

УДК 629.7.062  
**Павло МАКАРОВ**  
аспірант кафедри аерогідродинаміки  
Національного аерокосмічного університету  
ім. М. С. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", м. Харків, Україна  
e-mail: p.makarov\_khai@gmx.com, ORCID: 0009-0008-6415-8970

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ**

**Анотація:** У цій доповіді викладено важливість безперебійної роботи електрогенеруючого обладнання сучасного літака, проведено аналіз переходу з механічних та гідравлічних приводів управління системами літаків на електричні. Розглянуто проблему необхідності відновлення електрообладнання літаків у стислий термін.

**Ключові слова:** електрогенеруюче обладнання, привод, електричний літак, генератор.

## **DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGIES FOR RECOVERY OF ENERGY EQUIPMENT OF AIRCRAFT USING MODERN METHODS**

**Abstract:** This report outlines the importance of uninterrupted operation of the power generating equipment of a modern aircraft, analyses the transition from mechanical and hydraulic drives of aircraft control systems to electric ones in modern aviation. Considered the problem of the need to restore aircraft electrical equipment in a short period.

**Keywords:** power generating equipment, actuator, electric plane, generator.

Рух аерокосмічної промисловості до збільшення кількості електричного обладнання обумовлений довгостроковими амбіціями переходу до повністю «електричних» літаків. Мотивація до перетворення механічних, пневматичних і гідравлічних систем на електричні зумовлена бажанням оптимізувати характеристики літака, зменшити витрати на технічне обслуговування та експлуатацію, підвищити ефективність використання палива та зменшити викиди. Приводи літаків виконують такі важливі функції, як регулювання кермом висоти, елеронами, закрилками, спойлерами, шасі, відкриття та закриття вантажних люків та відсіків зброї. Технологія приводу починаючи з ручних систем, таких як кабелі та стрижні, поступово просунулася до систем з гідравлічним приводом. Сучасною тенденцією є переведення приводів на електричні (крокові двигуни) з електронними системами управління. Живлення цих електричних приводів та електронних систем керування відбувається за рахунок електроенергії від генераторів літака.

Розглянемо систему електропостачання літака. Вона складається з систем змінного та постійного струму. Система електропостачання змінного

струму включає первинну систему з живленням від генераторів з вбудованим приводом, встановлених на кожному двигуні. При наземних операціях електропостачання змінним струмом здійснюється від генератора допоміжної силової установки. Кожен генератор забезпечує трифазне живлення напругою 400Гц. Електропостачання постійним струмом здійснюється шляхом перетворення змінного струму на постійний. Системи акумуляторів утворюють додатковий і резервний джерела постійного струму.

Типовий чотириполюсний генератор з шунтовою обмоткою з самозбудженням, який використовується в сучасному типі турбогвинтових цивільних транспортних літаків розроблений для забезпечення вихідної потужності 9 кіловат при безперервному струмі 300 ампер у діапазоні швидкості від 4500 до 8500 об/мін. У своїй основній формі конструкція складається з п'яти основних вузлів, а саме: ярма, якоря, двох кінцевих рам і щіткового механізму.

Аналіз технічного стану генератора літака виконується відповідно до технічного посібника з експлуатації літака і включає: візуальний огляд, високовольтні випробування, вимірювання опору ізоляції та визначення коефіцієнту поляризації, а також рівня часткових розрядів.

Вібрація, теплові та електричні фактори (напруга, часткові розряди, вихрові струми в осерді статора), що діють на електричні приводи та генератори літаків, призводять до прискореного старіння електричної ізоляції та втрати нею своїх властивостей, що, в свою чергу, призводить до виходу з ладу генеруючого обладнання та неможливості подальшого використання літака без проведення ремонтних робіт.

Для забезпечення безпечного та безперебійного функціонування авіаційної техніки дуже часто виникає необхідність виконувати ремонти у стислий термін, що є досить складною задачею, яка вимагає пошуку вже використовуваних технологій з інших галузей машинобудування.

Технології відновлення електрогенеруючого обладнання на території України отримали свій найбільший розвиток та практичне застосування в галузі енергетичного машинобудування (гідрогенератори-двигуни). Елементи конструкцій гідрогенераторів працюють в умовах складного навантаження, викликаного спільною дією інерційних сил від обертання ротора, сил тяжіння, складальних навантажень, що виникають від посадок деталей з натягом, а також температурних навантажень. Обертання ротора, нерівномірність електромагнітного поля та гідравлічний вплив на турбіну призводять до виникнення вібрації усєї конструкції, що є схожим з впливом вібрацій, які обумовлені власними коливаннями конструкції літака. Вимоги надійності та міцності, що пред'являються в області будування та ремонту гідроагрегатів у

зв'язку з високими навантаженнями, дозволили вдосконалити ці технології та відпрацювати їх на практиці.

Отримані знання та практичні напрацювання в галузі енергетики у сукупності з використанням сучасних методів математичного моделювання дозволять успішно перенести їх до галузі літакобудування, що надасть можливість здійснювати складний ремонт електрообладнання авіаційної техніки на підприємствах України у стислий термін та є вкрай важливим під час воєнного стану.

### **Список використаних джерел:**

1. Valavi M., Nysveen A., Nilsen R., Le B. J., Devillers E. Analysis of magnetic forces and vibration in a converter-fed synchronous hydrogenator. *2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, Cincinnati, OH, USA, 2017, P. 1838-1844. URL: <https://doi.org/10.1109/ECCE.2017.8096018>.

2. Li J., Chen D., Liu G., Gao X., Miao K., Li Y., Xu B. Analysis of the gyroscopic effect on the hydro-turbine generator unit. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 2019, Vol. 132, P. 138-152, ISSN 0888-3270. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2019.06.020>.

3. Tretiak O.; Kritskiy D.; Kobzar I.; Arefieva M., Nazarenko V. The Methods of Three-Dimensional Modeling of the Hydrogenerator Thrust Bearing. *Computation* 2022, 10, 152. URL: <https://doi.org/10.3390/computation10090152>.

4. Tretiak, O.; Kritskiy, D.; Kobzar, I.; Arefieva, M.; Selevko, V.; Brega, D.; Maiorova, K.; Tretiak, I. Stress-Strained State of the Thrust Bearing Disc of Hydrogenerator-Motor. *Computation* 2023, 11, 60. URL: <https://doi.org/10.3390/computation11030060>

УДК 347.777

**Є. НІКІТИНА, М. ЦВІТАЙЛО**

*Студенти 2-го курсу групи 726Ю*

*Національного аерокосмічного університету*

*ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: nikitina2003liza@gmail.com; cvitajlomahail@gmail.com*

**Науковий керівник**

**Алла ГОРДЕЮК**

*кандидатка юридичних наук, доцентка, доцентка кафедри права*

*гуманітарно-правового факультету Національного аерокосмічного університету*

*ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: alla.law.gor@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7423-3673*

## **ІНФОРМАЦІЯ ЯК ОБ'ЄКТ ПРАВА І ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО НЕЇ У МИРНИЙ ЧАС ТА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ**

**Анотація:** У роботі визначено правовий статус інформації як об'єкта права, проаналізовано нормативні акти, що регулюють питання забезпечення доступу до неї у