

УДК 631.316

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РК

БЕСБАЕВ ГАНИ АБЗЕЛБЕКОВИЧ,

к.ф.м.н., доцент

ТУРЫМБЕТОВА ГУЛЬЗУХРА ДЖУРАБЕКОВНА,

доктор PhD, доцент

АЛТЫНБЕК БЕРДИБЕК АРТЫКБЕКУЛЫ

студент

Южно-Казахстанский университет им.М. Ауэзова

Аннотация: Данная статья посвящена развитию электроэнергетики Туркестанской области Казахстана на основе использования нетрадиционных источников электрической энергии. Рассмотрена возможность использования гидроэнергетических и солнечных потенциалов региона. Предлагается вариант построения гибридного (СЭС и мини ГЭС) комплекса, который может быть применен для автономного энергоснабжения с.Аксукент, а также для направления излишков электрической энергии в городские сети г.Шымкента.

Ключевые слова: автономные гибридные электростанции, автономные системы электроснабжения, возобновляемые источники энергии, микро ГЭС, солнечные панели, качество электроэнергии.

PROSPECTS FOR USING HYBRID POWER SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES OF TURKESTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Besbayev Gani Abzelbekovich,**Turymbetova Gulzukhra Dzhurabekovna,****Altynbek Berdibek Artykbekuly**

Abstract: The article considers development of electric power industry in Turkestan region of Kazakhstan based on the use of unconventional sources of electric energy. It also considers the possibility of using hydropower and solar potentials of the region. A variant of building a hybrid complex (power supply system and mini-hydroelectric power station) is proposed, which can be used for autonomous power supply to the village of Aksukent, as well as for directing surplus electricity to the urban networks of Shymkent.

Key words: autonomous hybrid power plants, autonomous power supply systems, renewable energy sources, micro hydroelectric power stations, solar panels, power quality.

Туркестанская область является одной из самых энергодефицитных областей Казахстана. Дефицит энергетических мощностей в области заставляет рассмотреть, возможность использования альтернативных источников электроэнергии, а именно энергию гибридных энергетических систем, которые объединяют несколько возобновляемых энергетических источников: солнечные батареи, мини-ГЭС и другие устройства для аккумулирования энергии, которые преимущественно предназначены для обеспечения объектов электрической энергией.

Создание гибридной системы энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии на основе мини-ГЭС и солнечной электростанций является актуальным решением дальнейшего развития автономных систем энергоснабжения в Туркестанской области РК.

В области имеется огромный потенциал в сфере возобновляемых источников энергии. На территории насчитывается 122 малых рек, протяженностью от 10 до 200 км, 39 водохранилищ, что делает регион привлекательным в сфере развития малых ГЭС. Быстроток рек области имеет существенный гидроэнергетический потенциал, который в настоящее время не полностью используется для производства электроэнергии. Область обладает значительным потенциалом, но при этом импортирует из северных областей большое количество электроэнергии[1].

В частности в Сайрамском районе протекает ирригационный канал Аксу. Быстроток правобережного р.Аксу имеет существенный энергетический потенциал, который в настоящее время не используется для производства электроэнергии, что является недопустимым фактором в условиях острого дефицита производства энергии в Аксукент.

Осуществление данного проекта частично позволит решить проблему в обеспечении электроэнергией ближайших населенных пунктов и снять нагрузки в потреблении электроэнергии с электросистемы региона.

В ходе обобщения результатов обследования р.Аксу с учетом анализа стока по сезонам года и внутригодового распределения расхода воды, рассмотрим эффективность использования гидроэнергетического потенциала реки по двум вариантам расположения створов.

Намеченные в ходе проведения обследования реки створы МГЭС при расходах 3,0 м³/с и напорах от 10 до 54 м обеспечат выдачу мощности от 420 до 1000 кВт. Однако, выбор створа возможно окончательно согласовать только после проведения водно – энергетических и технико – экономических расчетов.

Расчетная мощность гидроэлектростанций определена, исходя из максимального режима воды 3 м³/с, при котором расчетный напор с учетом потерь в водоводе составил, соответственно 35 м[2].

