



УДК 631.37:620.92 (075)

А.А. Багаев,
А.С. Панарин

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ

Возобновляемая энергия признана важной составляющей энергетики в XXI веке, и ее активное использование — один из основных путей достижения успехов в будущем. Возобновляемая энергетика может стать основой для региональных и локальных систем энергообеспечения. Возобновляемые источники энергии используют с целью экономии истощаемых традиционных энергоресурсов, защиты окружающей среды и улучшения условий жизни, особенно в сельской местности.

Анализ диаграммы, представленной на рисунке 1, показывает, что наиболее дешевым источником электроэнергии являются микро и малые ГЭС, а также ветроэлектростанции (ВЭС).

Вместе с тем данные диаграммы, изображенной на рисунке 1, являются усредненными и не учитывают зависимости стоимости выработанной электроэнергии от скорости ветра, о чем свидетельствует таблица 1.

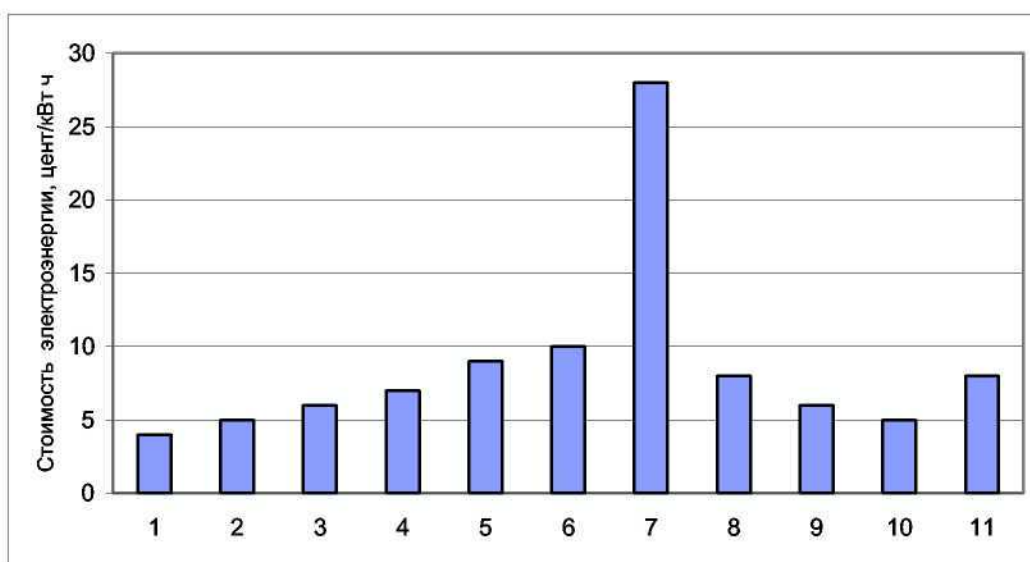


Рис. 1. Стоимость электроэнергии, выработанной различными источниками:

1 — микро и малые ГЭС; 2 — ВЭС; 3 — геотермальные; 4 — ТЭС на отходах деревообработки; 5 — газификация биомассы; 6,7 — солнечные термодинамические и фотоэлектрические станции; 8 — ТЭС на угле; 9 — ТЭС на газе; 10 — газотурбинные с комбинированным циклом; 11 — атомные

Таблица 1

Затраты на производство 1кВтч электроэнергии в зависимости от скорости ветра и выработки электроэнергии [1]

Скорость ветра на высоте ротора (50 м), м/с	Выработка электроэнергии, Вт/м ²	Затраты (центы США/кВт-час)
5	150	6,7
6	438	4,6
8	1638	3,4
9	2333	2,7
10	3200	2,2

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что затраты на производство 1 кВт·ч электроэнергии возрастают практически в три раза с уменьшением скорости ветра с 10 до 5 м/с.

Известно, что минимальная скорость ветра, при которой возможна работа ВЭС, равна 2,5 м/с.

Рисунок 2 показывает, что около 97% площади Алтайского края характеризуется скоростями ветра от 3 до 5 м/с. Этого вполне достаточно для функционирования ВЭС. Однако при этом следует ожидать возрастания стоимости выработанной электроэнергии по сравнению с указанной в таблице 1.

Причиной этого является недостаточная для создания ЭДС в обмотках якоря существующих типов генераторов скорость вращения индуктора, что требует применения редуктора с большим передаточным числом, что приводит к снижению энергетических и экономических характеристик ветроустановки.

Все это указывает на наличие противоречия между потенциально низкой стоимостью вырабатываемой ВЭС электроэнергией и низкой эффективностью существующих технических средств при скоростях ветра менее 5 м/с, что представляет определенную научно-техническую проблему.

