

ЭНЕРГЕТИКА

ВОЗМОЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ТУРКМЕНИСТАНЕ МАЛЫХ ВЕТРОВЫХ
И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**Чарыев Абдурахман Абдымурадович**

канд. физ.-мат. наук, Отдел подготовки учебников и издательских работ
Министерства образования Туркменистана
744000. Туркменистан, г. Ашхабад, Арчабил шайолы, 104
E-mail: charyev_abd@mail.ru

Оразова Махым Байрамдурдыевна

преподаватель кафедры общей физики Туркменского государственного университета имени Махтумкули
744000. Туркменистан, г. Ашхабад, Туркменбашы шайолы, 31
E-mail: mahym.oralowa91@gmail.com

Халмедов Оразмухаммет Реимбергенович

учитель физики школы №41 Ниязовского этрапа Дашогузского велаята
746306. Туркменистан, велаят Дашогуз, этрап им. А.Ниязова, ул. Байдак, 37

OPPORTUNITIES OF CONSTRUCTING SMALL AIR AND HYDROELECTRIC STATIONS
IN TURKMENISTAN**Abdurahman Charyev**

Candidate of physical-mathematical sciences, department of textbooks and publishings of the Ministry of Education
744000. Turkmenistan, Ashgabat, Archabil shayoly, 104

Mahym Orazova

teacher of general physics department of Magtymguly Turkmen state university
744000. Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenbashi shayoly, 31

Orazmuhammet Halmedov

teacher of physics of school №41 of Niyazov region, Dashoguz
746306. Turkmenistan, welayat Dashoguz, etrap A.Niyazow, Baydak street, 37

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы возможности использования возобновляемых источников энергии в Туркменистане.

ABSTRACT

In this article was analyzed the possibilities of using renewable energy in Turkmenistan.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, экология, ветер, вода, электроэнергетика.

Keywords: renewable energy, ecology, wind, water, electric-power industry.

В настоящее время производство и использование экологически чистой электроэнергии стало важной проблемой, которая находится в центре внимания ученых и инженеров многих стран. Вредное воздействие на окружающую среду при производстве электроэнергии традиционными методами, уменьшение запасов природного газа и нефти – основных источников для выработки электроэнергии, а также отсутствие их во многих странах, угрозы, возникающие в период использования некоторых из них (атомных и ядерных электросистем) и т.п. требуют использования возобновляемых источников энергии и работы

над современными технологиями производства данных источников энергии. Туркменистан является одним из государств, богатых электроэнергией. В стране работает ряд государственных электростанций. В настоящее время объемы вырабатываемой в нашей стране электроэнергии позволяют экспортировать её в соседние страны. Большой объем электроэнергии поставляется в Иран, Афганистан и другие государства. С учетом путей соблюдения экологических условий безопасности при выработке электроэнергии в условиях, соответствующих географическим особенностям, Туркменистан располагает

возможностью строительства ветро- и гидроэлектростанций.

Сначала нужно узнать мощность ветра на месте, где предусмотрено использование ветрогенераторов. Формула для определения мощности ветра следующая:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{m \vartheta^2}{2t} = \frac{\rho V \vartheta^2}{2t} = \frac{\rho \cdot S \cdot l \cdot \vartheta^2}{2 \cdot t} =$$

$$\frac{\rho S \vartheta^2}{2} \cdot \frac{l}{t} = \frac{\rho S \vartheta^2}{2} \cdot \vartheta = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot \vartheta^3. \quad (1)$$

$$N = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot \vartheta^3$$

В формуле (1) ρ – плотность воздуха (1,29 кг/м³), S – площадь прохождения ветра через описываемый лопастью ветрогенератора круг в единице времени

(м²), ϑ – скорость ветра (м/с). Формулу (1) совершенствуем:

$$S = \frac{\pi D^2}{4};$$

$$N = 0,5 \cdot 1,29 \cdot \frac{3,14 \cdot D^2}{4} \cdot \vartheta^3 = 0,5 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3,$$

$$N = 0,5 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3. \quad (2)$$

В формуле (2) D – диаметр лопасти ветрогенератора, ϑ – скорость ветра.

Выходную мощность ветрогенератора находим по следующей формуле:

$$P = k \cdot N = k \cdot 0,5 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3. \quad (3)$$

Таблица 1.