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T \cdot \eta_G \cdot \eta_{BG} \quad (1)$$

N - расчетная мощность МГЭС, кВт;

Q - расход воды, поступающий на гидроагрегаты, м³/с;

H - рабочий напор с учетом потерь статического давления в напорном водоводе;

η_T, η_G - коэффициенты полезного действия турбины (0,87) и генератора (0,93);

η_{BG} - коэффициент (0,97), учитывающий влияние высокогорья.

$$N = 9,81 \cdot 3,0 \cdot 35 \cdot 0,87 \cdot 0,93 \cdot 0,97 = 808,4 \text{ кВт}$$

Для того, чтобы максимально использовать гидроэнергетический потенциал реки, средний расход воды (по годам различной водности) поступающий на гидроагрегаты примем 3,0 м³/с, при котором расчетный напор с учетом потерь в водоводе составил 50 м.

Если значение установленной мощности ГЭС и расчетный расход реки определены, то следующим этапом будет выбор энергоагрегата. В зависимости от требуемой мощности и расхода реки воз-

можно множество решений, реализующих выработку требуемого объема электроэнергии, что достигается за счет вариации типов и количества устанавливаемых энергоагрегатов, выбор оптимального количества которых можно свести к решению задачи оптимизации.

С учетом рельефа местности, вышеуказанных расходов воды по сезонам года и статических напоров в пределах 50 м при работе гидроузлов по «водотоку» однозначно определился тип гидроагрегатов с радиально – осевыми турбинами. Исходя из расчетной мощности МГЭС и эксплуатационных характеристик гидроагрегатов для обеспечения их устойчивой работы принимается к установке пять гидроагрегатов установленной мощностью 250 кВт при напорах, соответственно 50м.

В соответствии с формулами была высчитана характеристики для реки Аксу. Согласно подсчетам, мощность водотока составила 1200 кВт, а выработка электроэнергии составила 10,51 млн. кВтч.

Как отмечалось выше, согласно наблюдений за последние годы сток реки увеличился. Намеченные в ходе проведения обследования реки створы МГЭС при расходах 3,0 м³/с и напорах от 10 до 54 м обеспечат выдачу мощности от 420 до 1000 кВт.

Результаты топографической съемки вдоль сечения быстротока позволяют сделать вывод о том, что можно обеспечить напор мини-МГЭС, равный 67 м.

Но для того, чтобы максимально использовать гидроэнергетический потенциал реки, используя данные предыдущего 2020 года (расходы воды р.Аксу, при котором расчетный напор с учетом потерь в водоводе составил 63 м) рассчитаем мощность станций [3].

С учетом рельефа местности, а также максимального расхода воды, поступающий на гидротурбины и напора воды с учетом потерь в водоводе, выбираем гидроагрегаты с горизонтальными турбинами. Из существующего типоразмерного ряда гидроэнергетического оборудования для использования указанного диапазона расходов и напора подходит два гидроагрегата с горизонтальными турбинами мощностью 1250 кВт, который будет установлен на водоводах.

В соответствии с формулами была высчитана характеристики для реки Аксу. Согласно подсчетам, максимальная мощность водотока составила 2321 кВт, а выработка электроэнергии составила 1313640 кВт/ч. Гидроагрегаты выбраны с повышенной установленной мощностью 2500 кВт против суммарной расчетной мощности 2321 кВт. Выработка электрической энергии на мини-ГЭС представлена в таблице 1.

Таблица 1

Выработка электрической энергии на мини-ГЭС

Месяц	Расход воды, л/сек	Мощность станции,кВт	Гидроэнергия кВт/час
январь	2500	1290	706150
февраль	2300	1186	615320
март	2000	1032	550430
апрель	2500	1290	669320
май	2500	1290	778320
июнь	3800	1960	1055420
июль	4500	2321	1313640
август	3000	1547	994280
сентябрь	2300	1186	703140
октябрь	2250	1161	640700
ноябрь	2200	1135	674140
декабрь	1850	954	569540
Итого	31700	1363	9270400

Диаграммы расходов воды и мощности станции представлена на рисунке 1.

