

МЕТОД РОЗРАХУНКУ АЕРОДИНАМІКИ ОРТОГОНАЛЬНИХ ВІТРОДВИГУНІВ



Б.Х. Драганов, *докт. техн. наук,*
О.М. Адамчук

Актуальність проблеми. Вітродвигуни з вертикальною віссю обертання здавна широко використовуються як джерело енергії. Швидкохідність і коефіцієнт використання вітру в таких вітроустановках нижче, ніж у вітряків з перпендикулярною віссю обертання, проте вони відзначаються більш простою конструкцією, здатні до самозапуску при малій швидкості вітру, що дає змогу використовувати їх у багатьох регіонах України.

Мета дослідження – визначення основних характеристик вітродвигуна і методів вирішення сформульованої задачі.

Метод дослідження. Для розрахунку і дослідження вітродвигунів використовуються імпульсні і вихрові моделі. Більш широке застосування знайшла імпульсна модель.

Особливістю роботи лопатей у роторі низької швидкохідності є безперервна зміна кутів атаки по круговій трасі від 0 до 2π за один оберт. Отже, для виконання розрахунків аеродинамічних характеристик таких вітроколес необхідно мати результати експериментальних досліджень, які одержують під час кругової продувки профілів. Оскільки в тихохідних роторах використовуються, як правило, оригінальні лопаті, профіль яких відрізняється від стандартних крильчатих, то й експериментальні дані щодо аеродинамічних коефіцієнтів потрібно отримувати окремо в кожному конкретному випадку.

Крім того, умови обтікання лопатей, спрямованих проти вітру і за вітром, інші, ніж у роторів високої швидкохідності, тому й діапазон експериментальних даних за числами Рейнольдса для лопатей тихохідних колес має бути ширшим [2].

Результат дослідження. Розрахунок аеродинамічних характеристик і параметричні дослідження виконувалися для вітроколес, схема яких зображена на рисунку. Постановка зазначеної

стаціонарної задачі припускає, що лопать ротора вітродвигуна зазнає під час руху такого ж силового впливу з боку потоку повітря, як і ізольоване крило однакового подовження з тими ж значеннями кута атаки. Потік, що набігає, вважається постійним і рівномірно розподіленим за розмахом лопатей. Гальмування потоку в роторі згідно з імпульсною теорією ідеального вітродвигуна враховується співвідношенням швидкостей [1]:

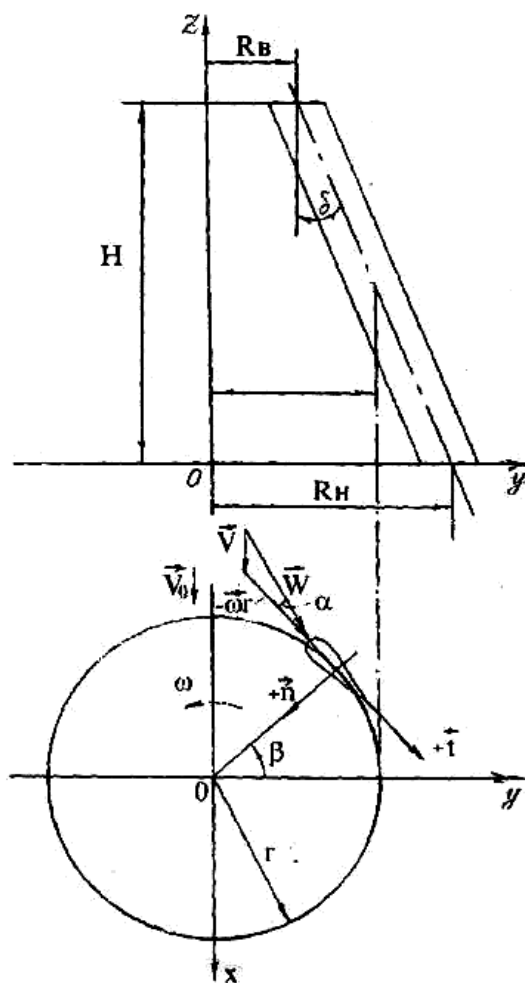


Рис. 1. Розрахункова схема вітроколеса

$$V_1 = \frac{V_0 + V_2}{2} = V_0 \frac{1 + \overline{V}_2}{2}, \quad (1)$$

де V_0 – швидкість незбудженого потоку;
 V_1 – швидкість потоку в площині ротора;
 V_2 – швидкість далеко за ротором;
Відносна швидкість повітряного потоку:

$$\overline{W} = \overline{V}_0 - \overline{U} = \overline{V}_0 - \overline{\omega R} \quad (2)$$

