ГОСТ Р 51990—2002

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нетрадиционная энергетика
Ветроэнергетика

УСТАНОВКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

Классификация

Издание официальное

БЗ 2—2002/19

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ГосНИЦ ЦАГИ, АО ВИЭН и ВНИИНМАШ

ВНЕСЕН Управлением научно-технического прогресса Минэнерго России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 25 декабря 2002 г. № 515-ст

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2003

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Классификация 1
Приложение А Особенности аэродинамики, регулирования и систем передачи мощности ветродвигателей классифицируемых ВЭУ 6

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью нормативного обеспечения проектирования, производства и эксплуатации ветроэнергетических установок (ВЭУ). Положения стандарта направлены на упорядочение и единообразие требований к классификации ВЭУ.

В настоящее время многие российские предприятия активно разрабатывают и осваивают производство ВЭУ различной мощности и назначения.

Целью настоящего стандарта является установление единых требований к ВЭУ согласно их классификации.

Настоящий стандарт отвечает потребностям народного хозяйства и направлен на развитие нетрадиционной энергетики как альтернативы использованию органического топлива при выработке энергии различных видов.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нетрадиционная энергетика
Ветроэнергетика

УСТАНОВКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

Классификация

Nontraditional power engineering. Wind power engineering. Wind turbines. Classification

Дата введения 2003—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на ветроэнергетические установки (ВЭУ) с горизонтально-осевыми ветродвигателями (ВД), предназначенные для преобразования кинетической энергии ветра в энергию других видов, и устанавливает основные признаки их классификации.

Положения настоящего стандарта рекомендуются к применению объединениями и предприятиями, в том числе союзами, ассоциациями, концернами, акционерными обществами, межотраслевыми, региональными и другими объединениями независимо от форм собственности и подчинения, расположенными на территории Российской Федерации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована ссылка на ГОСТ Р 51237—98 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения

3 Определения

В настоящем стандарте использованы определения, приведенные в ГОСТ Р 51237.

4 Классификация

4.1 ВЭУ классифицируют:
- по виду вырабатываемой энергии;
- по мощности;
- по областям применения;
- по назначению;
- по признаку работы с постоянной или переменной частотой вращения ветроколеса (ВК);
- по способам управления;
- по структуре системы генерирования энергии.

4.2 ВЭУ в зависимости от вида вырабатываемой энергии подразделяют на две группы: механические и электрические. Электрические ВЭУ, в свою очередь, подразделяют на ВЭУ постоянного и переменного тока.

4.3 ВЭУ в зависимости от мощности подразделяют на четыре группы:

а) большой мощности — свыше 1 МВт;

б) средней мощности — от 100 кВт до 1 МВт;

в) малой мощности — от 5 до 99 кВт;

г) очень малой мощности — менее 5 кВт.

4.4 В зависимости от области применения механические ВЭУ подразделяют на две подгруппы: ветронасосные и ветросиловые согласно таблице 1.

Издание официальное

Таблица 1 — Классификация механических ВЭУ по областям применения

Наименование подгруппы	Признак	Область применения	Применяемая система				
			регулирования ВК		передачи мощности	нагрузки	автоматического управления
			Параметры	Тип			
Ветронасосные	Работа ВЭУ с насосами	Водоснабжение, орошение, осушение земель, подъем воды и др.	Частота вращения ВК	Прямое центробежное — поворотом лопастей Прямое аэродинамическое — выводом ВК из-под ветра	Пневматическая	Насосы: центробежные, струйные, эрлифты	Залив центробежных насосов. Контроль уровня заполнения водой резервных емкостей
					Электрическая	Насосы: центробежные, вибрационные, водоструйные, погружные и плавающие на понтоне	
					Механическая	Насосы: поршневые, штанговые, водоподъемники	
Ветросиловые	Работа ВЭУ с промышленными и бытовыми механизмами	Механизация трудоемких процессов сельскохозяйственных и других работ	Частота вращения ВК	Прямое центробежное — поворотом лопастей. Прямое аэродинамическое — выводом ВК из-под ветра. Непрямое центробежно-аэродинамическое — поворотом лопастей стабилизаторами	Механическая с отбором мощности от нижнего редуктора	Рабочие машины	—

4.5 Электрические ВЭУ постоянного тока подразделяют на три подгруппы: ветрозарядные, гарантированного питания и негарантированного питания согласно таблице 2.

