

УДК 533.65.013.622

**Поваров С. А.<sup>1</sup>, асистент**

<sup>1</sup>КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **КОНВЕРТОПЛАН З СПІВВІСНИМИ РОТОРАМИ**

Переважна більшість з усіх спроектованих на сьогоднішній день конвертопланів оснащені гвинтовими рушіями. Одна з ключових проблем конвертопланів із гвинтовими рушіями полягає у тому, що повітряні гвинти, оптимізовані для режимів вертикального зльоту і посадки, а також зависання, повинні мати низьке навантаження на ефективну площу диска і, відповідно, більший діаметр для забезпечення належних тягових характеристик на цих режимах роботи. У той же час, великий діаметр гвинтів створює проблему у крейсерському горизонтальному польоті, суттєво обмежуючи максимальні польотні швидкості, оскільки при великих швидкостях на кінцях лопатей починають утворюватись зони надзвукового обтікання і ККД гвинтів стрімко зменшується.

Застосування у силових установках конвертопланів співвісних повітряних гвинтів теоретично дає можливість певною мірою вирішити зазначену проблему. Як показали експериментальні дослідження, у разі близьких до нуля швидкостях поступального руху гвинтовий рушій співвісної схеми має кращі тягові характеристики у порівнянні із рушієм, що складається із двох окремих аналогічних одинарних гвинтів [2]. За умови тотожності значення сили тяги, рушій зі співвісними повітряними гвинтами матиме менший діаметр гвинтів у порівнянні з еквівалентним рушієм з одинарним повітряним гвинтом. Отже, конвертоплан, оснащений рушіями зі співвісними гвинтами замість одинарних, матиме можливість розвивати більшу швидкість у горизонтальному польоті.

Прикладом вдалого практичного застосування рушія зі співвісними повітряними гвинтами, що працював на режимах, характерних для профілю польоту конвертопланів, може служити американський експериментальний винищувач вертикального зльоту і посадки *Convair XFY-1 Pogo*. Літак, що мав максимальну злітну масу  $m_0 = 7370$  кг, був оснащений гвинтовим рушієм зі співвісними трилопатевими повітряними гвинтами діаметром  $D = 4,88$  м і двигуном зі злітною потужністю  $N_{зл} = 3800$  кВт. Прототип здійснював вертикальні зліт і посадку, а у горизонтальному польоті досяг максимальної швидкості  $V_{max} = 763$  км/год [5].

Основним параметром, що характеризує умови роботи та ефективність ротора гелікоптера є навантаження на площу диска гвинта. Для гелікоптерів цей параметр лежить у досить широких межах, залежно від конструкції і

призначення літального апарату. У гелікоптера з співвісними гвинтами ротора Ка-26 цей параметр становить близько  $12 \text{ кг/м}^2$ , у Ка-52 –  $33 \text{ кг/м}^2$ . Для гелікоптерів із одnogвинтовим ротором цей показник дещо вищий і складає, наприклад, для Мі-24  $49 \text{ кг/м}^2$ , а для американського АН-64 –  $57 \text{ кг/м}^2$ . У конвертопланів навантаження на площу диска гвинта дещо вище. Наприклад, у серійного V-22 це  $105 \text{ кг/м}^2$ , а у прототипу AW-609 – близько  $80 \text{ кг/м}^2$ .

Якщо взяти для прикладу конвертоплан AW-609 [3] і виконати його переоснащення на співвісні ротори, то у першому наближенні потрібний діаметр повітряних гвинтів можна визначити за умови збереження значення навантаження на площу диска гвинта:

$$\frac{m_0}{2 \times \frac{1}{4} \pi D_1^2} = \frac{m_0}{2 \times 2 \times \frac{1}{4} \pi D_2^2} = 80 \text{ кг/м}^2, \quad \text{звідки: } D_2 = \frac{D_1}{\sqrt{2}}.$$

Отже, у разі діаметра кожного із одnogвинтових роторів  $D_1 = 7,9 \text{ м}$ , для співвісних роторів діаметр гвинтів має становити  $D_2 \approx 5,6 \text{ м}$ . Відповідно до зменшення діаметру роторів, за незмінної частоти обертання, пропорційно зменшиться колова швидкість кінцевих частин лопатей гвинтів, а саме, у 1,4 рази.

Серед очікуваних проблем впровадження в конструкцію конвертопланів рушіїв зі співвісними повітряними гвинтами слід зазначити більшу конструктивно-технологічну складність таких рушіїв у порівнянні із одинарними повітряними гвинтами. Також, застосування співвісних гвинтів дещо зменшить аеродинамічну досконалість конвертопланів, у яких гвинтові рушії розташовані на кінцях консолей крила. У конвертопланів із одинарними повітряними гвинтами за рахунок обдування кінцевих частин крила закрученим за гвинтами струменями повітря на крейсерському режимі польоту відбувається зростання підйомної сили при одночасному зменшенні індуктивного опору, що призводить до суттєвого зростання аеродинамічної досконалості [1, 4]. Застосування співвісних повітряних гвинтів зменшить цей ефект, оскільки другий гвинт у такому рушії випрямляє повітряний потік, що закручується першим гвинтом.

Експериментальна оцінка втрат аеродинамічної досконалості від заміни одинарних повітряних гвинтів на співвісні допоможе в подальшому комплексному аналізі доцільності їх впровадження в конструкцію конвертопланів у яких гвинтові рушії розташовані на кінцях консолей крила.

### **Список використаної літератури**

1. Поваров С. А., Зінченко Д. М. Вплив гвинтових рушіїв, встановлених на кінцях крила, на його аеродинамічні характеристики. Інформаційні системи,

механіка та керування, № 21(2019). – с. 59-69.

DOI: <https://doi.org/10.20535/2219-3804212019182488>.

2. Bourtsev, B. N., Selemenev, S. V. and Vagis, V. P. Coaxial Helicopter Rotor Design and Aeromechanics, Twenty-Fifth European Rotorcraft Forum, Rome, Italy, September 1999.
3. Pietro Venanzi, Dan Wells. AW609 TiltRotor Flight Test Program Overview. AgustaWestland Proprietary Information.
4. Veldhuis L. L. M. (2004), Review Of Propeller-Wing Aerodynamic Interference. ICAS proceedings, ICAS-2004: 24th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, 29 August - 3 September 2004, Yokohama, Japan.
5. Winchester, Jim. Convair XFY1 'Pogo' Concept Aircraft: Prototypes, X-Planes and Experimental Aircraft. Kent, UK: Grange Books, 2007.