Коефіцієнти C_n і C_t компонент в аеродинамічних сил, що діють на профіль паралельно і перпендикулярно до хорди у його площині, які стосуються динамічного тиску $p_g = \frac{1}{2} \rho W^2$ і виражаються так:

$$C_n = C_y \cos \alpha + C_x \sin \alpha, \quad (3)$$

$$C_t = C_x \cos \alpha - C_y \sin \alpha.$$

де α – кут атаки лопаті;

$C_y(\alpha)$ і $C_x(\alpha)$ – аеродинамічні коефіцієнти підйомної сили і сили лобового опору профілю.

Загальна середня аеродинамічна сила, що діє в напрямку вітру на весь ротор з числом і лопатей постійної ширини b , буде такою:

$$F = \frac{ib}{2\pi} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} p_g \left(C_n \sin \beta + C_t \frac{\cos \beta}{\cos \delta} \right) d\beta \quad (4)$$

Обертальний момент аеродинамічних сил усього ротора щодо осі обертання:

$$M = \frac{ib}{2\pi} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} \frac{p_g C_t}{\cos \delta} d\beta \quad (5)$$

звідки потужність перетвореної енергії вітрового потоку на роторі [3]:

$$P = M\omega = \frac{ib}{2\pi} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} p_g \frac{\omega R C_t}{\cos \delta} d\beta \quad (6)$$

З урахуванням рівняння переносу імпульсу в потоці:

$$F = \frac{1}{2} \rho S (V_0^2 - V_2^2) = 2 \rho S V_1 \frac{1 - \overline{V}_2}{1 + \overline{V}_2} \quad (7)$$

Приврівнюючи сили F з (4) і (7), можна одер-

жати рівняння зв'язку у вигляді:

$$\frac{1 - \overline{V}_2}{1 + \overline{V}_2} = \frac{ib}{8\pi S} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} \frac{W^2}{V_1^2} \left(C_n \sin \beta + C_t \frac{\cos \beta}{\cos \delta} \right) d\beta \quad (8)$$

При цьому:

$$\frac{W^2}{V_1^2} = \left(\frac{\omega R}{V_1} \cdot \frac{r}{R} + \cos \beta \right)^2 + \sin^2 \beta \cos^2 \delta, \quad (9)$$

де $S = 2RH$ – міделевий переріз ротора, що обертається. Кут атаки визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \beta \cos \delta}{\frac{r}{R} \cdot \frac{\omega R}{V_1} + \cos \beta} \quad (10)$$

Знайшовши \overline{V}_2 з (8) швидкохідність, коефіцієнти лобового опору і потужність вітроколеса, можна зобразити у вигляді [4]:

$$\theta = \frac{\omega R (1 + \overline{V}_2)}{V_1} \quad (11)$$

$$C_F = \frac{2F}{\rho S V_0^2} = \frac{ib(1 + \overline{V}_2)^2}{8\pi S} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} \left(\frac{W}{V_1} \right)^2 (C_n \sin \beta + C_t \cos \beta) d\beta \quad (12)$$

$$C_P = \frac{2P}{\rho S V_0^3} = \frac{ib(1 + \overline{V}_2)^3}{16\pi S} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} \left(\frac{W}{V_1} \right)^2 C_t \frac{\omega R}{V_1} \cdot \frac{r}{R \cos \delta} d\beta \quad (13)$$

Оскільки кожному значенню $\omega R / V_1$ відповідають певні величини C_p і C_F , то можна отримати залежності:

$$\tilde{N}_\delta = \tilde{N}_\delta(\theta); \quad \tilde{N}_F = \tilde{N}_F(\theta).$$