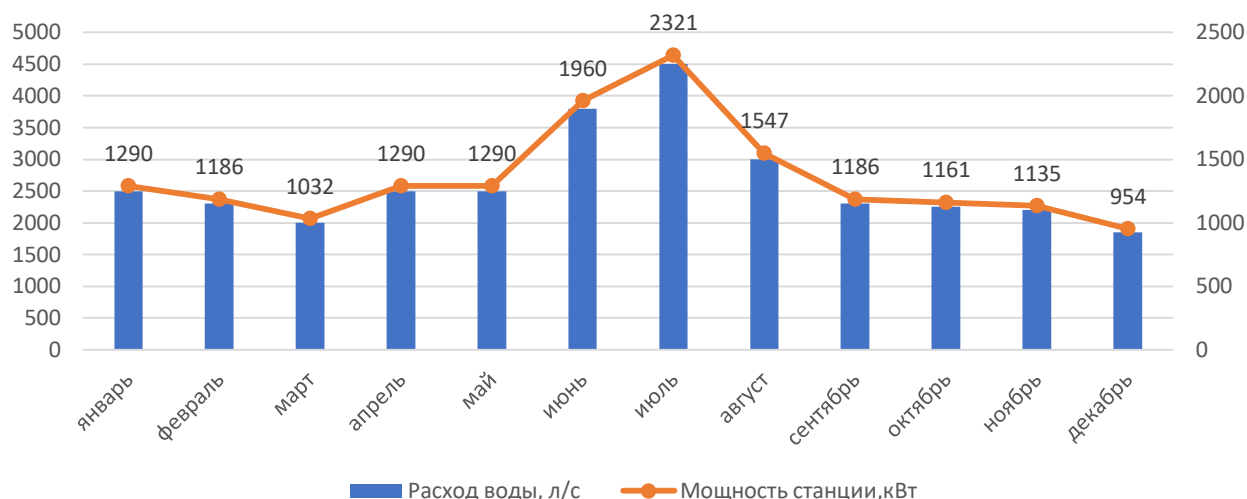


Рис. 1. Диаграммы расходов воды и мощности станции

Подводя итоги можно сказать, что гидроэнергетические ресурсы реки Аксу могут снабдить электроэнергией в достаточной мере (мощность мини ГЭС 2500 кВт) нужды объектов Сайрамского района, а также избытки электроэнергии безвозмездно можно отправлять в городские сети г.Шымкента. Реализация этого проекта в какой – то мере позволит восполнить недостаток электроэнергии, которую приходится закупать в соседних регионах страны.

Учитывая природно-климатические условия Южного Казахстана, где бывает более 288 солнечных дней в году, для покрытия дефицита в электроэнергии и мощности можно использовать солнечную энергию. Количество энергии, приходящей на приемник солнечного излучения, зависит от широты местности. Аксукуент расположен на 42 параллели северной широты и в дни весеннего равноденствия (20 и 21 марта) солнечные лучи падают на горизонтальную плоскость под углом 48° [4]. Под прямым углом интенсивность потока солнечной радиации составляет 1 кВт/м^2 , а под углом 48° снижается до 0.74 кВт/м^2 . В день летнего солнцестояния (20-22 июня) угол падения солнечных лучей на горизонтальную плоскость составит 70° , а интенсивность потока солнечной радиации составляет 0.9397 кВт/м^2 . Период осеннего равноденствия наступает (22 или 23 сентября), солнечные лучи падают на горизонтальную плоскость под углом 46° и 0.7193 кВт/м^2 . В день зимнего солнцестояния (20-21 января) угол падения солнечных лучей на горизонтальную плоскость составит 25° , интенсивность потока солнечной радиации составляет 0.4226 кВт/м^2 .

Анализ результатов расчета показал, что оптимальными углами наклона для неподвижно ориентировочных площадок обеспечивающий максимальный приход солнечной энергии составляет 45° .

Среднегодовая величина прямой солнечной радиации почти по всей территории области изменяется с севера на юг, например в с.Аксукуент в пределах $2.5 - 7.95 \text{ кВт/м}^2$ в день. В среднем, значение этой величины составляет примерно 4.88 кВт/м^2 в день. Суммарное поступление солнечной энергии на горизонтальную поверхность $1781.2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, на наклонную поверхность обеспечивающую максимальную выработку – $2902 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$, на наклонную поверхность при $\beta=45^{\circ}$ – $2031.2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$. В таблице 2 приведены основные параметры солнечной инсоляции для географического расположения с.Аксукуента, 42° северной широты и 69° восточной долготы.

