

## КОГЕНЕРАЦІЙНИЙ ВІТРОПАРК ДЛЯ ПРИВАТНОГО ТЕПЛИЧНО-ПАРНИКОВОГО КОМПЛЕКСУ

Жарков А. В.<sup>1</sup>, Жарков В. Я.<sup>2</sup><sup>1</sup>ТОВ "ЮБС-Холод" (м. Харків),<sup>2</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь)*Розроблені і запатентовані технічні засоби когенераційного перетворення енергії вітру.*

**Постановка проблеми.** Проблема підвищення енергетичної ефективності діяльності в усіх секторах економіки та енергозберігаючої політики на рівні домогосподарств в усьому світі розглядається як одна з найбільш актуальних задач з точки зору забезпечення сталого розвитку та збереження довкілля. Отже розробка ефективних технічних засобів перетворення ВДЕ для домогосподарств є однією з пріоритетних задач.

**Аналіз останніх досліджень.** На кінець 2015 року світова сумарна установлена потужність ВЕУ досягла 432,883 МВт, а лідером світової вітроенергетики залишається 5-ка країн (рис.1): Китай - 145,362 (33.6%), США - 74,471 (17.2 %), Німеччина - 44,947(10.4%), Індія - 25,088 (5.8 %), Іспанія - 23,025 (5.3%) [1].

Відомо, що в невеликих ВЕУ найбільш розповсюджені багатополюсні генератори з постійними магнітами [2]. Електричні машини з застосуванням постійних магнітів з'явилися в 30-ті роки ХХ ст. Проте невисокі питомі характеристики тодішніх постійних магнітів обмежували можливість їх застосування. Вперше неодимовий постійний магніт на основі формули  $Nd_2Fe_{14}B$  був представлений в Японії в 1982-му році. Активно застосовувати неодимові магніти почали в 1984-му році. Головним виробником цих унікальних магнітів сьогодні є Китай. На поточний момент практично у всіх вітрогенераторах встановлені тихохідні генератори на основі постійних магнітів [1].

У роторі присутні постійні неодимові магніти, які незалежно від сили вітру постійно включені, і при найменшому вітрі вітрогенератор починає заряджати акумуляторні батареї і виробляти електроенергію. Застосування високоенергетичних неодимових магнітів складу неодим-залізо-бор дозволило спростити конструкцію і значно зменшити розміри і масу генераторів, що послужило поштовхом до розвитку малої вітроенергетики, безумовним лідером якої також є Китай.

**Мета статті.** Міжнародна науково-практична конференція "Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ ст." (Київ, вересень 2016р.) ухвалила "рекомендувати дослідження за напрямком когенераційних технологій виробництва теплової і електричної енергії на базі використання ВДЕ для домогосподарств". На розробку технічних засобів когенераційної вітроенергетики й спрямована дана стаття.

**Основна частина.** На опалення і гаряче водопостачання у світі витрачається близько третини палива. Разом з тим, 40% енергії селянинові потрібні у вигляді низькопотенційної теплоти (НПТ). Витратити високоякісну електричну енергію на отримання НПТ про-

тирочить здоровому глузду. НПТ необхідно отримувати від ВДЕ [1,2] - за рахунок енергії Сонця, вітру, біомаси тощо. З початку ХХІ ст. в ТДАТУ ведуться наукові роботи щодо перетворення енергії вітру в інші корисні форми, зокрема запропоновано індукційний спосіб перетворення енергії вітру в теплоту, розроблено і запатентовано декілька варіантів індукційних пристроїв перетворення енергії вітру в теплоту (ПЕВТ), різних за конструкцією, призначенням і ефективністю.

