

УДК 681.5

## ГИБРИДНЫЙ ГЕНЕРИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Зыряев А.С.

к.т.н., доцент каф. КСУ Великий В. И.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлена структура гибридного комплекса возобновляемой энергетики, построенного на базе солнечных панелей и ветряных турбин. Приведены преимущества таких систем. Показана роль аккумулятора как хранилища энергии. Представлены необходимые расчетные соотношения.

**Введение.** На сегодняшний день возобновляемые источники энергии являются самой перспективной отраслью энергетики в целом, так как они не ухудшают экологическое состояние планеты. Использование исключительно солнечных батарей или ветряных турбин по причине непредсказуемости погодных условий является не всегда эффективным. Поэтому стоит рассмотреть вариант использования гибридной электроустановки, использующей как солнечные батареи, так и ветряные турбины.

**Цель работы.** Целью работы является анализ функционирования гибридного генерирующего комплекса возобновляемой энергетики, а также представление расчетных соотношений, описывающих режимы работы аккумулятора как хранилища энергии.

**Основная часть работы.** Преимущества построения гибридных генерирующих комплексов возобновляемой энергетики [1] представлены на рисунке 1.

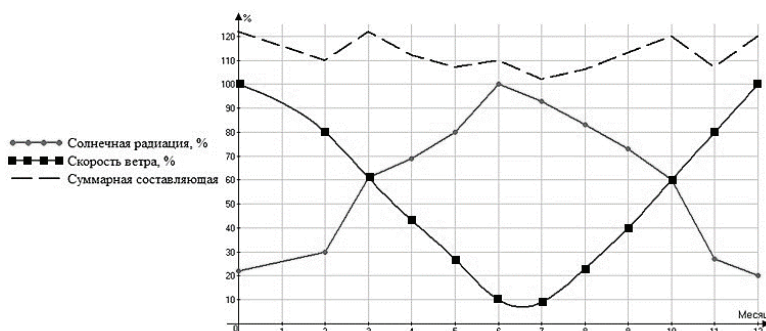


Рис. 1 – Среднестатистическое распределение ветровой и солнечной активности по Украине

Видно, что суммарная энергетическая составляющая двух источников энергии, незначительно изменяется в течение года. Это позволяет круглогодично в стабильном режиме запитывать нагрузку, без перебоев и сбоев использовать элементы комплекса – аккумулятор, инвертор, выпрямитель, управляющую электронику и др. Это повышает надёжность и качество работы аппаратуры. Гибридная система эффективно генерирует энергию независимо от времени года и погодных условий [2]. На рисунке 2 приведена структурная схема гибридного комплекса.

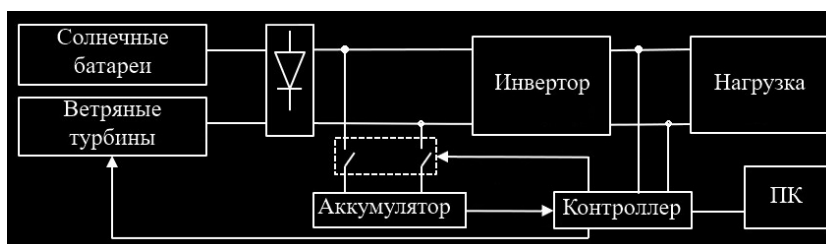


Рис. 2 – Структурная схема гибридной электроустановки

Ветряные турбины и солнечные панели через выпрямитель подключены к инвертору. Инвертор преобразует постоянное напряжение в напряжение промышленной частоты и амплитуды и отдает его в нагрузку. Аккумулятор работает в режиме заряда или разряда. Контроллер оценивает токи нагрузки и заряженность аккумулятора, не допуская его выхода за разрешенные пределы, управляет режимами ветровой энергетики. Задание необходимых режимов и коэффициентов осуществляется от персонального компьютера.

В произвольный момент времени  $[t]$  емкость аккумулятора  $C[t]$  будет зависеть от его емкости в предыдущий момент времени  $C[t-1]$ , а также от производства тока с помощью солнечных панелей  $I_c$ , ветряных турбин  $I_v$  и тока нагрузки  $I_n$  в интервале времени  $\Delta t = [t] - [t-1]$ .  $I_n$  обеспечивается током инвертора  $I_n$  с учетом его КПД  $\eta_n$ , то есть.  $I_n \eta_n = I_n$ . Отсюда имеем:

$$I_n = I_n / \eta_n \quad (1)$$

Составим баланс емкости аккумулятора с использованием решетчатых функций:

$$C_A[t] = C_A[t-1](1 - \sigma) + (I_c[t-1]\Delta t + I_v[t-1]\Delta t)\eta_A - I_n[t-1]\Delta t / \eta_n \quad (2)$$

В любой момент ёмкость хранилища должна соответствовать следующему ограничению:

$$C_{Amin}[t] \leq C_A[t] \leq C_{Amax}[t] \quad (3)$$

где  $C_{Amin}[t]$  и  $C_{Amax}[t]$  – минимальное и максимальное значения емкости аккумулятора.

Общая мощность  $P(t)$  производимая системой:

$$P(t) = P_c(t) + P_v(t) \quad (4)$$

Исходя из значения производимой мощности  $P_u(t)$  и мощности, необходимой для обеспечения нагрузки  $P_u(t)$  возможны три ситуации:

1. Значение  $P(t) = P_n(t)$ . В этом случае емкость аккумулятора не изменяется.
2. Значение  $P(t) > P_n(t)$ . В таком случае ток заряда  $I_z$ , вырабатываемый комплексом, заряжает аккумулятор, а изменение емкости аккумулятора рассчитывается по формуле (2) до тех пор, пока выполняется условие (3). После зарядки аккумулятора до максимального значения контроллер прерывает процесс заряда. В этом случае потери емкости  $\Delta C_{A+}[t]$  равны:

$$\Delta C_{A+}[t] = I_z[t]\Delta t - I_n[t]\Delta t / \eta_n \quad (5)$$

3. Значение  $P(t) < P_n(t)$ . В этом случае дефицит энергии покрывается за счет тока разряда аккумулятора  $I_p$ . Аналогично предыдущему случаю, изменение емкости аккумулятора также рассчитывается с помощью (1) до тех пор, пока выполняется условие (2). В случае, если емкость аккумулятора достигает своего минимального значения, то контроллер отключает аккумулятор от нагрузки. Тогда дефицит ёмкости аккумулятора  $\Delta C_{A-}[t]$  можно выразить так:

$$\Delta C_{A-}[t] = I_n[t]\Delta t - (I_p[t]\Delta t + C_A[t-1] - C_{Amin}[t])\eta_n \quad (6)$$

**Выводы.** В статье показано, что с уменьшением уровня солнечной радиации в зимние месяцы эффективность солнечных батарей падает. При этом скорость ветра возрастает, а мощность ветряных турбин увеличивается. В летние месяцы наблюдается диаметрально противоположная ситуация, и недостаток энергии покрывается солнечными батареями. Этим и обуславливается высокая эффективность гибридных электрогенерирующих установок. Условием успешной работы системы является возможность генерирования каждой составляющей не менее 60% от общего объема энергии. Была представлена структурная схема подключения электроустановки, рассмотрены ситуации, при которых контроллер коммутирует аккумулятор и цепь. Приведены соответствующие расчетные соотношения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Clean electricity from photovoltaics / by Archer M.D., Hill R. – London: Imperial College Press, 2001. – 868 p.
2. Виссарионов В.И. Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.