Таблица 2

Среднемесячный уровень инсоляции горизонтальной поверхности, $\text{кВт/м}^2/\text{день}$

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
2.5	3.0	4.0	4.5	5.5	7.95

Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средн.
7.5	7.33	5.83	4.5	3.56	2.39	4.88

Согласно таблице 2 наилучший уровень инсоляции будет в июне месяце, а наихудший – в декабре.

Мы выбрали для расчета наземную солнечную электростанцию мощностью 1 мВт для Аксукуента Туркестанской области, которая предусмотрена как для собственного потребления электроэнергии промышленного предприятия, так и для продажи ее по «зеленому» тарифу. Общая требуемая площадь солнечной электрической станции (СЭС) составляет 20000 кв.м. Рекомендуемый

Учитывая величины прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в день, номинальную производительность солнечной батареи, максимальную величину прямой солнечной радиации перпендикулярно солнечным лучам в день, среднюю продолжительность светового дня в году [5], а также количество пасмурных дней в году, произвели расчет годовой генерации солнечной электростанции, который составляет 1.120 МВт·ч. В таблице 8 приведены результаты расчета выработки и потребления энергии от солнца.

Таблица 3

Расчет выработки и потребления энергии от солнца, кВт·ч/день

Месяцы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Производительность системы	2.4	2.88	3.84	4.32	5.28	7.63

Месяцы	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Производительность системы	7.2	7.03	5.59	4.32	3.42	2.29

По данным таблицы построена зависимость энергии неподвижных солнечных панелей с разбивкой по месяцам года (рис.2).

Расчет генерации электроэнергии

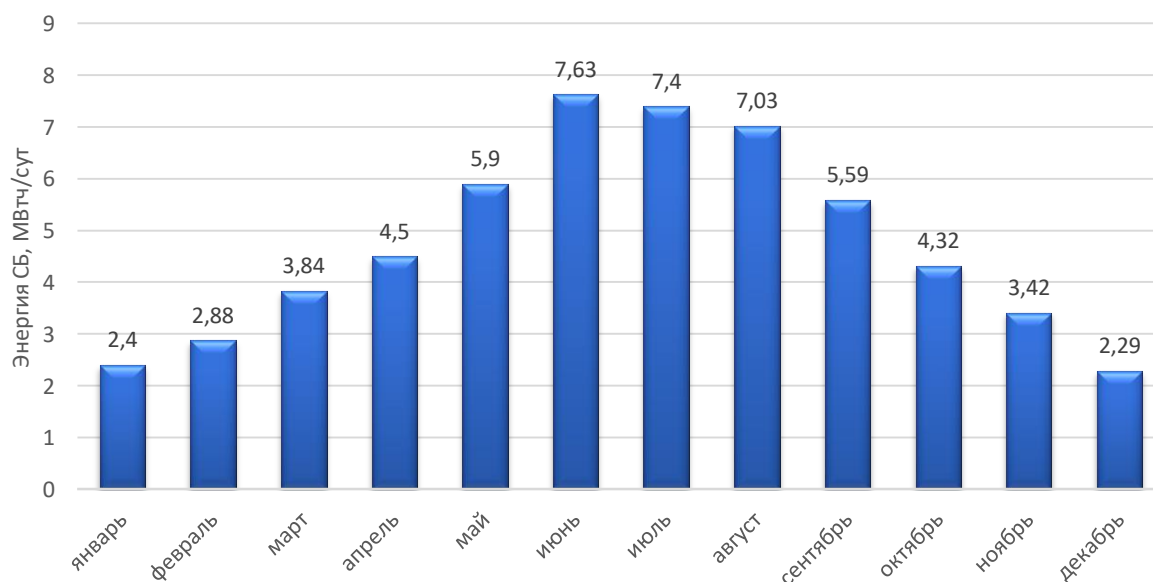


Рис. 2. Расчет генерации по электроэнергии солнечной СЭС

СЭС разработана с применением инверторов и монокристаллических кремниевых модулей. Солнечная электростанция генерирует только активную мощность ($\cos\varphi=1$), поэтому полная мощность равняется активной. Станция состоит из солнечных панелей, каждая панель будет вырабатывать по

450 Вт. Посредством параллельно – последовательных соединений набирается мощность 1 мВт. Электроэнергия постоянного тока, которая вырабатывается солнечной электростанцией, поступает на 2 инвертора, где преобразовывается в энергию переменного тока. Далее через силовые щиты электроэнергия из инвертора поступает на КТП, где повышается до напряжения 6 кВ и передается в сеть. Учитывая географические и климатические данные были выбраны все устройства схемы электроснабжения СЭС, в которые входят: солнечные панели Seraphim SRP-270-6PB - 4000 шт, аккумуляторные батареи LI-ION 24 В / 1000 Ач и инвертор ABB типа SOFAR 50000TL.

