

УДК 621.311.212

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОУСТАНОВОК (ВЭУ) И ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ПЭС) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЗОНАХ С НЕВЫСОКИМИ ПРИРОДНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОТЕНЦИАЛАМИ

Ю.Н.Перминов, канд.техн.наук,

Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, 02094, м. Киев, ул. Гната Хоткевича, 20А,
тел./факс +38-044-206-28-09, e-mail: renewable@ukr.net

Orcid: 0000-0001-5604-8327.

Л.В.Волков,

Институт экологического управления и сбалансированного природопользования, 02002, г. Киев, ул. Никольско – Слободская, 6 -Д

Тел./факс +38-044-541-10-11, e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-1988-9666.

С.Ю.Перминова,

Институт экологического управления и сбалансированного природопользования, 02002, г. Киев, ул. Никольско – Слободская, 6 -Д

Тел./факс +38-044-541-10-11, e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-0550-6548.

На основе расчетов синхронных генераторов с возбуждением от постоянных магнитов проведено сравнение их параметров при использовании в ВЭУ и ПЭС соизмеримой мощности. Библ. 9, табл. 1.

Ключевые слова: ветроустановки, приливные электростанции, генераторы, постоянные магниты.

COMPARISON OF THE TECHNICAL PARAMETERS OF WIND POWER PLANTS (WPP) AND TIDAL POWER PLANTS (TPP) USED IN AREAS WITH LOW NATURAL ENERGY POTENTIALS

Permynov Y., candidate of technical sciences,

Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine, Hnata Khotkevycha, 20A, 02094, Kyiv-94, Ukraine,

Phone/fax: +38-044-206-28-09, e-mail: renewable@ukr.net

Orcid: 0000-0001-5604-8327.

Volkov L.,

Institute for Environmental Management and Balanced Nature,

Mykilsko-Slobidska Str., 6-D, 02002, Kyiv-02, Ukraine

Phone./fax: +38-044-541-10-11

e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-1988-9666.

Permynova S.

Institute for Environmental Management and Balanced Nature,

Mykilsko-Slobidska Str., 6-D, 02002, Kyiv-02, Ukraine

Phone./fax: +38-044-541-10-11

e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-0550-6548.

The calculations of synchronous generators with excitation from permanent magnets was made, to compare their parameters in a similar power wind power plants (WPP) and tidal power plants (TPP). Referenses 9, tabl. 1.

Keywords: hydropower, small hydropower, tidal power stations, tidal power plants, wind power plants, wind turbines, generators, permanent magnets.

© Ю.Н.Перминов, Л.П.Волков, С.Ю.Перминова, 2017



Перминов Ю.Н.
Permynov Y.



Волков Л.П.
Volkov L.



Перминова С.Ю.
Permynova S.

Сведения об авторе: старший научный сотрудник отдела ветроэнергетики института возобновляемой энергетики НАН Украины.

Образование: окончил в 1968 г. Киевский политехнический институт по специальности «Электрические машины и аппараты».

Область научных интересов: ветрогенераторы, гидрогенераторы, устройства с постоянными магнитами.

Публикации: 80.

Сведения об авторе: старший научный сотрудник отдела научно - методического обеспечения Института экологического управления и сбалансированного природопользования, г. Киев.

Образование: окончил в 1959 г. Московский энергетический институт (МЭИ) по специальности «Электрификация промышленных предприятий».

Область научных интересов: электропривод, электрические машины.

Публикации: 20.

Сведения об авторе: начальник отдела научно - методического обеспечения Института экологического управления и сбалансированного природопользования

Образование: окончила в 2004 году Киевский национальный университет строительства и архитектуры по специальности «Экологическая безопасность».

Область научных интересов: возобновляемые источники энергии, зеленое строительство; экологический менеджмент, аудит и оценка жизненного цикла продукции (ISO 14000)

Публикации: 23.

Information about the author: Senior Researcher at Institute for Renewable Energy, National Academy of Sciences of Ukraine.

Education: graduated from the Kiev Polytechnic Institute in 1968 with a degree in Electrical Machines and Apparatuses.

Area of researches: wind power systems, small capacity wind units, hydrogenerators, devices with permanent magnets

Publications: 83.

Information about the author: Senior Researcher at Institute for Environmental Management and Balanced Nature.

Education: graduated from the Moscow Power Engineering Institute in 1959 with a degree in Electrification of Industrial Enterprises

Area of researches: wind power systems, small capacity wind units, hydrogenerators, devices with permanent magnets

Publications: 21.

