

УДК 533.6621548

КОНЦЕНТРАТОРИ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ ВЕРТИКАЛЬНО - ОСЬОВИХ ВІТРОУСТАНОВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ

Л.Г. Рожкова

Кандидат технічних наук

Сумський національний аграрний університет
вул. Кірова, 160, м. Суми, Україна, 40021
контактний тел. (0542) 64-61-30, 095-727-45-24

С.П. Кулініч

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Сумський державний університет
вул. Р. Корсакова, 2, м. Суми 40007
Контактний тел. (0542) 33-10-24, 050-704-59-76
E-mail: serg_kul@list.ru

Використанню альтернативних та відновлювальних джерел енергії в цей час приділяється велика увага. Їх частка в світовому енергетичному балансі вже досягла впевненої ваги і передбачається подальший розвиток даного напрямку.

В даній статті розглянуто застосування підвищуючих ефективність вітроустановок - підсилювачів вітрового потоку, принципи їх дії, конструкції

Ключові слова: вітрогенератор, концентратор потоку, вертикально - осьова вітроустановка

Использованию альтернативных и возобновляемых источников энергии в настоящее время уделяется большое внимание. Их доля в мировом энергобалансе уже достигла внушительной величины и предусматривается дальнейшее развитие данного направления.

В данной статье рассмотрено применение повышающих эффективность ветроустановок усилителей ветрового потока, принцип их действия, конструкции

Ключевые слова: ветрогенератор, концентратор потока, вертикально-осевая ветроустановка

Вступ

Світова вітроенергетика на кінець 2009 році виробляла 340 ТВт·год. електроенергії, що дорівнює 2 % від загальної кількості енергії, яка використовується світом (дані звіту по вітроенергетиці Всесвітньої енергетичної асоціації за 2009 рік). Крім того, виробництво вітроенергетичних установок (далі ВУ) забезпечило 550000 робочих місць, а в 2012 році очікується вже 1000000 робочих місць, що досить важливо в умовах тотального безробіття в світі.

В Україні ресурси енергії вітру, які доступні для освоєння, оцінюються в 1500 МВт [1]. Проте територія України відноситься до зони слабких і помірних вітрів, що гальмує розвиток вітроенергетики в країні, тому що доцільність використання ВУ у загальному випадку обумовлюється рівнем її енергоефективності, тобто кількістю енергії, що виробляється. Потужність ВУ залежить, по – перше, від енергії вітрового потоку і, по-друге, - від ефективності її використання вітроколесом і визначається згідно з співвідношенням:

$$P = C_p \frac{\rho U^3 \cdot S}{2},$$

де C_p - коефіцієнт використання енергії вітрового потоку вітроколесом;

U - швидкість потоку, який налігає на вітроколесо, м/с;

S - площа, яка обмітається вітроколесом, м².

Таким чином, потужність ВУ збільшується пропорційно кубу швидкості вітрового потоку при інших однакових умовах.

З іншого боку, коефіцієнт використання енергії вітрового потоку C_p залежить від виду вітроколеса і від умов його роботи. Вітроколесо на відміну від гідротурбіни обтікається практично безмежним потоком повітря. Це обмежує ефективність ВУ, оскільки відпрацьований повітряний потік повинен утримати швидкість, яка дозволяє йому покинути простір вітроколеса, не створюючи при цьому перешкод потоку, що налігає. Звідси (згідно з критеріями Бетца та Глаурта) вітроколесо може використати не більше 60% енергії вітрового потоку, який проходить через площу, що обмітається даним вітроколесом. Тому коефіцієнт використання енергії вітру C_p не може перевищувати 60%.

Таким чином, підвищення ефективності даного вітроколеса може бути досягнуто вирішенням двох задач: перша – підвищення швидкості потоку, що налігає безпосередньо на вітроколесо; друга – організація якнайшвидшого відводу відпрацьованого повітряного потоку із околиці вітроколеса.

Ці задачі вирішуються застосуванням спеціальних засобів, які називаються концентраторами, або підсилювачами вітрового потоку. По принципу дії ці засоби можуть бути екрануючими направляючими, концентруючими і формуючими вітровий потік, або часто багатфункціональними. Коефіцієнтом підсилення називають відношення потужності вітроколеса за наявності концентратора вітрового потоку до потужності того ж вітроколеса без концентратора. Відношення швидкості концентрованого вітрового потоку до швидкості потоку на безконечності (U_k / U_∞) можна називати ступенем концентрації швидкості вітрового потоку.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Проведений аналіз публікацій показав, що дана проблема до теперішнього часу розроблена недостатньо, особливо у відношенні вертикально-осьових ВУ.