Сравнительные показатели выходной мощности ветрогенератора и скорости ветра в различных районах Туркменистана

Месяцы	Реки	Ашхабад (аэропор)	Теджен	ховдан	Туркмен абад	Керки	Койтен- даг	Балкана бат	Сердар	Гарабо- газ	Огурджа лы	Мары	Серхета- бат
Январь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	21	20	20	14	21	18	19	19	16	17	17	14
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,9	1,6	1,6	0,5	1,9	1,2	1,4	1,4	0,8	1,0	1,0	0,5
Февраль	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	13	16	18	13	16	14	19	17	16	22	14	13
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	0,4	0,8	1,2	0,4	0,8	0,5	1,4	1,0	0,8	2,1	0,5	0,4
Март	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	17	18	40	15	26	25	22	18	20	25	16	15
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,0	1,2	12,8	0,7	3,5	3,1	2,1	1,2	1,6	3,1	0,8	0,7
Апрель	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	20	16	16	15	25	17	22	23	20	24	21	14
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,6	0,8	0,8	0,7	3,1	1,0	2,1	2,4	1,6	2,8	1,9	0,5
Май	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	17	19	12	25	30	22	22	18	16	13	16	21
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,0	1,4	0,3	3,1	5,4	2,1	2,1	1,2	0,8	0,4	0,8	1,9
Июнь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	22	22	12	17	15	15	21	18	16	17	21	19
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	2,1	2,1	0,3	1,0	0,7	0,7	1,9	1,2	0,8	1,0	1,9	1,4
Июль	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	18	20	12	15	17	16	16	18	16	24	18	18
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,2	1,6	0,3	0,7	1,0	0,8	0,8	1,2	0,8	2,8	1,2	1,2
Август	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	13	14	12	13	11	13	14	11	12	17	13	16
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	1,0	0,4	0,8

Сентябрь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	21	22	12	17	19	18	19	18	16	28	20	14
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,9	2,1	0,3	1,0	1,4	1,2	1,4	1,2	0,8	4,4	1,6	0,5
Октябрь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	15	15	12	12	17	16	19	17	16	24	12	14
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	0,7	0,7	0,3	0,3	1,0	0,8	1,4	1,0	0,8	2,8	0,3	0,5
Ноябрь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	19	18	16	16	15	16	19	17	16	20	16	14
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	1,4	1,2	0,8	0,8	0,7	0,8	1,4	1,0	0,8	1,6	0,8	0,5
Декабрь	Диаметр (м)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Скорость ветра (м/с)	15	18	40	14	17	17	18	17	24	24	15	17
	Выходная мощность ветрогенератора (кВт)	0,7	1,2	12,8	0,5	1,0	1,0	1,2	1,0	2,8	2,8	0,7	1,0
	Средняя стоимость выходной мощности ветрогенератора	1,2	1,3	2,7	0,9	1,7	1,1	1,5	1,2	1,1	2,1	1,0	0,8

Здесь k – коэффициент полезного действия (КПД). КПД ветрогенератора находится в промежутке от 0,2 до 0,5. При обработке расчетов КПД принимаем за 0,4.

Тогда формула (3) принимает следующий вид:

$$P = k \cdot N = 0,4 \cdot 0,5 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3 = 0,2 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3, \quad (4)$$

$$P = 0,2 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3 \text{ (Вт)}.$$

Формула (4) является формулой выходной мощности ветрогенератора.

Например, если расположить вблизи Ашхабадского аэропорта в январе месяце ветрогенератор, то его выходная мощность будет равна:

$$P = 0,2 \cdot D^2 \cdot \vartheta^3,$$

$$P = 0,2 \cdot 1^2 \cdot 21^3 =$$

$$= 1852,2 \text{ Вт} = 1,852 \text{ кВт}$$

Подобные вычисления выполняем для Ашхабада (аэропорт), Теджена, Ховдана, Туркменабата, Керки, Койтендага, Балканабата, Сердара, Карабогаза, Огурджалы, Мары, Серхетабата за каждый месяц.

А на диаграмме 1 приведена средняя стоимость выходной мощности генератора в случае, если диаметр лопасти ветрогенератора равен 1.