Information about the author: Head of the Scientific and Methodological Support Department at Institute for Environmental Management and Balanced Nature

Education: graduated from the Kyiv National University of Construction and Architecture in 2004 with a degree in Environmental Safety.

Area of researches: renewable sources of energy, green building; environmental management, audit and life cycle assessment (ISO 14000)

Publications: 23.

ВЭУ и ПЭС небольшой мощности (до 1000 кВт) наиболее целесообразно использовать в удаленных от сетей регионах с невысокими природными энергетическими потенциалами [1].

Применение ВЭУ или ПЭС определяется конкретными природными, экономическими и другими факторами. Для случая, когда появляется альтернатива использования той или иной станции в регионе, целесообразно сравнение этих станций, в т.ч. по техническим параметрам.

Ветер, как источник энергии, характеризуется непостоянством силы и направления во времени, низкой плотностью – $1,3 \text{ кг/м}^3$. Поэтому при

проектировании станций пользуются усредненными значениями скорости ветра. В Украине часто принимается расчетное значение скорости ветра 8 м/с, исходя из карты ветропотенциала Украины, где средняя скорость ветра составляет 4-5 м/с (Херсонская область, Крым, Карпаты), с учетом временного периодического превышения этой величины. Зарубежные изготовители ВЭУ в основном принимают значение скорости 10-14 м/с.

Приливная энергия океана отличается постоянством величины во времени (в суточном, месячном, сезонном и многолетнем периодах) и не зависит от водности года [3]. Запас приливной

энергии планеты способен обеспечить до 15% современного энергопотребления [2]. В отличие от воздуха, морская вода имеет несоизмеримо большую плотность – 1020 кг/м³.

Кроме того, положительными аспектами ПЭС являются также благоприятные экологические характеристики работы (в отличие от тепло-, гидро- и атомных электростанций, работа ПЭС не связана с загрязнением атмосферы вредными выбросами, необходимостью затопления территорий, высокой потенциальной опасностью) [3].

В настоящее время построены и успешно эксплуатируются ПЭС во Франции, США, Канаде, России и Китае [2, 3]. Тем не менее, энергия приливов и отливов все еще используется недостаточно, по причине ограниченной доступности мест с высокими приливами и ее относительно высокой стоимости [3].

Снижения стоимости вырабатываемой энергии можно достичь путем усовершенствования технологий и конструкций ПЭС [4]. В частности, использование в агрегатных частях ВЭУ и ПЭС синхронных генераторов с возбуждением от постоянных магнитов с высокой удельной энергией (NdFeB, SmCo) позволит упростить их конструкцию и повысить КПД [5].

Целью данной статьи является сравнение эффективности использования ПЭС и ВЭУ соизмеримой мощности (600 кВт) по техническим и другим параметрам при их использовании в зонах с невысокими природными энергетическими потенциалами.

При этом если для ВЭУ принято значение скорости 8 м/с, то для ПЭС принято значение величины среднеквадратичной амплитуды прилива за месяц $A_{cp} = 1,35$, ориентируясь на Кислогубскую ПЭС (Россия), где величина прилива незначительная – около 4-4,5 м. Амплитуды (отклонение уровня прилива от среднего уровня моря) и формы приливо-отливных волн на разных побережьях мирового океана существенно различаются, что связано с такими факторами, как глубина, конфигурация береговой линии и др. Различными являются и величины приливов (разность уровня воды при максимальном подъеме и минимальном снижении за период прилива) на разных морских побережьях. Так, максимальная

величина прилива, составляющая 19,5 м, наблюдалась в Канаде в заливе Фанди на побережье Атлантического океана [4].

Исходные номинальные параметры генераторов, принятые для расчетов:

- мощность $P = 600$ кВт;
- фазное напряжение $U_{\phi} = 690$ Вт;
- частота выходного напряжения $f = 50$ Гц.

Расчёт параметров ВЭУ.

Мощность ветрового потока P , Вт, определяется по формуле:

$$P = \frac{\rho \cdot S \cdot v^3 \cdot \kappa}{2}, \quad (1)$$

где $\rho = 1,3$ кг/м³ – плотность воздуха; $v = 8$ м/с – скорость ветра; $\kappa \approx 0,38$ – коэффициент использования энергии ветра.