Що стосується ВУ з горизонтальним розташуванням осі вітроколеса, то відомо широке застосування підсилювачів вітрового потоку дифузрного типу [2, 3]. В цьому випадку колесо горизонтально-осьової ВУ монтується в дифузрному патрубку, який обумовлює збільшення витрати повітря через вітроколесо (рис. 1).

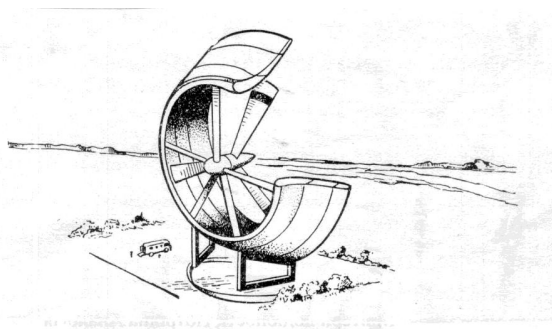


Рис. 1. Вітроколесо горизонтально-осьової вітроустановки з дифузрним підсилювачем

Оскільки потужність вітроколеса пропорційна витраті повітря і перепаду тисків, ефективність вітроустановки підвищується. В даній конструкції кут розкриття дифузора має обмежене значення, що обумовлюється вимогами до відсутності відриву потоку від внутрішньої поверхні стінок дифузора.

Існує і конструкція дифузора в якому запобігається відрив прикордонного прошарку шляхом використання зовнішнього потоку, який має більшу енергію ніж внутрішній (по відношенню к дифузору) потік.

З цією метою створюється струмінь повітря із зовнішнього потоку через щілини в стінках дифузора, який направляється вздовж потоку і стінки (рис. 2).

Як результат, одержано збільшення енергоефективності вітроустановки майже вдвічі.

В даний час досліді і розробки подібних концентраторів для горизонтально-осьових вітроустановок продовжуються. Так, по останніх літературних даних в Росії підприємство «Вітроенергетичний проект» (м. Москва) в співробітництві з вченими ЦАГИ (м. Москва) розробили конструкцію підсилювача вітрового потоку з

двома кільцевими дифузрорами, який показав високу ефективність при випробуваннях (рис. 3).

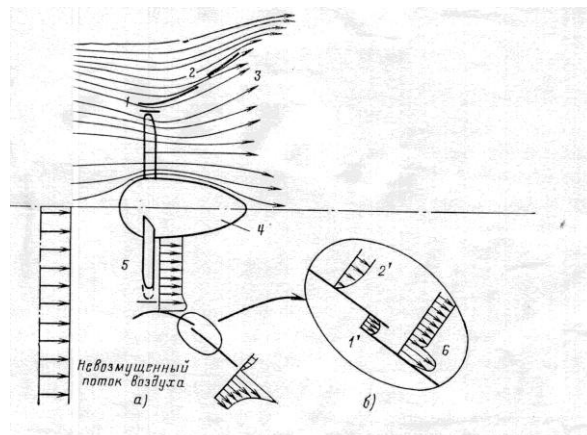


Рис. 2. Структура потоку і профілю швидкості для дифузрного підсилювача з керуванням прикордонним шаром (а) і схема течії в керованому прикордонному шарі (б)

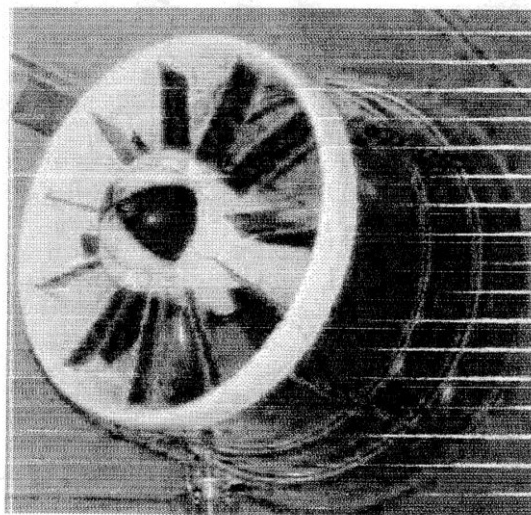


Рис. 3. Підсилювач вітрового потоку з двома дифузрорами

Якщо говорити за вертикально-осьові вітроустановки, то в силу того, що вони менш розповсюджені, пристрої, які підсилюють дію потоку на вітроколесо, розроблені ще недостатньо.