Принцип роботи ПЕВТ заснований на збудженні вихрових струмів в сталевих магнітопроводах (МП). Магнітна індукція збільшується, коли зубець рухомого МП розташовується над зубцем нерухомого, і буде зменшуватися, коли зубець рухомого МП буде розташований над пазом нерухомого МП. Величина магнітної індукції залежить від зазору і зменшується із збільшенням зсуву від  $V_{max}$  до  $V_{min}$ . Таким чином, при обертанні рухомого МП, жорстко зв'язаного з валом ВД, що обертається за рахунок енергії вітру, індукція в зазорі пульсує, не змінюючи знаку від  $V_{\delta_{max}}$  до  $V_{\delta_{min}}$ . Її можна представити у вигляді двох складових: змінної з амплітудою  $V_{\delta_{-}}=0,5 (V_{\delta_{max}} - V_{\delta_{min}})$  і постійної, рівної  $V_{\delta_{+}}=0,5 (V_{\delta_{max}} + V_{\delta_{min}})$ . Змінна складова магнітного поля індуктує в МП ЕРС і вихрові струми частотою  $f=Zn$ , де  $Z$  і  $n$  - відповідно, кількість зубців і частота обертання рухомого МП.

Вихрові струми за законом Джоуля-Ленца нагрівають МП, а ті нагріватимуть теплоакumuлюючу рідину в резервуарі, яка може використовуватися для обігріву споруд, парників та теплиць. Постійна складова магнітного потоку ніяких струмів не індуктує, тому ця частина магнітного потоку не приймає участі в перетворенні вітрової енергії в теплову. Чим більша швидкість вітру і швидкість обертання вала ВД, тим більшою буде величина і частота індуктованих вихрових струмів, що нагрівають МП, тим більше теплоти виділятиметься в них, а останні нагріватимуть теплоакumuлюючу рідину в резервуарі.

З урахуванням необхідної потужності ПЕВТ і допустимої температури нагріву МП нами розроблена методика розрахунку параметрів перетворювача [1,3]:

- вибір габаритних розмірів ПЕВТ;
- вибір параметрів зубців.
- визначення оптимальних розмірів обмотки збудження.

Фізичне моделювання на макеті ПЕВТ дозволило знайти залежність магнітного потоку  $\Phi$  від величини зазору  $\delta$  і переміщення зубців якоря відносно зубців індуктора. Досліджені зміни магнітного потоку  $\Phi$  і магнітної індукції  $B$  в зубцях при різних параметрах магнітної системи. Дослідження проводилися для зу-

бцевих зон, які мали співвідношення в межах:  $\delta_0 = \delta/\tau = 0,04 \dots 0,3$ ;  $b_{z0} = b_z/\tau = 0,5 \dots 1$ ;  $h_{z0} = h_z/\tau = 0,3 \dots 1,5$ .

Для фізичного моделювання використаний електромагнітний макет магнітної системи і з'єднані пакети зубцевих зон з різною конфігурацією зубців, набраних із електротехнічної сталі. Потік у визначеній області створювався двома котушками при проходженні по них струму. Оптимальна відносна ширина зубця знаходиться в досить вузьких межах:  $b_z = (0,65 \dots 0,8)\tau$ . Індукція в повітряному зазорі на ділянці зубцевого ділення  $2\tau$  визначалася балістичним методом. Результати заміру залежності повного магнітного потоку  $\Phi$  зубцевого ділення в зазорі  $\delta$  від переміщення зубців якоря відносно зубців індуктора при різних значеннях величини зазору подані на рис. 1.

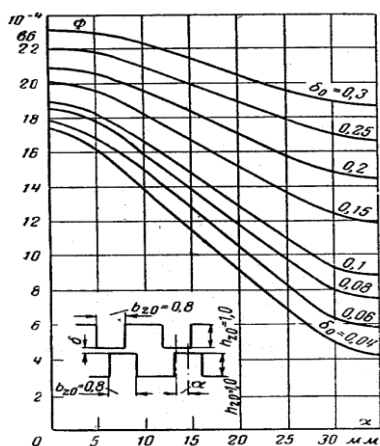


Рисунок 1 – Зміна магнітного потоку  $\Phi$  в зазорі  $\delta$  при переміщенні зубців якоря відносно зубців індуктора