Таким образом, площадь ометаемой поверхности S составит:

$$S = \frac{2 \cdot P}{\rho \cdot v^3 \cdot \kappa} = \frac{2 \cdot 600 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 8^3 \cdot 0,38} = 4744 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Диаметр ветроколеса D будет равен:

$$D = \sqrt{\frac{S}{0,785}} = \sqrt{\frac{4744}{0,785}} = 78 \text{ м}. \quad (3)$$

Скорость вращения ветроколеса ω определяется из соотношения:

$$\omega = \frac{z' \cdot v}{R} = \frac{7 \cdot 8}{39} = 1,43 \text{ рад/с (14,3 об/мин)}, \quad (4)$$

где $z' = 7$ – коэффициент быстроходности ветроколеса; $R = 39$ м – радиус ветроколеса.

Электромагнитный момент генератора:

$$M_g = \frac{P}{\omega} = \frac{600 \cdot 10^3}{1,43} = 419580 \text{ Нм}. \quad (5)$$

Электромагнитный момент можно определить по формуле:

$$M_g = \alpha_i \cdot A \cdot B_{\sigma} \cdot \pi \cdot D_p^3 \cdot \lambda, \quad (6)$$

где $\alpha_i \approx 0,72$ – коэффициент полюсного перекрытия; $A \approx 25 \cdot 10^3$ А/м – линейная нагрузка; $B_{\sigma} = 0,72$ Тл – предварительное значение индукции в рабочем зазоре; $\lambda = 0,3$ – отношение длины пакета ротора l_p к его диаметру D_p :

$$\lambda = \frac{l_p}{D_p} = 0,3. \quad (7)$$

С учетом (6) диаметр ротора D_p можно определить так:

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{M_s}{\alpha_i \cdot A \cdot B_\sigma \cdot \pi \cdot \lambda}} = \sqrt[3]{\frac{419580}{0,72 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,72 \cdot 3,14 \cdot 0,3}} = 3,25 \text{ м.} \quad (8)$$

Число пар полюсов равно:

$$p' = \frac{f \cdot 60}{n} = \frac{50 \cdot 60}{14,3} = 214. \quad (9)$$

Площадь рабочего зазора:

$$S_\sigma = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha_i \cdot l_p}{2 \cdot p'} = \frac{3,14 \cdot 3,25 \cdot 0,72 \cdot 0,976}{2 \cdot 214} = 16,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2, \quad (10)$$

где длина пакета ротора l_p с учетом (7) составит:

$$l_p = \lambda \cdot D_p = 0,3 \cdot 3,25 = 0,976 \text{ м.}$$

Полезный поток на пару полюсов:

$$\Phi_\sigma = B_\sigma \cdot S_\sigma = 0,72 \cdot 16,75 \cdot 10^{-3} = 12,06 \cdot 10^{-3} \text{ Вб.} \quad (11)$$

Далее по величине потока рассчитывается обмотка, магнитная система, параметры машины в соответствии с методикой расчета, приведенной в [6–8]. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Расчёт параметров ПЭС. Для создания ПЭС необходимы природные условия, включающие:

- приливы величиной не менее 3-5 м (разность уровня воды при максимальном подъеме и минимальном снижении за период прилива);

- контур береговой линии (желательно с образованием залива), позволяющий отделить от моря бассейн для работы ПЭС при минимальной длине и высоте перегораживающей плотины.

Энергетические параметры ПЭС с полусуточным приливом [2] определяются так:

$$\mathcal{E} = 1,97 \cdot A_{cp}^2 \cdot F, \quad (12)$$

$$N = 225 \cdot 10^{-6} \cdot A_{cp}^2 \cdot F, \quad (13)$$

где \mathcal{E} – выработка энергии в год, кВт·ч; N – средняя установленная мощность, кВт; A_{cp} – среднеквадратичная амплитуда за лунный месяц; F –

средняя площадь поверхности бассейна в пределах приливных колебаний уровня, м² [3].

По формуле (13) при принятом значении $A_{cp} = 1,35$ м и площади бассейна $S = (1200 \times 1200)$ м² установленная мощность агрегата $N_{уст}$, кВт, составит:

$$N_{уст} = 225 \cdot 10^{-6} \cdot 1,35^2 \cdot 1440000 = 590,5 \text{ кВт.}$$

Агрегатная часть ПЭС может быть представлена капсульным электроагрегатом горизонтального расположения, т.к. при вертикальном расположении теряется существенная часть потенциальной энергии [3].

Принятый диаметр входного отверстия камеры $D_I = 3,75$ м. Диаметр турбины $D_{турб} \approx 0,88 \cdot D_I = 0,88 \cdot 3,75 = 3,3$ м. Диаметр капсулы $D_{капс} \approx 0,8 \cdot D_{турб} = 0,8 \cdot 3,3 = 2,64$ м.