На сьогодні відомі деякі пропозиції і винаходи в частині конструкцій концентраторів потоку для даних вітроустановок. Наприклад, кільцевий концентратор повітряного потоку для вертикально-осьової вітроустановки з вітроколесом карусельного типу, яке використовує силу лобового опору (рис. 4. і 5.) [3].

Приведені концентратори виконують роль екрануючого і направляючого потік пристрою, який підвищує за рахунок цього ефективність вітроколеса.

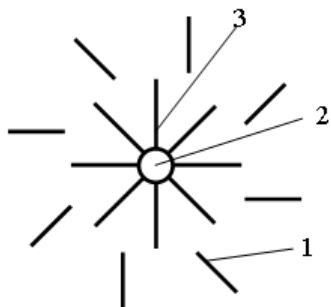


Рис. 4. Кільцевий концентратор потоку для вертикально-осьових ВУ

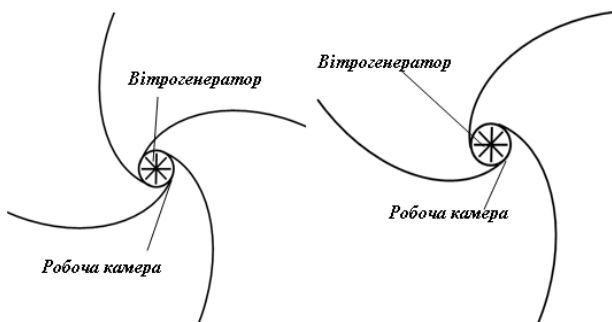


Рис. 5. Концентратори вітрового потоку карусельного типу для вертикально-осьових ВУ

Особливості розробки концентраторів вітрового потоку для вертикально-осьових вітроустановок

Концентратори потоку для коліс вертикально-осьових вітроустановок повинні враховувати особливості формування тягнучої сили лопатей по круговій траєкторії їх руху.

Ці особливості передбачають наступне: по-перше, підсилення потоку необхідне в тій частині площі, що обметається вітроколесом і де виникає позитивна тягнуча сила; по-друге, там, де тягнуча сила негативна, необхідне екранування вітрового потоку.

Таким чином, для розробки ефективної конструкції підсилювача потоку в цьому випадку необхідно знати особливості процесу перетворення енергії вітрового потоку вітроколесом вертикально-осьової ВУ. Такі дані для відомих швидкохідних ВУ, які мають крилові лопаті (ротори Дар'є і Еванса), були одержані у деяких дослідженнях [4, 5] і приведені на рис 6. Безумовно, ці результати можуть бути використані при розробці конструкції підсилювача потоку для вищезазначених ВУ. Але існує новий тип вертикально-осьових ВУ середньої швидкохідності з оригінальними лопатями, що мають високий коефіцієнт використання енергії вітру (на рівні швидкохідних (рис. 7.) [6].

Аеродинамічні характеристики одиночної оригінальної лопаті (а тому і особливості формування тягнучої сили лопатей по круговій траєкторії їх руху) не одержані по теперішній час за відсутністю фінансування дослідницьких робіт. Тому у даному випадку для рішення проблеми створювання ефектив-

них пристроїв концентрації енергії вітрового потоку спочатку необхідне проведення серйозних досліджень особливостей формування тягнучої сили лопатей вертикально-осьових ВУ середньої швидкохідності по коловій траєкторії їх руху. При впровадженні концентраторів вітрового потоку картина обтікання вітроколесом практично безмежним потоком повітря принципово змінюється і це обумовить подолання обмежуючих критеріїв Бетца та Глауерта.

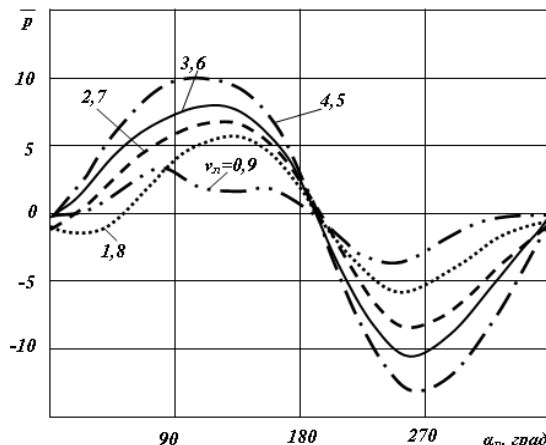


Рис. 6. Відносні нормальні навантаження на пластини ротора в залежності від їх положення при різних відносних швидкостях руху