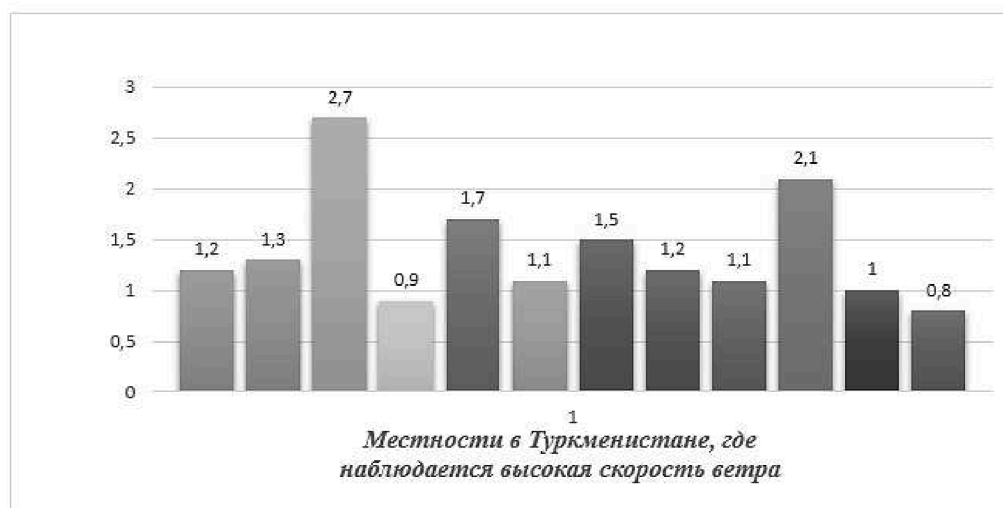


Диаграмма 1. Средняя стоимость выходной мощности генератора в случае, если диаметр лопасти ветрогенератора равен 1

Для использования малых гидроэлектростанций необходимо найти мощность воды в реках. Мощность воды вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t}; \quad h = \frac{g^2}{2g}; \quad Q = \frac{V}{t};$$

$$N = \rho \cdot \frac{V}{t} \cdot g \cdot \frac{g^2}{2g} = \rho \cdot Q \cdot \frac{g^2}{2};$$

$$N = 0,5 \cdot \rho \cdot Q \cdot g^2. \quad (5)$$

В этой формуле ρ – плотность воды (1000 кг/м³), Q – полезно расходуемый объем воды в единицу времени (м³/с), g – скорость воды, N – мощность воды (Вт). Подставляя мощность воды в формулу (1) получаем:

$$N = 0,5 \cdot 1000 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (Вт)} = 0,5 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (кВт)},$$

$$N = 0,5 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (кВт)}. \quad (6)$$

Формула выходной мощности гидрогенератора равен умножению мощности воды на коэффициент полезного действия гидрогенератора:

$$P = \eta N. \quad (7)$$

Формулу (1) подставляя в формулу (3) получаем:

$$P = \eta \cdot 0,5 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (кВт)}.$$

Среднее значение коэффициента полезного действия гидрогенератора равно 0,6. Тогда формула (4) приходит к следующему виду:

$$P = 0,6 \cdot 0,5 \cdot Q \cdot g^2 = 0,3 \cdot Q \cdot g^2, \quad (8)$$

$$P = 0,3 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (кВт)}.$$

Формула (5) – формула выходной мощности гидрогенератора.

Например, если в январе месяце скорость воды в Амударе в районе Керки будет равна $g=1$ м/с, расход воды – $Q = 738$ м³/с, то при расположении в данном промежутке малого гидрогенератора, его выходная мощность будет равна:

$$P = 0,3 \cdot Q \cdot g^2 \text{ (кВт)}$$

$$P = 0,3 \cdot 738 \cdot 1^2 = 221 \text{ кВт}.$$

Вычисления выполняем для рек в промежутке Амударья-Керки, Амударья-Туркменабат, Амударья-Дарганата, Гарагум-969 км, Мургап-Тахтабазар за каждый месяц.

Таблица 2.