На рисунке 3 представлена средняя выработка электроэнергии на проектируемой СЭС.

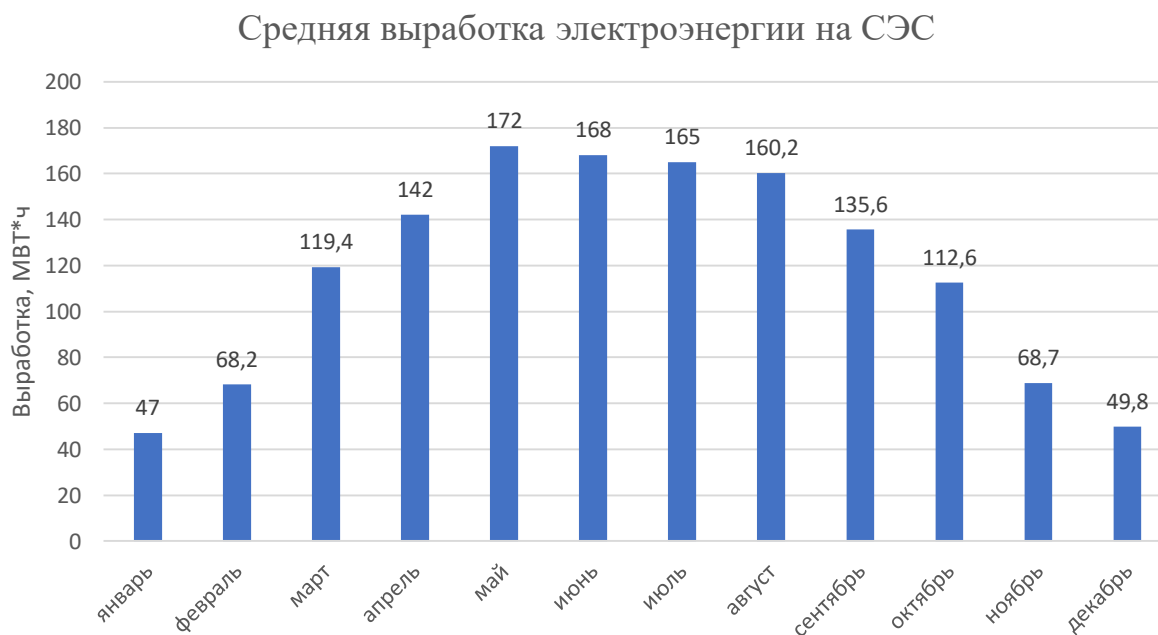


Рис. 3. Средняя выработка электроэнергии на проектируемой СЭС

По результатам, проведенных вычислений, можно сказать, что Туркестанская область относится к регионам РК с хорошим солнечным потенциалом. Структуру проведения данных расчетов по определению солнечного потенциала можно применить также для других районов области, расположенных отдаленно от стационарных метеостанции. Выявлено, что использование солнечных электрических станций в этом районе экономически целесообразно.

Применение гибридных систем на основе возобновляемых источников энергии является перспективным решением для децентрализованного электроснабжения объектов с.Аксуцент.

Список литературы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Шымкент>
2. Справочник по гидравлическим расчетам. Под редакцией П. Г. Киселева. Изд. 4-е, переработ, и доп. М., «Энергия», 1972 - 312 с.
3. Ибрагимов К., Бишимбаев В.К., Орман А. О., Байболов К. С., Карабаев Э. И. Рекомендации по производству дешевой электрической энергии путем сооружения мини-ГЭС в Южно-Казахстанской области. Шымкент, 2006.
4. Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0) Интернет-ресурс <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>
5. Статья "Подбор и расчёт системы на солнечных батареях", интернет-ресурс <http://khd2.narod.ru/gratis/solbat.htm>