Скорость рабочего потока:

$$V = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot N_{уст}}{\rho \cdot S_{турб} \cdot \kappa}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 590,5 \cdot 10^3}{1020 \cdot 8,54 \cdot 0,89}} = 5,34 \text{ м/с,} \quad (14)$$

где $\rho = 1020$ кг/м³ – плотность морской воды; $\kappa \approx 0,85 \div 0,87$ – КПД турбины; $S_{турб}$ – площадь омываемой поверхности турбины:

$$S_{турб} = 0,785 \cdot D_{турб}^2 = 0,785 \cdot 3,3^2 = 8,54 \text{ м}^2. \quad (15)$$

Расчетная величина расхода Q составит:

$$Q = S_{турб} \cdot V = 8,54 \cdot 5,34 = 45,6 \text{ м}^3/\text{с.} \quad (16)$$

Расчетная величина напора H :

$$H = \frac{N_{уст}}{9,8 \cdot Q \cdot \kappa} = \frac{590,5}{9,8 \cdot 45,6 \cdot 0,89} = 1,48 \text{ м.} \quad (17)$$

Значение угловой скорости по турбине ω принимается равным скорости близкого по условиям эксплуатации и параметрам агрегата [3]:

$$\omega = 7,85 \text{ рад/с (75 об/мин)}. \quad (18)$$

Электромагнитный момент генератора по установленной мощности M_s определяем по формуле (5):

$$M_s = \frac{N_{уст}}{\omega} = \frac{590,5 \cdot 10^3}{7,85} = 75222 \text{ Нм.} \quad (19)$$

Диаметр ротора D_p определяем по формуле (8):

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{M_z}{\alpha_i \cdot A \cdot B_\sigma \cdot \pi \cdot \lambda}} = \sqrt[3]{\frac{75222}{0,72 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,82 \cdot 3,14 \cdot 0,3}} = 1,75 \text{ м.} \quad (20)$$

Активная длина ротора с учетом соотношения (7) составит:

$$l_p = \lambda \cdot D_p = 0,3 \cdot 1,75 = 0,52 \text{ м.} \quad (21)$$

Число пар полюсов определяем аналогично (9):

$$p' = \frac{f \cdot 60}{n} = \frac{50 \cdot 60}{75} = 40. \quad (22)$$

Площадь рабочего зазора рассчитываем по формуле (10):

$$S_\sigma = \frac{\pi \cdot D_p \cdot l_p \cdot \alpha_i}{2 \cdot p'} = \frac{3,14 \cdot 1,75 \cdot 0,52 \cdot 0,72}{2 \cdot 40} = 25,70 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2. \quad (23)$$

Полезный поток на пару полюсов рассчитывается аналогично (11):

$$\Phi_\sigma = B_\sigma \cdot S_\sigma = 0,82 \cdot 35,7 \cdot 10^{-3} = 29,2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб.} \quad (24)$$

Далее по величине магнитного потока рассчитывается обмотка, магнитная система, параметры машины в соответствии с методикой расчета, приведенной в [6–9].

Таблица 1. Сравнение характеристик ветроустановок и приливных электростанций

№ п/п	Характеристика генератора		Тип генератора		
	Название и обозначение параметра		Ед. измер.	ветро-генератор	гидро-генератор
1	Номинальная мощность	P_n	кВт	600	590
2	Номинальное фазное напряжение	U_ϕ	В	690	690
3	Фазный ток	I_ϕ	А	333	285
4	Номинальные обороты	n_n	об/мин	14	75
5	Электромагнитный момент	M_z	Нм	419580	75222
6	Частота напряжения	f	Гц	50	50
7	Число фаз	m_ϕ	–	3	3
8	Плотность воздуха / воды	ρ	кг/м ³	1,3	1020
9	Диаметр ветроколеса/ турбины	$D/D_{турб}$	м	78	3,3
10	КПД ветроколеса /турбины	η_r	–	0,38	0,85
11	Площадь водного бассейна	S_σ	км ²	–	1,44
12	Диаметр ротора	D_p	м	3,25	1,75
13	Активная длина ротора	l_p	м	0,97	0,52
14	КПД генератора	η_g	–	0,83	0,9
15	Удельные потери с поверхности генератора (капсулы)	$P_{уд}$	Вт/м ²	8990	9516
16	Число пар полюсов	p	–	214	40
17	Число зубцов статора	z	–	1284	240
18	Высота магнита	h_m	мм	10	10
19	Ширина магнита	b_m	мм	24	68
20	Длина магнита	l_m	мм	976	525
21	Индукция в зазоре	B_σ	Тл	0,72	0,82
22	Диаметр статора (капсулы)	D_k	м	3,43	1,904
23	Длина статора	l_k	м	0,99	0,545
24	Масса магнитов (NdFeB)	m_m	кг	772	222
25	Масса проводов	$m_{пр}$	кг	726	204
26	Масса стали	$m_{ст}$	кг	6233	1946
27	Суммарная масса генератора	$\sum m$	кг	7731	2372
28	Цена магнитов	C_m	у.е.	92640	26640
29	Цена провода	$C_{пр}$	у.е.	7510	2110
30	Цена стали	$C_{ст}$	у.е.	21493	6710
31	Общая стоимость материалов генератора	$\sum C$	у.е.	121643	35460