Слід зауважити, що для вітроколес з прямими паралельними осями обертання лопатей, наведені формули справедливі при:

$$r = R_H = R_B = R \text{ и } \delta = 0. \quad (14)$$

Висновки

Аналіз результатів розрахунку вітроколеса вертикально-осьового типу дає змогу констатувати:

- для ротора з низькою швидкохідністю і малим коефіцієнтом затінення характерним є більш інтенсивне проникнення повітряного потоку в

область вітроколеса;

• у рамках імпульсних моделей спостерігається, що чим точніше враховується гальмування потоку, тим коректніше буде побудована розрахункова схема визначення аеродинамічних характеристик вітродвигуна. Крім того, збільшення швидкохідності неадекватно екранує внутрішню область вітроколеса, як це слід було очікувати з фізичних положень;

• дослідження показує, що на основі імпульсного методу розрахунку, як правило, отримуємо досить достовірні результати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Самсонов В.В. Усовершенствованный метод расчета аэродинамических характеристик ветроколес вертикально-осевого типа, основанный на импульсной теории // Пром. аэродинамика. – М: 1988. – №3/35 – С. 171–182.
2. Лятхер В.М., Шполянский Ю.Б. Аэродинамика ортогональных ветроагрегатов: сб. науч. тр. / Гидропроект. – 1988. – Вып. 129. – С. 113–127.
3. Волков Н.И., Никитина Л.М. К расчету аэродинамических характеристик ортогональных ветродвигателей высокой быстроходности: тематический сб. науч. тр. / СФТИ «Химическое машиностроение: расчет, конструирование, расчет». – К.: УМКВО, 1992. – С. 101–102.
4. Вашкевич К.П., Самсонов В.В., Численные методы расчета на ЭВМ аэродинамических характеристик ветроколес ортогонального типа: материалы Всесоюзной конференции «Возобновляемые источники энергии». – Ереван, 1995. – Т.2. – С. 208–209.

УДК 621.391

ВІДОМЧА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ



О. В. Ананьїн, канд. техн. наук

Постановка проблеми. Виходячи з особливостей оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України як правоохоронного органу спеціального призначення, якісне і своєчасне виконання завдань із забезпечення охорони державного кордону, суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні залежить від ефективного використання сучасних інформаційних технологій і подальшого розвитку власної телекомунікаційної мережі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упровадження новітніх технологій [1], вирішення актуальних завдань відомчої інформатизації [2], побудови інформаційних систем аналізу даних [3], розвиток інтегрованих інформаційно-телекомунікаційних систем [4] і відомчої ІТ-інфраструктури [5] у Державній прикордонній службі України – найголовніші завдання на шляху реформування прикордонного відомства в правоохоронний орган європейського зразка.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відсутність досліджень загальної архітектури відомчої телекомунікаційної мережі значно ускладнює процес подальшого

розвитку відомчих і міжвідомчих інтегрованих інформаційно-телекомунікаційних систем за участю Державної прикордонної служби України.

Метою статті є дослідження побудови і можливостей існуючої відомчої телекомунікаційної мережі Державної прикордонної служби України з визначенням подальших перспектив її розвитку.

Виклад основного матеріалу. Створення і розвиток телекомунікаційної мережі й інформаційно-телекомунікаційних систем Державної прикордонної служби України відбувається поетапно відповідно до вимог Програми розвитку телекомунікаційної мережі і інформатизації Державної прикордонної служби України на період до 2015 р. [6]. На першому етапі створено Головний центр комутації цифрових потоків в Адміністрації Державної прикордонної служби України і центри комутації цифрових потоків у п'яти регіональних управліннях. Регіональні управління й органи охорони державного кордону з'єднувалися з Головним центром комутації цифрових потоків кабельними лініями прив'язки за допомогою модемів. При цьому було застосовано технічне рішення, яке дало змогу використати апаратуру старого парку і сформувану первинну цифрову телекомунікаційну мережу. На другому етапі розпочато будівництво оптико-волоконних ліній прив'язки від телекомунікаційного оператора до всіх регіональних управлінь Державної прикордонної служби України, прикордонних загонів і частин забезпечення з подальшою організацією по них цифрових потоків пропускнуої спромож-