Таблица 2 — Классификация электрических ВЭУ постоянного тока по областям применения

Наименование подгруппы	Признак	Область применения	Применяемая система				
			регулирования ВК		передачи мощности	питания нагрузки	автоматического управления
			Параметры	Тип			
Ветрозарядные	Работа ВЭУ на заряд аккумуляторных батарей (АБ)	Зарядка АБ	Частота вращения ВК	Прямое центробежное — поворотом лопастей. Прямое аэродинамическое — выводом ВК из-под ветра	ВК устанавливают непосредственно на вал генератора, применение мультипликатора	Нагрузка питается от АБ	Защита АБ от перезаряда и глубокого разряда

Окончание таблицы 2

Наименование подгруппы	Признак	Область применения	Применяемая система				
			регулирования ВК		передачи мощности	питания нагрузки	автоматического управления
			Параметры	Тип			
Гарантированного питания	Работа ВЭУ параллельно с АБ	Гарантированное снабжение электроэнергией потребителей	Частота вращения ВК	Прямое центробежное — поворотом лопастей. Прямое аэродинамическое — выводом ВК из-под ветра	ВК устанавливают непосредственно на вал генератора	Нагрузка питается одновременно или отдельно от двух источников энергии: ВК и АБ	Параллельная работа ВЭУ. и АБ. Защита АБ от перезаряда и глубокого разряда
Негарантированного питания	Работа ВЭУ без АБ	Электропитание маломощных потребителей в местах с устойчивыми ветрами и в экстремальных условиях	Частота вращения ВК	Прямое центробежное — поворотом лопастей. Прямое аэродинамическое — выводом ВК из-под ветра	ВК устанавливают непосредственно на вал генератора	Нагрузка питается через блок управления, имеющий регулятор напряжения	Регулятор напряжения, защита от токов короткого замыкания

4.6 Электрические ВЭУ переменного тока подразделяют по назначению, управлению и структуре системы генерирования энергии согласно таблице 3.

Таблица 3 — Классификация электрических ВЭУ переменного тока по назначению, управлению и структуре системы генерирования энергии (схемы классификации приведены на рисунках 2—4)

Наименование подгруппы	Классификация по назначению		Классификация по способу управления		Классификация по структуре системы генерирования	
	Признак	Назначение	Признак режима работы ВЭУ	Способ управления	Признак режима работы ВЭУ	Состав системы генерирования энергии
Автономные	Работа ВЭУ индивидуально (автономно)	Источники электропитания потребителей, не связанные с электрической сетью, отличающиеся сравнительно низкими значениями коэффициента использования установленной мощности	Частота вращения ВК постоянная	Регулированием ВК и балластным сопротивлением (раздельно или совместно)	Частота вращения ВК постоянная	Синхронные или асинхронные регулируемые или нерегулируемые генераторы, балластное сопротивление
			Частота вращения ВК переменная	Регулированием ВК и преобразователем частоты (раздельно или совместно)	Частота вращения ВК переменная	Синхронные или асинхронные регулируемые или нерегулируемые генераторы, преобразователь частоты
Гибридные	Работа ВЭУ параллельно с независимыми электростанциями соизмеримой мощности (дизель-генераторы, малые ГЭС и др.)	Источники электропитания для бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией номинальной мощности	Частота вращения ВК постоянная	Совместным и раздельным регулированием параллельно работающих электростанций	Частота вращения ВК постоянная	Синхронный генератор
			Частота вращения ВК переменная	Совместным регулированием параллельно работающих электростанций и преобразователей частоты	Частота вращения ВК переменная	Синхронный генератор и преобразователь частоты или машина двойного питания