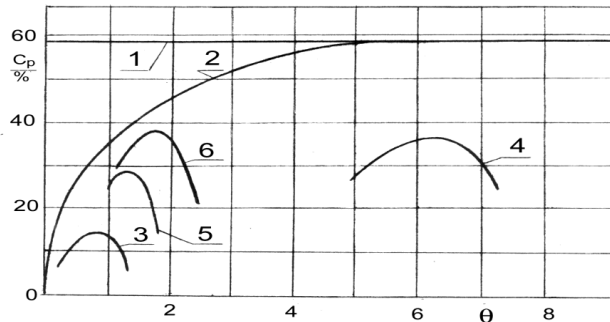


Рис. 7. Коефіцієнт перетворення енергії вітру C_p : 1 – критерій Бетца; 2 – ідеальне вітроколесо (критерій Глауерта); 3,4 – відповідно вертикально осьові: тихохідний ротор Савоніуса та швидкохідний ротор Дар'є; 5, 6 – відповідно вертикально-осьові вітроустановки середньої швидкохідності

Висновки

На даний час розробка підсилювачів потоку для вітроколіс вертикально-осьових вітроустановок знаходиться в початковому стані. Цей напрямок являє собою широке поле для винахідницької діяльності. З урахуванням вітрової ситуації в Україні розробка та впровадження в практику концентраторів (підсилювачів) вітрового потоку, зокрема для вертикально-осьових ВУ, є дуже важливими для підвищення їх ефективності.

Література

1. Вітроенергетика та енергетична стратегія / Онішко О. Ф., Коробко Б.П., Миханюк В.М. - Київ:Фенікс, 2008.
2. Ветроенергетика / Под ред. Д. де Рензо: Пер. с англ. // Под ред. Шефтера-М.: Энергоатомиздат, 1982. -272 с.
3. Твайделл Дж, Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. С англ. - М.: Энергоиздат, 1990. - 392 с.
4. Ляхтер В.М., Милитев А.Н., Милитев В.Н. Аэродинамические нагрузки на элементы ветроагрегатов с вертикальной осью вращения / Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1986, №6, - С. 138-146
5. Ляхтер В.М., Шполянский Ю.Б. Аэродинамика ортогональных ветроагрегатов // Сборник научных трудов Гидропроекта, выпуск 129, Ветроэнергетические станции. – М.: 1988, - С. 113-127
6. Рожкова Л.Г. Нові форми профілів лопатей вертикально-осьових вітроустановок середньої швидкохідності. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, СумДУ Суми, 2004. - 21с.

Abstract

Nowadays much attention is paid to the utilization of alternative and renewal sources of energy. Their share in the world energy – balance has already reached the imposing size and the further development of this direction is foreseen. In this connection the increase of the effectiveness of installations, which utilize the renewal sources of energy, has the priority.

The employment of the wind-installations, the intensifiers of the wind flow, that can increase the effectiveness, the principles of their operation, constructions, are examined in this article. It should be noted that the intensifiers of the wind flow, used for the wind –installations with vertical axes, has not been investigated and elaborated enough.

Keywords: *wind generator, hub flow, vertical axis wind installation*

Проведено дослідження взаємодії електромагнітного поля, створеного індуктором, та електродугового процесу перетворення електричної енергії в теплову в індукційно-дугових сталеплавильних комплексах, виявлені позитивні фактори, які впливають на покращення техніко-економічних показників роботи електросталеплавильних печей

Ключові слова: *сталеплавильний комплекс, електромагнітне поле, індуктор*

Проведено исследование взаимодействия электромагнитного поля, созданного индуктором, и электродугового процесса преобразования электрической энергии в тепловую в индукционно-дуговых сталеплавильных комплексах, выявлены положительные факторы, влияющие на улучшение технико-экономических характеристик работы электросталеплавильных печей

Ключевые слова: *сталеплавильный комплекс, электромагнитное поле, индуктор*

УДК 62-9

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА НА ЕЛЕКТРОДУГОВИЙ ПРОЦЕС

Ю.Е. Пачколін

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра “ Електричні машини”Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063
Контактний тел.: (061) 233-00-34**Вступ**

Необхідність підвищення конкурентоспроможності існуючого сталеплавильного виробництва вимагає суттєвого зменшення використання не тільки енергоносіїв, але й інших складових металургійних процесів, у тому числі графітованих електродів та матеріалу футерування печей, вартість яких постійно зростає. Одним з найсуттєвіших факторів, що впливають на довговічність служби футерування печей та

знос електродів, є покращення процесу горіння дуги за рахунок впливу електромагнітного поля індуктора.

Постановка завдань дослідження та визначення умов для їх реалізації

Вирішення цієї задачі пов'язано з питанням покращення техніко-економічних показників перетворення електричної енергії в теплову за допомогою електро-