Результаты расчета ветрогенератора для ВЭУ и гидрогенератора для ПЭС с возбуждением от постоянных магнитов с высокой удельной энергией (NdFeB) для электростанций соизмеримой мощности (около 600 кВт) представлены в таблице 1. На основании анализа результатов данных таблицы можно сделать следующие **выводы**.

Ветроколесо и гидротурбина капсульного гидроагрегата горизонтального расположения являются преобразователями кинетической энергии потоков воздуха и воды во вращательное движение ветроколеса, гидротурбины, электрических генераторов. При этом установлено, что мощность 600 кВт может быть получена от потока воздуха со скоростью 8 м/с при диаметре ветроколеса 78 м и частоте его вращения 14 об/мин.

Аналогичная мощность может быть достигнута приливной станцией при использовании энергетического потенциала водного бассейна площадью 1,44 км² со среднеквадратичной амплитудой прилива за лунный месяц $A_{cp} = 1,35$ м при движении потока воды со скоростью 5,34 м/с через входное отверстие камеры гидроагрегата диаметром 3,75 и диаметре турбины 3,3 м, что обеспечит частоту вращения турбины 75 об/мин.

Электромагнитный момент гидрогенератора существенно меньше (75222 Нм), чем момент ветрогенератора (419580 Нм) за счет более высокой частоты вращения гидрогенератора (75 об/мин и 14 об/мин).

Коэффициент использования энергии ветра составляет ориентировочно 0,38 (38%), в то время как КПД гидроагрегата 0,8-0,9.

Электромагнитный момент генератора определяется произведением удельных электромагнитных нагрузок ($A \times B_0$) на объем ротора (6), потому очевидно, что объем и диаметр ротора гидрогенератора будут существенно меньше аналогичных параметров ветрогенератора. Это определяет значительное уменьшение массогабаритных показателей гидрогенератора и, соответственно, снижение стоимости используемых материалов.

Установить корректно стоимость всей ветроустановки и ПЭС не представляется возможным ввиду отсутствия необходимой информации по составляющим расходов. Однако известно, что стоимость плотины ПЭС составляет около 10%

стоимости всей станции, а стоимость гидроагрегата – 50% стоимости всей ПЭС [3]. Стоимость ветроустановки приблизительно определяется из расчета 1000 у.е. на 1 кВт мощности.

Таким образом, при эксплуатации в условиях невысокого природного энергетического потенциала использование ПЭС может иметь ряд преимуществ, которые следует принять во внимание при решении задач энергоснабжения потребителей. В частности, ПЭС демонстрирует более высокий КПД, меньшие массогабаритные характеристики и, соответственно, снижение стоимости материалов до 4 раз.

1. Кузнцов М.П. Методи оцінки випадкових параметрів роботи енергосистем з інтегрованими вітровими електростанціями. // Відновлювана енергетика. – 2014.– №1. – С. 69.
2. Ландау Ю., Сиренко Л. Гидроэнергетика и окружающая среда, Киев, 2004 г., С. 36–39.
3. Бернштейн Л.Б. Приливные электростанции. – М., Энергоатомиздат, 1987. – С. 38, 39.
4. Бернштейн Л. Б, Силаков В. Н., Усачев И. Н. и др. Приливные электростанции. – М.: АО "Институт Гидропроект", – 1994.
5. Перминов Ю.Н., Коханевич В.П., Шихайлов Н.А., Перминова С.Ю. Определение параметров и основных размеров генератора для приливных электростанций малой мощности (до 1000 кВт) // Возобновляемая энергетика. – 2017.– №3 – С. 46–59.
6. Кудря С.А., Перминов Ю.Н. Некоторые особенности расчета насыщенной магнитной цепи синхронного генератора // Возобновляемая энергетика. – 2006.– №4.
7. Мхитарян Н.М., Кудря С.А., Перминов Ю.Н., Буденный В.Ф. Проектирование синхронных генераторов для ветроустановок малой мощности // Возобновляемая энергетика. – 2006. – №1.
8. Кудря С.А., Перминов Ю.Н. О методах расчета магнитных систем с постоянными магнитами // Возобновляемая энергетика. – 2009.– №4
9. Кудря С.А., Перминов Ю.Н. Оптимизация системы возбуждения электрических машин // Возобновляемая энергетика. – 2012.– №4