Окончание таблицы 3

Наименование подгруппы	Классификация по назначению		Классификация по способу управления		Классификация по структуре системы генерирования	
	Признак	Назначение	Признак режима работы ВЭУ	Способ управления	Признак режима работы ВЭУ	Состав системы генерирования энергии
Сетевые	Работа ВЭУ параллельно с мощной электрической сетью	Источники получения и выдачи в электрическую сеть максимально возможной выработанной электроэнергии	Частота вращения ВК постоянная	Регулированием ВК	Частота вращения ВК постоянная	Синхронный или асинхронный генератор
			Частота вращения ВК переменная	Регулированием ВК и преобразователем частоты (раздельно или совместно)	Частота вращения ВК переменная	Асинхронный генератор и преобразователь частоты или синхронный генератор и преобразователь частоты, или машина двойного питания

Общая схема классификации ВЭУ приведена на рисунке 1. Схемы классификации электрических ВЭУ переменного тока показаны на рисунках 2—4.

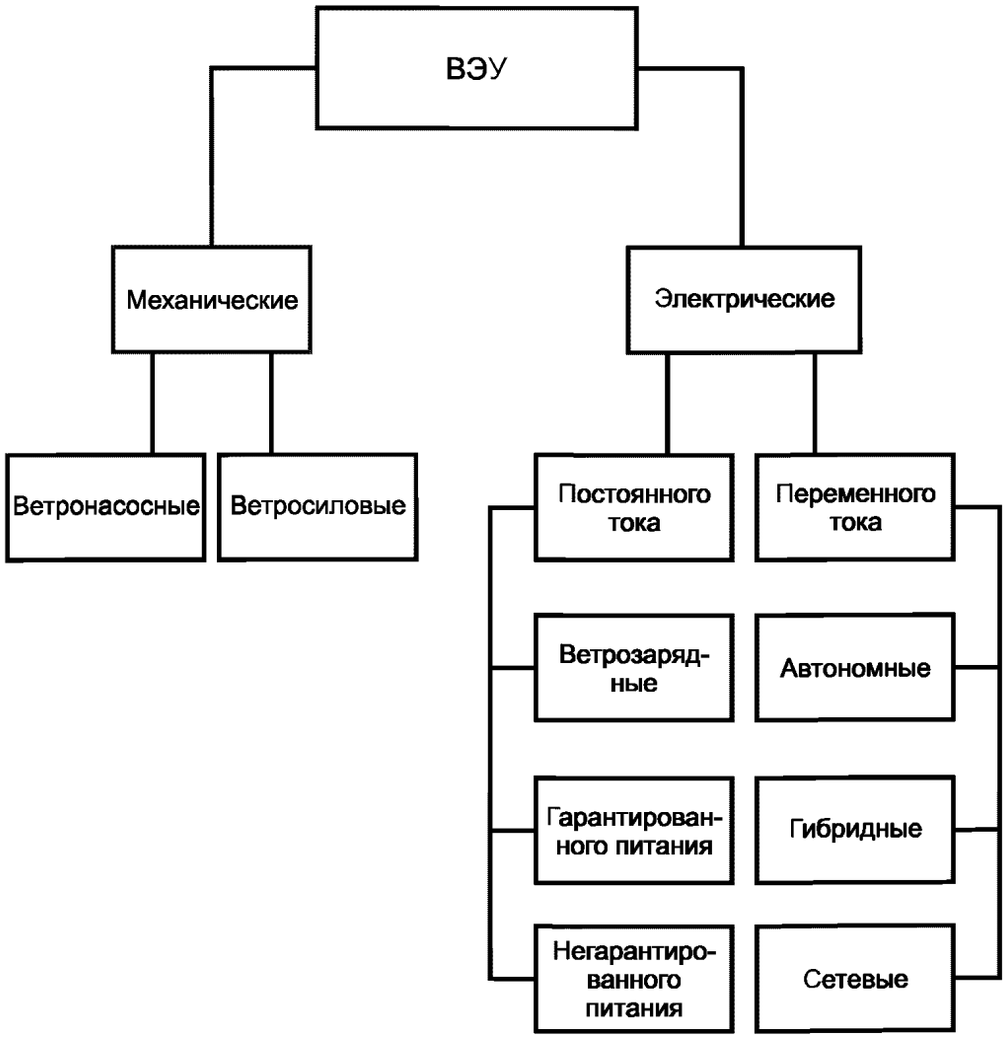
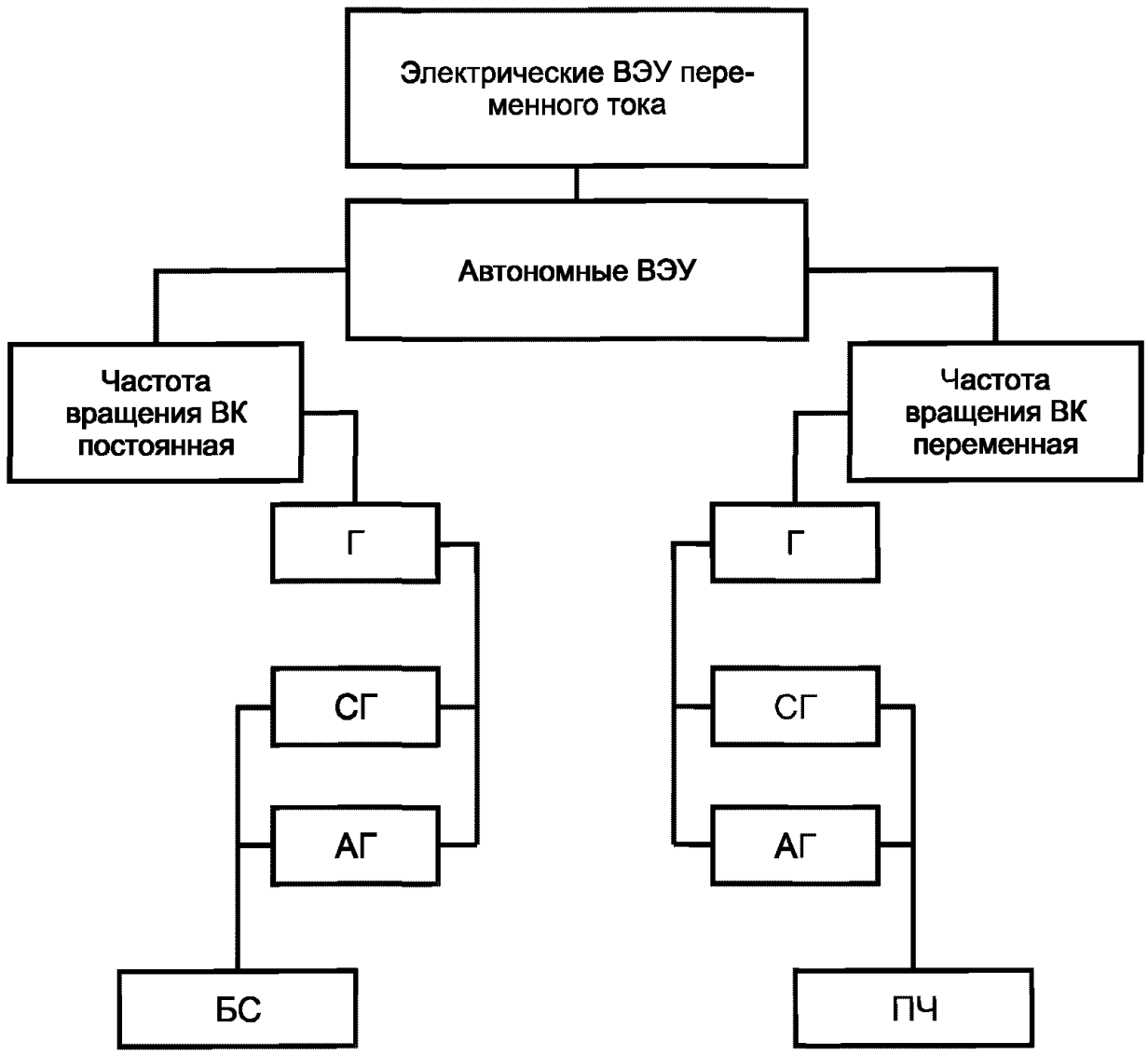
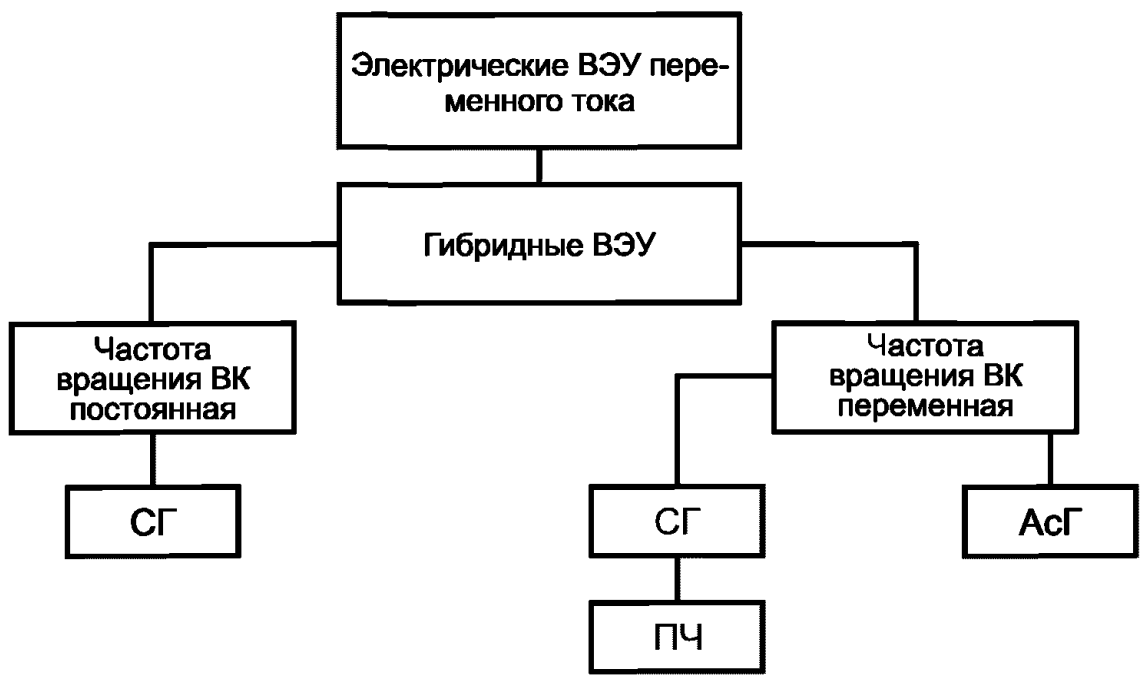


