеса);

Павлюка Євгена Вікторовича, к.т.н., директора з розробки авіаційних систем та агрегатів АТ «ФЕД» (Харків);

Торби Юрія Івановича, к.т.н., начальника відділу ДП «Івченко-Прогрес»;

Свсженцева Сергія Юрійовича, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Бондаренка Олексія Васильовича, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Векліча Ярослава Сергійовича, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Карпенка Артема Михайловича, провідного конструктора ДП «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Пушилїна Олексія Євгеновича, провідного конструктора ДП «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Кригіна Сергія Сергійовича, інженера-дослідника ДП «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Воробйової Ганни Сергіївни, аспірантки кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;

Цуканова Руслана Юрійовича, ст. викладача кафедри конструкції літаків і вертольотів, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Оганяна Ігоря Валерійовича* на тему «Визначення технічного стану паливного регулятора турбовального двигуна за результатами заводських випробувань».

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження

Для забезпечення функціонування силової установки ЛА важливе значення має паливна система, яка складається з паливних баків, насосів, фільтрів, зворотних і запобіжних клапанів, агрегатів дозування палива. Для забезпечення працездатності агрегатів паливної системи в межах міжремонтного ресурсу й терміну служби із заданою ймовірністю безвідмовної роботи вкрай важливо виконувати своєчасне технічне обслуговування й ремонт до того, як несправності, що розвиваються, переростуть у повномасштабні збої, запобігаючи простоям і підвищуючи загальну надійність.

Існує багато досліджень, присвячених діагностуванню технічного стану таких агрегатів, як гідравлічні насоси та гідроприводи; розроблені різноманітні методи для виявлення та локалізації несправностей. Проте проблема локалізації несправностей агрегатів розподільного типу, таких як паливні регулятори, залишається недостатньо дослідженою.

Тому задача розробки ефективного методу діагностування несправностей паливних регуляторів, який дозволить отримувати достовірні ймовірнісні оцінки в умовах погано обумовленої задачі, а також задача розробки методу виявлення нестійких паливних регуляторів у складі системи автоматичного керування, є актуальним науково-технічним завданням, яке має важливе практичне значення.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Представлені в роботі дослідження виконано на кафедрі конструкції авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» в рамках виконання держбюджетної теми «Формування технологій створення адаптивних систем керування ГТД пасажирських і транспортних літаків» (ДР № 0119U100942), а також на АТ «ФЕД» в рамках робіт по освоєнню технології ремонту за технічним станом згідно проєкту АТ «ФЕД» РТС НР-3Т, код Р.053/3.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1) **Уперше** запропоновано метод виявлення паливних регуляторів, що спільно із двигуном здатні спричинити нестійку роботу системи автоматичного керування, який відрізняється від відомих застосуванням методів кластеризації до динамічних характеристик зазначених регуляторів, і забезпечує виявлення несправних регуляторів безпосередньо в умовах підприємства-виробника.

2) Розроблено **новий** метод параметричного діагностування гідромеханічного паливного регулятора в просторі параметрів робочого процесу, який відрізняється від відомих використанням вдосконаленої математичної моделі зазначеного регулятора та аналізом визначених методом Байєса ймовірностей можливих технічних станів об'єкта, що дозволяє розпізнавати несправності регулятора на ustalених режимах роботи за наявності складу вимірюваних параметрів, характерного для заводських випробувань.

3) **Набули подальшого розвитку** методи моделювання гідромеханічних систем: шляхом введення характеристик елементів, що змінюються внаслідок зміни технічного стану, створено нелінійну динамічну діагностичну модель паливного регулятора турбовального двигуна вертольота, яка забезпечує моделювання впливу несправностей на параметри робочого процесу та може бути використана для формування методів параметричного діагностування.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

1) Створена діагностична математична модель паливного регулятора дозволяє моделювати його поведінку як на статичних, так і на динамічних режимах роботи, що дає можливість проводити комплексний аналіз технічного стану регулятора, прогнозувати його поведінку в різних умовах експлуатації та виявляти потенційні несправності.