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІТРОУСТАНОВОК (ВЕУ) І ПРИПЛИВНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (ПЕС) ПРИ ВИКОРИСТАННІ В ЗОНАХ ІЗ НЕВИСОКИМИ ПРИРОДНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОТЕНЦІАЛАМИ

Ю.Н.Перминов, канд.техн.наук,
Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 02094,
м. Київ, вул. Гната Хоткевича, 20А
Тел./факс +38-044-206-28-09
e-mail: renewable@ukr.net
Orcid: 0000-0001-5604-8327.

Л.В.Волков,

Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 02002,

м. Київ, вул. Микільсько – Слобідська, 6 -Д

Тел./факс +38-044-541-10-11

e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-1988-9666.

С.Ю.Перминова,

Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 02002,

м. Київ, вул. Микільсько – Слобідська, 6 –Д

Тел./факс +38-044-541-10-11

e-mail: polisvett@gmail.com

Orcid: 0000-0003-0550-6548.

На основі розрахунків синхронних генераторів зі збудженням від постійних магнітів проведено порівняння їх параметрів при використанні у ВЕУ і ПЕС співмірної потужності. Бібл. 9, табл. 1.

Ключові слова: вітроустановки, припливні електростанції, генератори, постійні магніти.

REFERENCES

1. Kuznetsov M.P. Evaluation methods for power systems with integrated wind power plants // *Renewable energy*– 2014.– №1. –р. 59-64
2. Landau Yu., Sirenko L. Hydroenergetics and the environment, Kiev, 2004, p. 36-39
3. Bernstein L. B. Tidal power plants. –М., Energoatomizdat, 1987. – р. 38, 394.
4. Bernstein L. B., Silakov V. N., Usachev I. N. and others. Tidal power plants. – М.: JSC "Institute Hydroproject" – 1994.
5. Permynov Y., Kokhanevich V., Shikhailov N., Permynova S. Determination of parameters and basic dimensions of the generator for low power tidal plants (up to 1000 kW) // *Renew-*

able energy. – 2017. – №3. –р. 46-59

6. Kudrya S.A., Perminov Yu.N. Some features of calculation of the saturated magnetic circuit of a synchronous generator // *Renewable energy.* – 2006.– №4

7. Mkhitaryan N. M., Kudrya S.A., Perminov Yu.N., Budenny V.F. Design of synchronous generators for low-power installations of low power // *Renewable energy.* – 2006. №1

8. Kudrya S.A., Perminov Yu.N. Methods of calculation of magnetic systems with permanent magnets // *Renewable energy.* – 2009.– №4

9. Kudrya S.A., Perminov Yu.N. Optimization of the excitation system of electric machines// *Renewable energy.* – 2012.– №4

SYNOPSIS

Wind power plants (WPP) and a small tidal power plants (TPP) – up to 1000 kW, are most suitable for use in remote regions with low natural energy potentials. In regions in which the constancy of force and the stability of wind directions are not typical, the efficiency of the wind turbine is reduced. Therefore, when choosing alternative energy supply sources for such regions, it is advisable to make a comparative assessment of the wind turbines and other available types of facilities efficiency, one of which the tidal power plants can be. For this purpose the calculations of synchronous generators with excitation from permanent magnets was made, to compare their parameters in WPP and TPP with the similar power (600 kW). The calculation results demonstrate a number of advantages of the aggregate part of the tidal station, such as higher efficiency, smaller mass-dimensional characteristics and, correspondingly, a reduction in the cost of materials up to 4 times. All of the factors described above and calculation methods should be taken into account in the framework of an integrated approach in the development of the energy supply concept for the region where the necessary natural conditions for the tidal power plants installation are available.

Стаття надійшла до редакції 06.11.17

Остаточна версія 08.12.17