Сравнительные показатели скорости, максимального расхода воды и выходной мощности гидрогенераторов в различных районах Туркменистана

Месяцы	Реки	Амударья-Керки	Амударья-Туркменабат	Амударья-Дарганата	Гарагум – 969 км	Мургап-Тахтабазар
Январь	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	738	680	562	39,2	63,7
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	0,97	1,22	1,08	0,7	1,13
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	208,3153	303,6336	196,655	5,7624	24,40156
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	710	650	592	39,9	37,9
Февраль	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,27	1,12	1,43	0,71	1,15
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	343,5477	244,608	363,1742	6,034077	15,03683
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	863	694	559	50,4	92,2
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,98	1,26	1,42	0,71	1,15
Март	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	1014,992	330,5383	338,1503	7,621992	36,58035
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	1130	1160	955	55,7	224
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,44	1,23	1,67	0,71	1,33
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	702,9504	526,4892	799,0199	8,423511	118,8701
Апрель	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	3770	3340	2990	57,6	88,2
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,92	2,43	2,38	0,71	1,28
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	4169,318	5916,71	5080,967	8,710848	43,35206
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	4050	3730	3090	25,7	76,2
Май	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,69	2,95	2,93	0,71	1,33
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	3470,162	9738,098	7958,202	3,886611	40,43705
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	3270	3430	2720	27,8	44,9
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,65	2,27	2,31	0,71	1,19
Июнь	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	2670,773	5302,334	4354,258	4,204194	19,07487
	Максимальный расход воды в месяц (м ³ /с)	2710	2200	2030	27,2	23
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)					
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)					

Август	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,7	1,68	2,16	0,69	0,99
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	2349,57	1862,784	2841,35	3,884976	6,76269
	Максимальный расход воды в месяц (м³/с)	1260	1140	898	27,8	21,2
Сентябрь	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	0,69	1,23	1,13	0,71	0,92
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	179,9658	517,4118	343,9969	4,204194	5,383104
	Максимальный расход воды в месяц (м³/с)	602	495	553	43,3	24,4
Октябрь	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	0,72	0,68	1,03	0,71	1,03
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	93,62304	68,6664	176,0033	6,548259	7,765788
Ноябрь	Максимальный расход воды в месяц (м³/с)	455	454	604	44,3	28,7
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	1,12	0,7	1,31	0,71	1,07
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	171,2256	66,738	310,9573	6,699489	9,857589
Декабрь	Максимальный расход воды в месяц (м³/с)	401	434	618	43,6	31,7
	Самая высокая скорость воды в месяц (м/с)	0,83	0,75	0,97	0,71	1,07
	Выходная мощность гидрогенераторов (кВт)	82,87467	73,2375	174,4429	6,593628	10,888
	Средняя стоимость выходной мощности гидрогенератора	1288	2079	1911	6	28

Для вычисления мощности электрооборудования, потребляемой человеком в сутки, напомним таблицу мощности, расходуемой электрооборудованием, используемым в домашнем хозяйстве.

Таблица 3.

Показатели мощности, расходуемой домашними электроприборами

п/п	Наименование электрооборудования	Расходуемая мощность, кВт	Время работы, ч.	Суточный расход мощности, кВт
1	Холодильник	0,06	24	1,4
2	Телевизор	0,25	12	3
3	Нагреватель воды (Аристон)	1,5	3	4,5
4	Мотор (Шимге)	1,5	3	4,5
5	Утюг	1,2	0,5	0,6
6	Компьютер	0,3	2	0,6
7	Свет	0,1	12	1,2
8	Стиральная машина	1,5	2	3
	Итого:			19 кВт

В сутки человеку необходимо примерно 20 кВт энергии, а в час – 0,8 кВт. Из вышеизложенных вычислений, видно, что в соответствующих постах указанных рек Туркменистана имеется большая возмож-

ность построить малые ГЭС, а также выработки экологически чистой электроэнергии, с учетом выходной мощности 7,4 кВт (если диаметр лопасти ветрогенератора равен 2) и 16,7 кВт (если равен 3).

Список литературы:

1. Альтернативная энергетика в Туркменистане: возможности и перспективы (Академия наук Туркменистана), 2009.
2. Чарыев А.А., Оразова М.Б. Возможности использования возобновляемых источников энергии в Туркменистане и использование инновационных технологий в процессе преподавания данной темы. естественнонаучный журнал "Точная наука". – М.: Издательский дом Плутон. – 2017. – №7.
3. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г.М. Михеев. – М.: ИД «Додэка XXI», 2010.
4. Сидорович В. Мировая энергетическая революция. Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. – Москва, 2015.
5. Сведения Национального комитета по гидрометеорологии при Кабинете Министров Туркменистана.