Ефективність роботи ВЕУ суттєво залежить від правильності вибору системи керування генератором. При мінімальному керуванні генератором напруга на його виході (і частота, в разі генератора змінного струму) буде нестабільною. Електроенергію з такими параметрами можна безпосередньо застосовувати в нагрівачах. В багатьох випадках такі ВЕУ задовольняють споживачів [1]. Відносно малі потреби в електроенергії зі стабільними параметрами (наприклад 220 В/50 Гц) можна в такому випадку задовольняти спеціальними перетворювачами від акумуляторних батарей (рис.2).

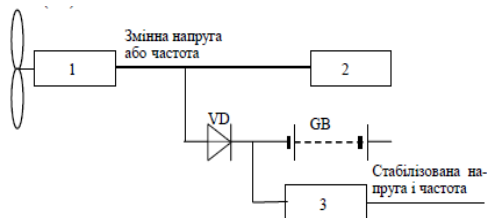


Рисунок 2 – Схема узгодження присадибної ВЕУ зі споживачами: 1 - вітроелектрогенератор, 2 – електронагрівачі, 3 – інвертор, VD – випрямляч, GB – акумуляторна батарея

Для живлення обмоток збудження декількох ШЕВТ розробленого нами когенераційного вітропар-

ку [4] передбачений, підключений через випрямляч, розроблений нами автономний вітроелектрогенератор з аксіальним магнітним полем на неодимових магнітах (пат. №№ 116122, 116482, 116497, 116510, 116576).

Розробки впроваджені в навчальному процесі ТДАТУ і частково в приватному домогосподарстві, Наукова робота студентів, які приймали участь в роботі на цю тему [5], в другому турі конкурсу СНР (2017) зайняла призове місце. Студенти нагороджені дипломами МОН України.

**Висновок.** Когенераційні технології збільшують ефективність роботи технічних засобів перетворення ВДЕ в селянських домогосподарствах.

### Список використаних джерел

1. Галько С. В. Удосконалення технологій та засобів перетворення відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії для сільськогосподарського виробництва: Звіт про НДР (кінцевий) / С. В. Галько, В. Т. Діордієв, А. В. Жарков та ін., кер. В. Я. Жарков // ТДАТУ. – Мелітополь, 2016. – 160 с.
2. Дудніков С. М. Обґрунтування методики визначення загальних обсягів різних видів енергії від комбінованої системи енергопостачання / С. М. Дудніков // Вісник ХНТУСГ. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2013. – Вип. 142. – С. 12-15.
3. Атрошенко О. С. Вдосконалення індукційного перетворювача механічної енергії вітру в теплоту / О. С. Атрошенко, А. В. Жарков, В. Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – С. 209-211.
4. Пат.116602 UA. МПК А01G9/14, А01G9/24, С22С14/00, С22С19/03. Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів / А. В. Жарков, Б. С. Новах, Ю. В. Шалигіна [та ін.]. – Опубл. 25.05.2017, Бюл. №10.
5. Лучанінов В. Ю. Когенераційний вітропарк для власної садиби / В. Ю. Лучанінов, А. В. Жарков // Зб. тез доповідей. – Маріуполь: ДВНЗ "ПДТУ". – 2017. – С. 17.

### Аннотація

#### КОГЕНЕРАЦИОННЫЙ ВЕТРОПАРК ДЛЯ ТЕПЛИЧНО-ПАРНИКОВОГО КОМПЛЕКСА

Жарков А. В., Жарков В. Я.

*Разработаны технические средства когенерационного преобразования энергии ветра.*

### Abstract

#### COGENERATION WIND FARM FOR THE GREENHOUSE COMPLEX

A. Zharkov, V. Zharkov

*Developed and patented technical equipment of the cogeneration energy conversion of the wind.*