Рисунок 1 — Общая классификация ВЭУ



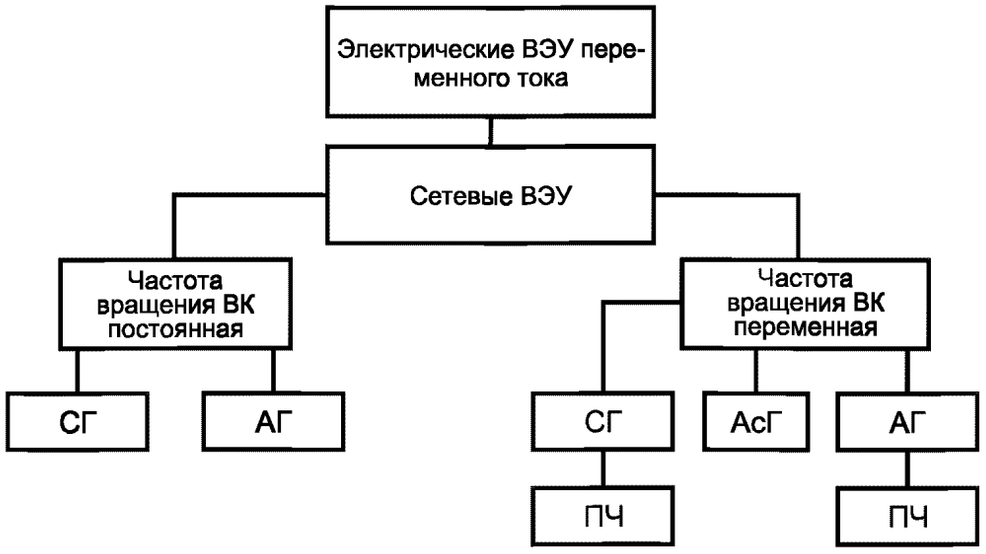
Г — генератор; СГ — синхронный генератор; АГ — асинхронный генератор; БС — балластное сопротивление; ПЧ — преобразователь частоты