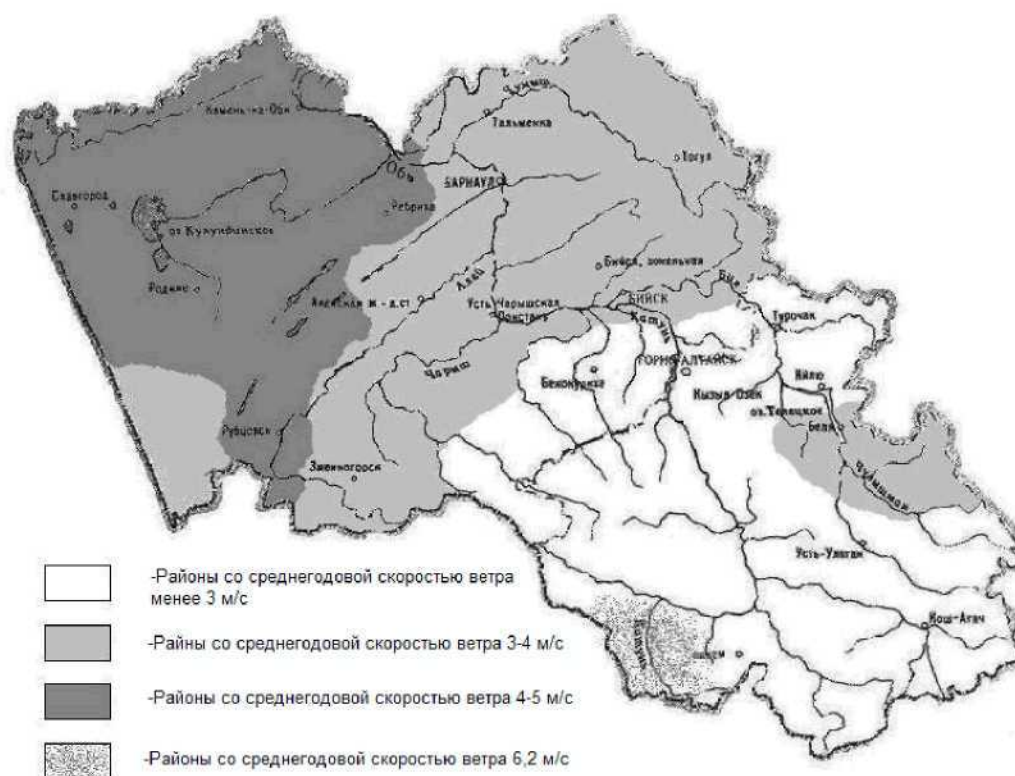


Рис. 2. Средние годовые скорости ветра в Алтайском крае и Республике Алтай

Разрешение сформулированного противоречия следует искать в двух направлениях. Первое заключается в совершенствовании аэродинамики ветроротора, второе — в совершенствовании генератора.

В настоящее время наибольшее распространение получили установки с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Каждое из этих компоновочных решений обладает хорошо известными достоинствами и недостатками. Следующим шагом в разработке ветророто-

торов может стать разрабатываемый на кафедре «Электрификации и автоматизации сельского хозяйства» Алтайского государственного аграрного университета контрроторный принцип работы ветроустановки, который позволит при заданной скорости ветра удвоить относительную скорость вращения якоря и индуктора генератора.

Другим перспективным направлением является разработка генератора на базе многополюсной индукторной синхронной электрической машины.

Одним из главных преимуществ синхронных индукторных генераторов является возможность получения повышенной частоты (до 30 000 Гц) без механического редуктора. Конструктивно синхронная индукторная машина имеет статор, в открытых пазах которого укладывают трехфазную или однофазную обмотку, и зубчатый ротор, не имеющий обмоток [2], последний выполняют монолитным или шихтованным. Неподвижную обмотку возбуждения в виде тороидальной катушки размещают на статоре или на втулке вала, которую закрепляют на подшипниковом щите (рис. 3). В обоих случаях в машине отсутствуют контактные кольца со скользящими контактами, что упрощает конструкцию и повышает эксплуатационную надежность машины.

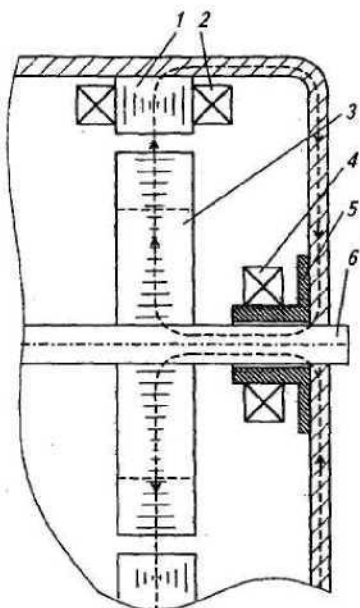


Рис. 3. Конструктивная схема синхронной индукторной машины:
 1 — сердечник статора; 2 — обмотка статора;
 3 — ротор; 4 — обмотка возбуждения;
 5 — втулка; 6 — вал

При питании обмотки возбуждения генератора постоянным током создается постоянный магнитный поток возбуждения, который замыкается через серд-

дечник статора. Во время вращения ротора его зубцы смещаются относительно зубцов сердечника статора, что обеспечивает пульсацию магнитного потока от Φ_{max} , когда зубцы статора и ротор устанавливаются друг против друга до Φ_{min} при установке зубцов статора против пазов ротора.

При этом в обмотке статора индуцируется ЭДС

$$E = 4,44 f_1 K_{об} \omega_a \Phi_{амп} \quad (1)$$

частота которой

$$f_1 = n_2 z_2 / 60, \quad (2)$$

где $\Phi_{амп} = 0,5(\Phi_{max} - \Phi_{min})$ — амплитудное значение периодической составляющей магнитного потока;

n_2 — частота вращения ротора;

z_2 — число зубцов ротора;

f_1 — частота индуцируемой ЭДС.

Направлениями дальнейших исследований по разработке индукторного синхронного генератора следует считать математическое и объектно-ориентированное моделирование, целью которого является определение основных конструктивных параметров, позволяющих реализовать преобразование низкопотенциальной энергии ветра в электрическую энергию с высокой эффективностью. Оптимизация параметров генератора на базе созданных моделей позволит разработать, изготовить и испытать генератор с минимальными затратами.

Библиографический список

1. Саплин Л.А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников: учебное пособие / Л.А. Саплин, С.К. Шерьязов, О.С. Пташкина-Гирина, Ю.П. Ильин; под ред. Л.А. Саплина. Челябинск: ЧГАУ, 2000. 194 с.
2. Сукманов В.И. Электрические машины и аппараты / В.И. Сукманов. М.: Колос, 2001. 296 с.