2) Розроблений метод параметричного діагностування паливного регулятора ефективно локалізує його несправності за обмеженої кількості доступних діагностичних ознак. Використання ймовірнісних оцінок дозволяє в умовах невизначеності задачі та наявних похибок вимірювань спростити процес встановлення діагнозу. Цей метод параметричного діагностування тестовано в реальних умовах під час входного контролю семи екземплярів гідромеханічного паливного регулятора. Результати тестування продемонстрували високі показники якості класифікації на різних режимах роботи. Розроблена на основі зазначеного методу технологія входного контролю дозволила інтегрувати методи діагностування в процес ремонту за технічним станом.

3) Розроблений метод класифікації динамічних характеристик паливного регулятора дозволяє виявляти вироби, використання яких у складі САК може привести до втрати її стійкості. Цей метод аналізує динамічні параметри агрегату та класифікує його стан, що дає змогу своєчасно виявляти потенційно несправні екземпляри. Метод запатентований та використовується на підприємстві АТ «ФЕД» понад шість років, демонструючи високу точність класифікації.

Отримані результати можуть бути використані в ремонтних, сервісних та виробничих підприємствах авіаційної галузі для підвищення ефективності діагностування та ремонту гідравлічних систем літальних апаратів, оптимізації технологічних процесів контролю якості та підвищення надійності продукції; у навчальних закладах авіаційного профілю для підготовки фахівців з діагностики та обслуговування авіаційних систем, впровадження сучасних методів діагностування в освітній процес.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати роботи доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на: XXIII, XXVI, XXVIII, XXIX міжнародних конгресах двигунобудівників (Україна, м. Харків, 2018 р., 2021 р., 2023 р., 2024 р.); International Seminar on New Trends in Construction, Research and Operation of Flying Objects (Poland, Lukasiewicz Research Network – Institute of Aviation on May, 2022).

Розробленні автором наукові положення впроваджено:

– у проєкті АТ «ФЕД» РТС НР-3Т, код Р.053/31 ремонт за технічним станом виробів НР-3ВМ-Т, НР-3ВМА-Т;

– у навчальному процесі в курсах «Системи діагностування авіаційних двигунів і енергетичних установок» та «Основи технічної діагностики», які викладаються студентам спеціальності 134 «авіаційна та ракетно-космічна техніка в Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація І. В. Оганяна є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно, текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства. Роботу передано експерту для проведення науково-технічної експертизи щодо збігів з Internet-джерелами, про що буде надано відповідний звіт.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

– три статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, одна з них – одноосібна, в інших один співавтор – науковий керівник;

– одна стаття у закордонному науковому виданні, проіндексованому в базі Sciendo;

– дві тези доповідей на міжнародних наукових конференціях;

– один патент.

Статті у наукових виданнях України, затверджених як фахові за спеціальністю 142:

Оганян, І. В. Математична модель паливного насоса-регулятора турбовального двигуна вертольота / І. В. Оганян // Авіаційно-космічна техніка та технологія. - 2020. - № 7 (167). - С. 105-112.

Оганян, І. В. Алгоритм класифікації технічного стану паливного регулятора у просторі параметрів робочого процесу / І. В. Оганян, С. В. Єпіфанов // Авіаційно-космічна техніка та технологія. - 2021. - № 4 (1173). - С. 158-169.

Здобувач одержав аналітичні вирази для отримання ймовірнісної характеристики достовірності алгоритму класифікації дефектних станів паливного регулятора, оснований на теоремі Байєса; визначив діагностичні ознаки та конструктивні параметри, що діагностуються.

Оганян, І. В. Огляд методів параметричного діагностування агрегатів гідравлічних і паливних систем літальних апаратів / І. В. Оганян, С. В. Єпіфанов // Авіаційно-космічна техніка та технологія. - 2023. - № 4 спецвипуск 1 (189). - С. 96-108.

Здобувач визначив основні вимоги й напрями розробки методів діагностування несправностей агрегатів гідравлічних і паливних систем на основі аналізу літературних джерел з цієї проблеми.

8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною науково-освітньою програмою та написання дисертації Оганяном Ігорем Валерійовичем вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на належному науковому рівні та відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, і може бути рекомендована до захисту, а її автор Оганян Ігор Валерійович – до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Отже, вважаємо, що дисертаційна робота Оганяна Ігоря Валерійовича на тему «Визначення технічного стану паливного регулятора турбовального двигуна за результатами заводських випробувань», представлена на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44). Відтак, вона може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Головуючий на засіданні
кандидат технічних наук, професор
кафедри конструкції авіаційних двигунів
Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»



Юрій ГУСЕВ