Рисунок 2 — Структурная схема автономных ВЭУ



СГ — синхронный генератор; АсГ — асинхронизированный генератор; ПЧ — преобразователь частоты

Рисунок 3 — Структурная схема системных ВЭУ



СГ — синхронный генератор; АГ — асинхронный генератор; АсГ — асинхронизированный генератор; ПЧ — преобразователь частоты

Рисунок 4 — Структурная схема сетевых ВЭУ

Особенности аэродинамики, регулирования, управления и систем передачи мощности ветродвигателей ВЭУ приведены в приложении А.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Особенности аэродинамики, регулирования и систем передачи мощности ветродвигателей классифицируемых ВЭУ

А.1 Механические ВЭУ

Ветронасосные ВЭУ в зависимости от быстроходности ВД и типа насоса характеризуются большим разнообразием применяемых систем передачи мощностей (СПМ).

При пневматической СПМ ВК приводит во вращение компрессор, а сжатый им воздух используют для привода насосов или непосредственно для подъема воды. В первом случае между компрессором и насосом устанавливают пневматический двигатель (турбину), во втором — сам воздух используют в качестве рабочего тела, осуществляющего подъем воды путем ее вытеснения (насосы замещения) или эжектирования.

Электрическая СПМ обычно состоит из генератора, приводимого во вращение ВК, электрического двигателя насоса, питающих проводов, устройства регулирования напряжения, защиты генератора и двигателя от перегрева и токов короткого замыкания. Чаще всего используют трехфазные асинхронные генераторы переменного тока с самовозбуждением от конденсаторов короткозамкнутого асинхронного двигателя центробежного насоса и быстроходные (двух- и трехлопастные) ВД. Запуск электродвигателя насоса осуществляют одним из трех способов: подключением двигателя к возбужденному генератору, работающему на холостом ходу; замыканием цепи возбуждения генератора, к зажиму которого заранее присоединен двигатель; частотным пуском двигателя. При этом перед пуском двигатель должен быть присоединен к зажимам генератора, а генератор должен начинать работать при замкнутой цепи возбуждения.

Механические СПМ применяют чаще всего для привода поршневых, штанговых насосов, а также ковшовых и ленточных водоподъемников от ВД малой быстроходности, обладающих большим моментом страгивания. Для привода водоструйных насосов и водоподъемников инерционного типа используют ВД большой быстроходности.

Ветросиловые ВЭУ агрегатируют с рабочими машинами только посредством механических СПМ с отбором мощности от нижнего редуктора. Применяют ВД разной быстроходности с различными способами регулирования частоты вращения ВК. Основное требование к системе регулирования — надежное ограничение

частоты вращения ВК во всем рабочем диапазоне скоростей ветра на уровне, определяемом прочностью конструкции ВК. Суммарная нагрузка регламентируется на уровне номинальной путем подключения в работу части рабочих машин.

А.2 Электрические ВЭУ постоянного тока (ветрозарядные, гарантированного и негарантированного питания)

Ветрозарядные ВЭУ работают только на заряд аккумуляторных батарей (АБ) и могут иметь несколько систем АБ, каждая из которых поочередно работает в режиме заряда и разряда (когда одна система АБ питает нагрузку, другая заряжается). Выполняют установки обычно по безредукторной схеме с применением быстроходных ВД и генераторов переменного тока. Такие установки снабжают простейшей автоматикой, обеспечивающей автоматическое переключение АБ с одного режима работы на другой и их защиту от перезаряда и глубокого разряда.

ВЭУ гарантированного питания работают параллельно с АБ. Исходя из этого, они снабжаются специальными системами автоматического управления, обеспечивающими работу ВЭУ в зависимости от изменения скоростей ветра и внешней нагрузки в каждом из следующих режимов:

1) ветроагрегат (ВА) питает внешнюю нагрузку без АБ;
2) ВА заряжает АБ без внешней нагрузки;
3) ВА заряжает АБ и одновременно питает внешнюю нагрузку;
4) ВА и АБ работают параллельно на внешнюю нагрузку;
5) АБ питает внешнюю нагрузку без ВА.

Таким образом, АБ работает в смешанном режиме, переходящем с режима заряд—разряд в периоды отсутствия внешней нагрузки или ветра на режим постоянного подразряда (буферный режим) при наличии достаточного ветра и внешней нагрузки.

ВЭУ негарантированного питания работают без АБ вместе с блоком управления, обеспечивающим стабильное напряжение на выходе. Такие ВЭУ имеют мощность от нескольких десятков до нескольких сотен ватт. ВК устанавливают непосредственно на вал генератора.

Во всех случаях установки этого типа должны иметь системы регулирования частоты вращения ВК. Никаких специфических требований к аэродинамике ВК не предъявляют. Мощность внешней нагрузки регламентируется — она не должна превышать номинальную мощность ВЭУ.

А.3 Электрические ВЭУ переменного тока (автономные, гибридные и сетевые)

Принципы их использования и способы управления отличаются друг от друга. В первом случае ВЭУ рассчитывают для работы изолированно на собственную электрическую сеть с целью снабжения энергией заданного потребителя; во втором — для работы параллельно с другими энергетическими установками соизмеримой мощности (дизель-генераторы, малые ГЭС и др.) на общую, ими образованную, сеть; в третьем — для работы непосредственно на электрическую сеть несоизмеримо большей мощности. Эффект несоизмеримо большей мощности здесь реализуется при отношении $N_c/N_{ВЭУ}$ свыше 8—10, независимо от их абсолютных значений.

Особенностью всех установок ВЭУ этой группы при применении соответствующего регулирования ВК и определенной системы генерирования электрической энергии (СГЭЭ), обеспечивающей преобразование механической энергии вращающегося ВК в электрическую энергию промышленной частоты и напряжения, является то, что они могут эксплуатироваться в двух режимах: при переменной частоте вращения ВК, что позволяет получить максимально возможную выработку энергии, и при постоянной частоте вращения ВК, что позволяет упростить СГЭЭ при некотором уменьшении выработки энергии. Режим переменной частоты вращения ВК используют при скоростях ветра меньших расчетного значения ($v < v_p$) , а режим постоянной частоты вращения ВК — либо во всем диапазоне рабочих скоростей ветра, либо только при $v \geq v_p$.

В установках автономного типа мощность нагрузки потребителя строго регламентируют. Она не должна превышать номинальную мощность ВЭУ. Поэтому статической перегрузки трансмиссии по моменту вращения при $v > v_p$ не будет.

Никаких специальных требований к аэродинамике ВЭУ не предъявляют. Режим постоянной частоты вращения ВК обеспечивается регулятором частоты вращения ВК, а режим переменной частоты вращения ВК — системой СГЭЭ с использованием балластного сопротивления. Системные и сетевые установки на режимах постоянной частоты вращения ВК при скоростях ветра $v > v_p$ могут развивать мощность, превышающую их номинальные значения, но чтобы избежать возможные перегрузки, они, кроме системы регулирования частоты вращения ВК, должны иметь еще и системы ограничения мощности.

УДК 001.4:620.9:006.354 ОКС 27.180 Е10 ОКП 34 8793

Ключевые слова: энергетика возобновляемая нетрадиционная, установки ветроэнергетические, механические ВЭУ, электрические ВЭУ постоянного тока, электрические ВЭУ переменного тока, аккумуляторные батареи, ветроколесо, синхронный генератор, асинхронный генератор, балластное сопротивление, преобразователь частоты

Редактор *В.П. Огурцов*
Технический редактор *Л.А. Гусева*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 11.03.2003. Подписано в печать 21.03.2003. Усл. печ. л. 1,40.
Уч.-изд. л. 0,97. Тираж 224 экз. С 10093. Зак. 266.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru