
ӘЛЕМНІҢ БӘСЕКЕҚАБІЛЕТТІ 30 ЕЛДЕР ҚАТАРЫНА ҚОСЫЛУ ШЕҢБЕРІНДЕГІ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АЙМАҚТАРЫ МЕН САЛАЛАРЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ И ОТРАСЛЕЙ В СВЕТЕ ВХОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В ЧИСЛО 30-ТИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СТРАН МИРА

УДК 620.9 (100)+(574)

Р.С.Каренов

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: rkarenov@inbox.ru)*

Оценка потенциала и перспектив развития гелиоэнергетики в мире и Казахстане

Описываются роль и значение солнечной энергетики как приоритетного направления развития возобновляемых источников энергии. Уделяется внимание развитию основных сырьевых элементов технологического цикла гелиоэнергетики. Обобщается опыт реализации Программ развития солнечной энергетики в развитых странах ЕС и США. Отмечается, что признание процесса фотопреобразования солнечной энергии в качестве важного источника мировой энергии в ближайшем будущем является общепринятым в промышленно развитых государствах мира. Делается вывод о необходимости и актуальности развития гелиоэнергетики в Казахстане. Подчеркивается, что республика стала пятой страной в мире, где представлен полный цикл солнечной энергетики.

Ключевые слова: солнечная энергетика, потенциал, оценка, источники, технология, отопление, установки, реализация, перспективы, проект, кластер.

Солнечная энергетика как приоритетное направление развития возобновляемых источников энергии

Сегодня вряд ли стоит кого-то убеждать, что солнечная энергетика — одно из наиболее перспективных направлений развития возобновляемых источников энергии. Дело в том, что солнце — основной источник энергии, поступающей на землю. Оно ежегодно одаривает нас более готовой к сбору энергией, объем которой в 1600 раз больше энергетического потенциала ветровой энергии и в десятки тысяч раз превосходит потенциал энергии воды и биомассы. К слову, именно из энергии солнца, в конечном итоге, черпают свою энергию ветер, вода, растения и животные [1; 4].

По оценкам специалистов [2; 3], к 2100 г. солнце станет доминирующим источником энергии на планете. Предполагается, что более 50 % всей производимой на планете энергии будет получено из источников энергии, преобразующих солнечную энергию в электричество, так как эта отрасль в последнее время наиболее динамично развивается. Солнечная энергетика демонстрирует постоянный прирост мощности (до 30–40 % в год).

Аналитики Международного энергетического агентства (МЭА) прогнозируют, что уже к 2050 г. солнечная энергетика будет обеспечивать 20–25 % мировых потребностей в электроэнергии [3; 23].

Не зря в последние годы, несмотря на то, что в ночное время и при пасмурной погоде солнечные электростанции не работают, а утилизация от солнечных панелей, преобразующих солнечную энергию в электричество, еще нуждается в развитии и применении, география и масштабы использования

энергии солнца значительно расширились. Заметный прогресс наблюдается в производстве «солнечного» электричества в Японии, США, Германии и Китае, а также в ЮАР [4; 6].

Как показывает опыт этих стран, простые в изготовлении и эксплуатации солнечные нагреватели могут широко использоваться, к примеру, в сельском хозяйстве, где отмечается низкое энергопотребление в сравнении с промышленным комплексом, что связано, в первую очередь, с удалением объектов от электросетей. Солнечные нагреватели можно использовать для сушки сена, лесоматериалов и сельскохозяйственных продуктов, отопления животноводческих ферм, теплиц, птицефабрик; потенциальными их потребителями также являются спортивно-оздоровительные учреждения, открытые и закрытые плавательные бассейны баз отдыха, дачные поселки.

К тому же солнечная электростанция не выделяет в процессе работы вредных веществ, не загрязняет окружающую среду, эксплуатационные расходы сводятся к периодической очистке зеркал концентраторов и фотомодулей и замене раз в 10 лет инверторов и аккумуляторов.

Вместе с тем нужно иметь в виду, что существенным недостатком солнечной энергетики является зависимость от светового потока и отсутствие генерации в ночное время. Поэтому в солнечные часы должны производиться излишки энергии, которые могут аккумулироваться для использования в темное время суток. Большинство систем хранения энергии, таких, например, как аккумуляторы, дорогостоящие или неэффективные.

Альтернативное решение — хранение в виде энергии сжатого воздуха. С помощью электроэнергии, полученной на солнечных электростанциях, воздух сжимается и закачивается в пустые карстовые полости, заброшенные шахты, водоносные горизонты или истощившиеся газовые пласты. Сжатый воздух по мере необходимости используется на тепловых электростанциях, что позволяет существенно сократить расход топлива на турбине. Установки аккумулирования энергии сжатого воздуха надежно функционируют с 1978 г. в Ханторфе, Германия, и с 1991 г. в Мак-Интоше, штат Алабама (США). В таком цикле сгорания топлива турбина потребляет природного газа на 40 % меньше, а за счет использования более совершенной технологии регенерации тепла его расход можно уменьшить еще на 10 % [5; 32].

Исследования, проведенные Институтом изучения электроэнергии в Пало-Алто, штат Калифорния (США), показали, что затраты на хранение энергии в виде энергии сжатого воздуха сегодня в два раза меньше, чем при использовании аккумуляторных свинцовых батарей. Ученые доказали, что такие системы хранения могут добавить 3–4 цента за кВт/ч к затратам на производство солнечной энергии, в результате чего ее общая стоимость в 2020 г. составит 8–9 центов за кВт/ч.

Различные способы использования солнечной энергии

Человек очень давно использует солнце как естественный источник теплоты. Так, может представлять интерес указание на то, что еще 2,5 тысячи лет назад Сократ предложил первый «солнечный дом». Учитывая различные положения солнца летом и зимой, он рассчитал соответствующий наклон крыши с выступом. Это позволило максимально использовать энергию солнца зимой, а летом полностью исключить нагрев дома солнцем. Черный пол и окрашенные в темный цвет стены адсорбировали солнечную энергию и аккумулировали теплоту для холодной ночи.

В наше время известно много различных способов использования солнечной энергии, разработанных с учетом разнообразных потребностей (получение низкотемпературной теплоты для отопления жилых домов, высокотемпературной теплоты для производства пара и электрического тока или процессов плавки).

На сегодняшний день поток солнечной энергии используется в основном в трех направлениях: для горячего водоснабжения, отопления, получения электроэнергии [6; 69–77].

1. Горячее водоснабжение. В системах горячего водоснабжения и отопления используются плоские солнечные коллекторы. Солнечный коллектор представляет собой теплообменный аппарат с каналами, через которые проходит теплоноситель. Часть солнечной радиации поглощается поверхностью теплообмена и передается теплоносителю.

Технология использования солнечной энергии для подогрева воды в солнечных коллекторах известна давно. Во многих странах, имеющих для этого условия, применение солнечных панелей для нужд теплоснабжения и получения горячей воды весьма распространено. В этом плане показателен пример Дании. Солнечные коллекторы находят здесь применение на котельных в системах централизованного теплоснабжения. Это позволяет энергокомпаниям экономить топливо, снижать стоимость тепла и уменьшать загрязнение окружающей среды.

2. Солнечное отопление. Оно делится на активное и пассивное.

Активное солнечное отопление основано на применении инженерных систем, которые, как и системы горячего водоснабжения, включают контур циркуляции жидкого теплоносителя или воздуха. На практике жидкостные системы солнечного отопления встречаются чаще, чем воздушные, однако они требуют наличия отопительных приборов и дополнительных мер для защиты от замерзания и коррозии.

Согласно схеме воздушного отопления в солнечный день с помощью вентилятора организуется циркуляция воздуха по замкнутому контуру через коллектор и галечный аккумулятор. Вечером или в прохладный день реализуется режим, при котором поток холодного воздуха проходит через аккумулятор, воспринимает накопленную теплоту и поступает в отапливаемое помещение. При необходимости воздух дополнительно нагревается с помощью резервного нагревателя.

Пассивные системы солнечного отопления используют ориентированные в южном направлении остекленные элементы строительных конструкций больших площадей для накопления и переноса теплоты потребителю.

Другой подход включает строительство зданий с теплоаккумулирующей стеной, расположенной за остеклением. Большая тепловая инерционность строительных стеновых материалов позволяет использовать накопленную теплоту в пасмурные дни и ночное время. Стены также могут являться пассивными солнечными коллекторами, если они будут включать конвективные каналы.

Пассивные солнечные теплоиспользующие системы имеют наименьшую стоимость для вновь строящихся зданий и такой же срок службы, как и само здание, при низких эксплуатационных расходах. Использование данных систем в существующих зданиях связано со значительными трудностями и затратами.

3. Получение электроэнергии. Преобразование потока солнечной энергии в электричество осуществляется двумя способами: термомеханическим и фотоэлектрическим.

Термомеханический способ основан на передаче теплоты теплоносителю с генерацией пара и дальнейшим ее преобразованием по традиционной схеме в механическую и электрическую энергию.

Для создания больших плотностей потоков солнечной радиации и соответственно тепловой энергии используются солнечные концентраторы параболического или сферического типа, которые сфокусированы на поверхность теплоприемника. В подобных конструкциях солнечных коллекторов теплоприемником является канал, по которому течет теплоноситель. В отличие от плоских коллекторов данные конструкции поглощают только прямое солнечное излучение и снабжаются системами, следящими за Солнцем.

В основе фотоэлектрического способа прямого преобразования солнечного излучения в электроэнергию лежит явление фотоэффекта. Базовыми элементами данной технологии являются устройства, называемые соответственно фотоэлементами или солнечными элементами. Некоторые из фотоэлементов представляют собой кремниевые полупроводниковые фотодиоды, где происходит разделение положительных и отрицательных носителей заряда при поглощении электромагнитного излучения.

В настоящее время стоимость электроэнергии, получаемой с помощью фотоэлектрических установок, превышает стоимость энергии, получаемой на традиционных энергоустановках. Однако она постепенно снижается.

Перспективными могут быть следующие фотоэлектрические установки:

- солнечные батареи с пиковой мощностью 3 кВт, сооружаемые на крышах зданий для энергообеспечения автономных объектов;
- установки мощностью 100 — 500 кВт, устанавливаемые на открытых пространствах;
- комбинированные установки мощностью 4–40 кВт с аккумулятором, работающие параллельно с дизельным или газовым генератором.

Между прочим, ученые Казахстанско-Британского технического университета и Института органического катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского [7; 10] считают, что в ближайшем будущем главным источником мировой энергии может стать именно фотопреобразование солнечной энергии. Как известно, тонкопленочные поликристаллические фотопреобразователи солнечного излучения и тонкопленочные гетероструктуры относятся к новейшим полупроводниковым материалам. Разработка надежных и дешевых методов изготовления таких структур позволит широко применять их наряду с традиционными фотоэлементами на основе кремния. По информации указанных выше научных и учебных организаций, на сегодняшний день стоимость киловатт-часа электроэнергии, по-

лученной с помощью фотоэлектрических преобразователей, остается довольно высокой. Поэтому бурно растущий рынок солнечной энергетики по стоимости электроэнергии пока не достигает показателей стоимости, которую обеспечивают традиционные источники электроэнергии. Однако по мере эксплуатации фотоэлектрических преобразователей стоимость получаемой с их помощью электроэнергии непрерывно падает. Срок службы современных кремниевых фотопреобразователей оценивается примерно в 30 лет, а за этот срок стоимость производимой ими электроэнергии упадет примерно в 8–10 раз.

*Развитие основных сырьевых элементов
технологического цикла солнечной энергетики*

Исследованием [8; 6] выявлено, что срок службы солнечных электростанций по основному компоненту — кремнию и солнечным элементам может быть увеличен до 50–100 лет. Солнечный кремний с чистотой 99,99 % стоит столько же, сколько уран для АЭС, хотя содержание кремния в земной коре превышает содержание урана в 100 тысяч раз.

По мнению специалистов, отставание кремниевого производства от уранового связано с многомиллиардными вложениями в долларовом исчислении в развитие атомной энергетики по военным программам, в то время как из-за недостаточности средств кремниевая технология, оставаясь на первоначально низком уровне, сохраняет свои отрицательные черты — высокую энергоемкость, низкую рентабельность, растущие экологические риски.

Высокая стоимость кремния солнечного качества и кремниевых пластин является основным ограничением для развития солнечной энергетики. Многие развитые страны, исходя из ее перспективности, дотируют ее из бюджета.

О важности кремния свидетельствует то, что на его долю в производстве солнечной энергии приходится более 75 %, поэтому технологии его переработки особенно значимы. Металлический, поликристаллический, монокристаллический кремний, кремниевые пластины — основные сырьевые элементы технологического цикла солнечной энергетики.

В этой связи мировое производство металлического кремния, достигнув 1 млн т, продолжает расти. Основные производители — Китай, Норвегия, Бразилия, Франция, США, Россия.

Казахстан, обладая достаточным сырьевым, производственным, научно-техническим потенциалом, имеет хорошие перспективы для создания собственной кремниевой программы и организации полноценной гелиоэнергетической отрасли. В республике имеются практически все геолого-технологические типы кварца — основного сырья для производства кремния. Запасы кварца составляют 65 млн т, а кварцитов — 267 млн т. На долю нашей страны приходится 24,5 % от всех запасов кварцитов в странах СНГ (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Запасы кварцитов в странах СНГ

Занимаемое место по запасам	Страна	Удельный вес в общих запасах, %
Первое	Российская Федерация	59,5
Второе	Республика Казахстан	24,5
Третье	Украина	14,4
Четвертое	Армения	0,9
Пятое	Азербайджан	0,7
Итого		100

Примечание. Использованы данные Института мировой экономики.

В октябре 2014 г. Национальный управляющий холдинг «Байтерек» и Фонд национального благосостояния «Самрук–Казына» совместно запустили в эксплуатацию завод по производству металлургического кремния в Караганде. При выходе на полную мощность предприятие будет выдавать 25 тыс. т готовой продукции в год.

Национальный управляющий холдинг «Байтерек» привлек нового стратегического инвестора в лице АО «НГК «Тау-Кен Самрук» (дочерняя структура АО «ФНБ «Самрук-Казына»), которое, в свою очередь, подписало соглашение с АО «Инвестиционный фонд Казахстана» (дочерняя организация

АО «Национальный управляющий холдинг «Байтерек»). Согласно документу новый стратегический партнер инвестирует в первоначальные процедуры оздоровления предприятия более 1,4 млрд тенге.

Завод по производству металлургического кремния в Караганде не имеет аналогов на территории СНГ. Кремний чистотой не менее 98,5 % производится по технологии немецкой компании, которая выступает и основным гарантом сбыта казахстанского кремния. По словам представителей холдинга «Байтерек», договор с немецкой компанией заключен на 10 лет. Готовятся также контракты с потребителями США, Японии и стран ЕС. Кремний используют в производстве алюминия и химической промышленности при изготовлении алюминиево-силиконовых сплавов, высокочистых полупроводников и органического кремния [9; 2].

Запуск предприятия имеет еще и мультипликативный эффект за счет развития смежных отраслей в регионе. В частности, возобновится горнорудное производство на месторождении «Актас», где добывается кварц — основное сырье для получения кремния. АО «Қазақстан инвест көмір» сможет добывать в Караганде и другой компонент сырья — так называемый спецкокс. Таким образом, будет развита логистика и улучшится промышленная инфраструктура в регионе, а сотни людей области получат постоянную работу.

Как известно, в свое время создание фотоэлементов на основе кремния и арсенида галлия явилось блестящим началом решения проблем преобразования солнечной энергии [10; 43–47]. Однако в текущем десятилетии наряду с широким использованием в процессах преобразования солнечной энергии кристаллического кремния пристальное внимание исследователей было уделено созданию тонкопленочных солнечных элементов и существенному увеличению их производства. Это было обусловлено как процессами деградации кремниевых модулей под действием жесткой солнечной радиации, так и сохраняющейся в течение длительного времени нехватки поликристаллического кремния, являющегося исходным сырьем для получения кремния «солнечного» качества. Поэтому к настоящему времени на смену фотоэлементам из кремния и арсенида галлия пришло новое поколение фотопреобразователей, изготовленных с использованием тонкопленочных халькогенидов. Эксперты прогнозируют насыщение производства кристаллических кремниевых модулей в объеме 3–4 ГВт/год и существенное увеличение производства тонкопленочных солнечных элементов в следующем десятилетии [11, 12].

Тонкопленочные фотоэлементы используют полупроводниковые материалы толщиной в несколько микрон, которой достаточно для полного преобразования падающего солнечного света. Технологии производства таких элементов непрерывно совершенствуются для роста эффективности преобразования, надежности и срока службы, а также уменьшения стоимости производства. Это увеличивает возможности конкуренции с преобладающим сбытом фотоэлементов на основе кристаллического кремния. Одним из главных преимуществ тонкопленочных модулей является низкая материалоемкость, которая особенно выигрышна по стоимости в поточном процессе производства. При этом потребляется меньше материалов по сравнению с производством солнечных элементов, основанных на массивных объемных материалах [13; 23].

Наибольшее развитие разработка и производство тонкопленочных фотомодулей получили при использовании таких технически прогрессивных материалов, как CdTe и $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ (CIGS), с которыми может быть получена наивысшая эффективность преобразования — 18,7 и 20,4 % соответственно. Эти величины сопоставимы с наивысшей эффективностью (25 %), полученной с кремниевыми солнечными элементами [14].

Применение многослойных тонкопленочных структур позволяет существенно повысить эффективность преобразования солнечной энергии. Появление нового класса фотоматериалов на базе тонких пленок полупроводников, имеющих очень низкую стоимость, позволит снизить себестоимость солнечных элементов в 10 раз по сравнению со стоимостью существующих фотоэлектрических модулей в массовом производстве.

*Опыт реализации Программы развития солнечной
энергетики в США до 2050 г.*

Энергия солнечного света, поступающего на Землю в течение 40 минут, эквивалентна глобальному потреблению энергии в течение года. США в этом отношении повезло — страна обладает колоссальными ресурсами солнечной энергии. По меньшей мере 625 тыс. км² территории на Юго-Западе страны пригодно для строительства солнечных электростанций, и эти земли получают более 4,748 млн тераджоулей (ТДж) солнечной радиации в год.

Для реализации проектов развития солнечной энергетики надо освоить огромные участки земли и построить там фотоэлектрические и термоэлектрические станции. Необходимо также возвести магистральную линию передачи постоянного тока, чтобы передавать электроэнергию по всей стране.

С учетом этого в США разработана Программа развития солнечной энергетики до 2050 г. [5; 28–33]. Ее реализация позволит значительно сократить потребление ископаемого топлива и выбросы парниковых газов (табл. 2).

Ожидается, что к 2050 г. в США не электростанции, работающие на ископаемом топливе, а геостанции будут снабжать в основном энергией потребителей. Они же обеспечат энергией широкомасштабный переход на гибридные автомобили. Избыточная энергия будет храниться в виде энергии сжатого воздуха в подземных кавернах. Новая высоковольтная магистральная линия электропередач постоянного тока позволит передавать энергию на региональные рынки по всей стране.

Т а б л и ц а 2

Ежегодное потребление топлива в США (в ожидаемой перспективе)

Вид топлива	2007 г. (факт)	2050 г.	
		По существующей энергетической системе	По грандиозной Программе развития солнечной энергетики
Нефть, млрд баррелей	6,9	10,9	2,7
Природный газ, млрд м ³	22,2	35,4	11,4
Уголь, млрд т	1,2	1,9	0,5
Выбросы углекислого газа, млрд т	6,1	9,4	2,3

Примечание. Использованы данные работы [5; 30].

Согласно Программе (табл. 3), солнечные батареи, размещенные на площади 75 тыс. км², будут генерировать около 3 тыс. гигаватт (ГВт). В результате ее осуществления к 2050 г. 69 % электроэнергии и 35 % всей энергии в США (в том числе для транспорта) будет обеспечиваться за счет солнечной энергии. Согласно прогнозу, ее можно продавать потребителям по ценам, эквивалентным сегодняшним ценам на энергию из обычных источников, т.е. примерно по 5 центов за киловатт/час (кВт/ч). Если будут освоены также энергия ветра, биомассы и геотермальные источники, то к 2100 г. возобновляемые источники энергии смогут обеспечивать 100 % электроэнергии страны и 90 % всей энергии.

Предполагается, что для реализации Программы развития солнечной энергетики до 2050 г. Федеральное правительство США должно инвестировать в нее в ближайшие 40 лет более 400 млрд долларов.

Т а б л и ц а 3

Ожидаемые результаты реализации Программы развития солнечной энергетики в США до 2050 г.

Технология	Внешний фактор	Год		Необходимые условия
		2007	2050	
1	2	3	4	5
Фотоэлектрическая станция	Площадь	25 км ²	75 тыс. км ²	Политика, предусматривающая освоение больших площадей земель, принадлежащих государству
	Эффективность модулей на тонкой пленке	10 %	14 %	Использование более новых оптических материалов
	Установленная цена	4 доллара за ватт	1,2 доллара за ватт	Высокая степень легирования для увеличения напряжения; увеличение размера модулей для рационального использования площадей
	Цена электроэнергии	16 центов за кВт/ч	5 центов за кВт/ч	Сокращение издержек приведет к снижению цены
	Общая мощность	0,5 ГВт	2940 ГВт	Национальная энергетическая программа, основанная на использовании солнечной энергии

1	2	3	4	5
Хранение энергии в виде сжатого воздуха (с электроэнергией на солнечных батареях)	Объем	0	14,98 млрд м ³	Координация работы с представителями газовой отрасли
	Установленная цена	5,8 доллара за ватт	3,9 доллара за ватт	Экономия, обусловленная ростом масштаба производства; снижение цен за электроэнергию, полученную с помощью солнечных батарей
	Цена электроэнергии	20 центов за кВт/ч	9 центов за кВт/ч	Следует из снижения установленных цен
	Общая мощность	0,1 ГВт	558 ГВт	Национальная энергетическая программа
Термоэлектрическая станция	Площадь	25 км ²	40 тыс. км ²	Политика освоения больших площадей государственных земель
	Эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую	13 %	17 %	Теплоносители с высокими характеристиками
	Установленная цена	5,3 доллара за ватт	3,7 доллара за ватт	Тепловые системы с одним резервуаром; экономия, обусловленная ростом масштаба производства
	Цена электроэнергии	18 центов за кВт/ч	9 центов за кВт/ч	Следует из снижения установленной цены
	Общая мощность	0,5 ГВт	558 ГВт	Национальная энергетическая программа
Передача энергии по линиям постоянного тока	Протяженность	800 км	160 тыс.-800 тыс. км	Высоковольтная энергосистема постоянного тока, передающая энергию с Юго-Запада в остальные районы страны

Примечание. Использованы данные работы [5; 31].

Деньги немалые, но отдачи будет больше. Солнечные электростанции почти не потребляют топлива, что позволяет из года в год экономить миллиарды долларов. Новая инфраструктура заменит 300 крупных электростанций, работающих на угле, и еще 300 — на природном газе. Благодаря этой Программе фактически полностью отпадет необходимость в импортной нефти, что значительно сократит дефицит торгового баланса США и ослабит напряженность на Ближнем Востоке и в других районах мира. Поскольку использование солнечных технологий почти не загрязняет окружающую среду, выбросы парниковых газов от электростанций сократятся на 1,7 млрд т в год. Еще на 1,9 млрд т уменьшатся выбросы от двигателей автомобилей, работающих на бензине, за счет их замены гибридными моделями, подзаряжающимися от солнечной энергосистемы. В 2050 г. объем выбросов углекислого газа в США будет на 62 % ниже уровня 2005 г., что окажет позитивное воздействие на климат.

Состояние и перспективы развития гелиоэнергетики в странах ЕС

Страны ЕС планируют, что к 2020 г. доля использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в европейском энергобалансе составит 20 % [3; 23].

При этом все, даже богатые ресурсами страны ЕС, обращают особое внимание на солнечную энергетику. Сначала потому, что думали об истощении углеводородов. Но сейчас, несмотря на открываемые новые залежи угля, углеводородного сырья, многие понимают, что проблема не в их исчерпании, а в их губительном влиянии на природу. Такое «загрязнение» не знает государственных границ и становится одной из самых неотложных мировых проблем.

В последнее время среди развитых стран ЕС фотоэнергетическое направление наиболее интенсивно развивается в Испании и Германии, которые опередили Японию после принятия государственной программы. Одна из причин феноменального роста фотовольтаики в Германии — действующая правительственная Программа «100 000 фотоэлектрических крыш», предлагающая налоговые льготы и субсидии производителям солнечных батарей, монтируемых на крышах домов.

Прогнозируется, что к 2020 г. Германия будет получать 36 % электричества из ВИЭ; при этом мощности солнечной энергетики к этому времени возрастут втрое [15; 8]. Интересно отметить, что в этой стране государство выкупает энергию, производимую солнечными батареями, по цене, в 10 раз превышающей рыночную, а также предлагает налоговые льготы и субсидии их производителям. Все это привело к тому, что в настоящее время в Германии солнечные батареи могут быть установлены где угодно в течение нескольких дней.

Сегодня в частных домах ФРГ нет централизованного горячего водоснабжения. А с помощью солнечного коллектора можно получать горячую воду и обогревать дом. Система довольно проста. Генератор — это коробка, покрытая стеклом. В ней — система трубочек, как в змеевике радиатора отопления. С одной стороны подается холодная вода, нагревается солнцем, с другой стороны она выходит уже горячая. Похоже на наш радиатор отопления, выкрашенный в черный цвет. Такой генератор изготовлен с использованием пластика, матового стекла, чтобы ничто не отразилось и работало максимально эффективно. Их много в частных домах прямо на крыше. Ведь за коммунальные услуги немцы платят очень большие деньги, и такие приборы позволяют экономить. У этой системы один недостаток: если нет солнца, дома будет холодно. Поэтому солнечный генератор дублируется привычной системой отопления. Насосы прокачивают эту воду, которая накапливается в резервуаре, подобном термосу. Температуру воды можно регулировать при помощи переключателей.

Всем становится очевидно, что уже в краткосрочной перспективе необходимо существенное увеличение возобновляемой энергетики, и прежде всего гелиоэнергетики. Важно то, что солнце является практически неисчерпаемым, абсолютно безопасным, в равной степени всем принадлежащим и доступным источником энергии, а потому и одним из наиболее важных видов альтернативной энергетики.

Возможности применения солнечной энергетики в Казахстане

В Республике Казахстан рынок инновационных энергосберегающих технологий пока не очень развит. Поэтому в предстоящие годы Казахстан должен совершить инновационный прорыв в области разработок и внедрения чистых видов энергии. Уже объявлено, что все объекты ЭКСПО–2017 будут функционировать благодаря возобновляемым источникам энергии [16; 4].

Для Казахстана с его огромной территорией, низкой плотностью населения, обилием солнечных дней и относительно малым количеством рек основой возобновляемой энергетики может стать солнечная энергетика. В республике суммарный годовой потенциал солнечной энергии велик. По данным Национального инновационного фонда [17; 12], он оценивается примерно в 340 млрд т условного топлива. Количество солнечных часов в году достигает 2–3 тыс., а энергия солнечного излучения — 1,2 кВт на квадратный метр (кв. м) в год.

Эти данные свидетельствуют о том, что перспективы развития гелиоэнергетики в нашей стране вполне благоприятны. Не зря к 2020 г. в Казахстане планируется построить четыре солнечных станции мощностью 77 МВт [16; 4].

В республике особенно велик потенциал солнечной энергии на Юге страны. Так, в сфере солнечной энергетики на Юге одобрено 7 проектов общей мощностью 342 МВт. Наиболее крупный из них — фотовольтаическая станция суммарной мощностью 100 МВт. Стоимость проекта — 37,5 млрд тенге. Его реализацией занимается совместное предприятие Ontustik Green Energy, имеющее двух учредителей — ТОО «Шымкент Инновация» и ТОО «Промондис Казахстан». Сейчас ведутся подготовительные работы, разрабатывается технико-экономическое обоснование и готовится проектно-сметная документация. Уже решен вопрос выделения земельных участков, на которых планируется строительство фотовольтаической станции. Государственные акты на земельные участки площадью 50 га оформлены в Байдибекском районе, 100 га — в Отрарском. Идет процесс оформления земельного участка площадью 67 га в Сайрамском районе. Проект планируют реализовать в 4 этапа.

Еще один крупный проект предлагает ТОО «Arman — engineering». Солнечные панели предполагается установить в Сайрамском и Ордыбасинском районах. Суммарная мощность оборудования — 80 МВт. Проект также одобрен региональной координационной комиссией для включения в карту индустриализации [18; 5].

Предполагается, что до открытия Международной выставки ЭКСПО–2017 в Южном Казахстане за счет внедрения возобновляемых источников удастся значительно снизить дефицит электрической энергии, используя для ее производства силу солнца, ветра и рек.

Безусловно, особо следует отметить тот факт, что Казахстан, наряду с США, Китаем, Германией и Норвегией, стал пятой страной в мире, где представлен полный цикл солнечной энергетики, или солнечной фотовольтаики, как принято именовать эту отрасль в мире. В республике за короткое время был выстроен вертикально интегрированный проект KazPV. Это полноценный кластер, который охватывает весь производственный цикл — от добычи сырья до производства готовых солнечных модулей.

Как известно, в 2009 г. был принят Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», а впоследствии Указом Президента от 19 марта 2010 г. было поручено предусмотреть организацию работ и разработку плана размещения объектов по использованию возобновляемых источников энергии. И уже в октябре 2010 г., в ходе визита Президента Казахстана во Францию было подписано соглашение по проекту KazPV о создании и развитии в стране кремниевой солнечной энергетики.

С казахстанской стороны реализация проекта KazPV была поручена АО «НАК «Казатомпром». А один из лучших мировых институтов в области возобновляемой энергии — Национальный институт солнечной энергии (НИСЭ) Франции был признан ответственным за трансферт технологий и знаний. Сейчас этот центр обладает самыми передовыми технологиями в области фотовольтаики [19; 6].

Ключевая цель KazPV — производство конечной продукции — фотоэлектрических пластин и модулей годовой производительностью 60 МВт. В кластер вошли три предприятия: металлургический комбинат Kaz Silicon в Уштобе Алматинской области, ТОО «Kazakhstan Solar Silicon» в Усть-Каменогорске и ТОО «Astana Solar» в Астане [20; 24].

Известно, что производство кремния солнечного качества — сфера высокотехнологичная. Кстати сам термин «высокие технологии» появился из микроэлектронной промышленности, из кремниевых технологий. Солнечные элементы, солнечные батареи можно производить из солнечного кремния, чистота которого составляет 99,9999.

1. Металлургический кремний, который получают на Казсилконе (Kaz Silicon), имеет чистоту 98–99 %, а 1–2 % — это различные примеси, от которых его нужно очистить. К настоящему времени можно сказать, что технология получения металлургического кремния освоена, производственный процесс налажен. Еще в марте 2012 г. была запущена линия для стабильного получения металлургического кремния (МК) с необходимыми характеристиками.

2. Если на заводе в Уштобе будут осуществляться получение МК и его очистка до «солнечного» качества, то на заводе в Усть-Каменогорске будут производиться слитки «солнечного» кремния, их распил на блоки и пластины. В конечном итоге, будут получены фотоэлектрические ячейки — основной составляющий компонент солнечного модуля. Затем усть-каменогорские солнечные ячейки будут отправляться на завод Astana Solar [21; 8].

3. Первый в стране завод по производству фотоэлектрических модулей Astana Solar был запущен в декабре 2012 г. В час с заводского конвейера сходят 30 панелей. Солнечные батареи используются на отдаленных производствах, расположенных вне линий электропередачи, на промышленных объектах, подверженных частым отключениям электроэнергии, в населенных пунктах, фермерских хозяйствах. К слову, на крыше самого завода тоже установлены фотоэлектрические модули. Их энергии достаточно для того, чтобы сократить потребность цеха в электроэнергии на 10 % [22; 1].

Как показывают расчеты [20; 24], ежегодно завод Kazakhstan Solar Silicon готов производить 16,5 миллиона фотоэлектрических ячеек. Это не менее 60 мегаватт энергии. В итоге вся конечная продукция — солнечные модули, выпускаемые с 2013 г. заводом Astana Solar, сертифицированы как для казахстанского, так и для внешнего рынка. Гарантийный срок модулей — четверть века бесперебойной работы.

По мнению специалистов, предприятия проекта KazPV имеют потенциал роста от проектных 60 мегаватт до 100 мегаватт. ТОО «Astana Solar» уже вышло на производство модулей суммарной мощностью 7–8 МВт.

В последние годы определенная работа по реализации проектов в области возобновляемой энергетики ведется ФНБ «Самрук-Казына» [23; 6]. В частности, закончено строительство солнечной электростанции мощностью 2 МВт в Капшагае. По проекту «Солнечная электрическая станция Жанакорган мощностью 50 МВт» в Жанакорганском районе Кызылординской области ведутся работы по согласованию ТЭО проекта и по привлечению финансирования. Также реализуется проект «Солнечная электрическая станция мощностью 50 МВт на площадке Бурное в Жамбылской области». Стратегическим партнером здесь выступает британская компания UG Energy Limited.

Список литературы

- 1 *Токмолдин Н.* Источник энергии будущего // Казахстанская правда. — 2013. — 6 марта. — С. 4.
- 2 Энергоэкологическое будущее цивилизаций и стратегия развития альтернативной и возобновляемой энергетики // Республика. КЗ. — 2009. — 13 окт. — С. 3.
- 3 *Браун Т.* «Зеленая» модель для энергии будущего // Казахстанская правда. — 2012. — 18 мая. — С. 23.
- 4 *Мендебаев Т.* Нетрадиционная энергетика. Выбор за нами // Наука и Высшая школа Казахстана. — 2007. — 15 сент. — С. 6.
- 5 *Мейсон Д., Фтенакис В., Цвайбель К.* Грандиозные идеи // В мире науки. — 2008. — № 4. — С. 28–33.
- 6 *Андрижьевский А.А., Володин В.И.* Энергосбережение и энергетический менеджмент: Учеб. пособие. — Минск: Вышэйш. шк., 2005. — 294 с.
- 7 *Бутырина Е.* Отсутствие в Казахстане Программы развития электроэнергетики на перспективу создает массу вопросов о возможности дальнейшего развития отраслей экономики до и после 2015 года // Панорама. — 2011. — № 44. — 11 нояб. — С. 10.
- 8 *Алианов Р., Ашимбаева А.* Солнечная энергетика Казахстана: возможности и перспективы // Казахстанская правда. 2004. — 6 авг. — С. 6.
- 9 *Яковлева Л.* Второе рождение кремния // Индустриальная Караганда. — 2014. — 16 окт. — С. 2.
- 10 *Токмолдин С.Ж.* Развитие солнечной фотоэнергетики в Республике Казахстан // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. — 2011. — № 8. — С. 43–47.
- 11 *Martin A. Green, Keith Emery, Yoshihiro Hishikawa and Wilhelm Warta.* Solar Cell Efficiency Tables. Prog. Photovolt // Res. Appl. 18 (2010). — P. 346–352.
- 12 *Dhere A.N.G.* Present status and future prospects of CIGSS thin film solar cells // Solor Energy Materials & Solar Cells. — 2006. — Vol. 90. — P. 2181–2190.
- 13 *Дергачева М.* Тонкопленочные халькогенидные фотоэлементы. Мировые достижения и казахстанские разработки // Промышленность Казахстана. — 2014. — № 2 (83). — С. 22–27.
- 14 *Bosio F., Romeo A., Romeo N.* Thin Film Solar Cells: Current Status and Future Trends. — New York, Nova science Publishers, 2011.
- 15 *Донских А.* Энергия ветра и солнца // Казахстанская правда. — 2012. — 29 мая. — С. 8.
- 16 *Турлыбекова А.* Взять энергию у солнца // Казахстанская правда. — 2013. — 6 марта. — С. 4.
- 17 *Бутырина Е.* Приближающаяся угроза топливного голода и загрязнения окружающей среды требует увеличения мер по развитию энергосбережения и альтернативных источников энергии // Панорама. — 2009. — № 10. — 20 марта. — С. 12.
- 18 *Доброта Л.* Энергия солнца служит людям // Казахстанская правда. — 2014. — 2 апр. — С. 5.
- 19 *Донских А.* Из кремниевой искры // Казахстанская правда. 2012. — 20 апреля. — С. 6.
- 20 *Донских А.* Солнечная фотовольтаика. KazPV вышел на мировой рынок: это всерьез и надолго // Казахстанская правда. — 2014. — 4 апр. — С. 24.
- 21 *Донских А.* Солнечная альтернатива // Казахстанская правда. — 2013. — 27 нояб. — С. 8.
- 22 *Федорова П.* Преобразуя энергию солнца // Казахстанская правда. — 2014. — 11 февр. — С. 1.
- 23 *Школьник В.* Грядет новая эра низкоуглеродной экономики // Казахстанская правда. — 2014. — 17 окт. — С. 6.

Р.С.Каренов

Әлемдегі және Қазақстандағы гелиоэнергетиканың әлеуетін және даму болашағын бағалау

Мақалада жаңартылатын энергия көздерінің басым бағыты ретінде күн энергетикасының рөлі мен маңызы суреттелген. Гелиоэнергетиканың технологиялық циклінің негізгі шикізаттық элементтерінің дамуына көңіл бөлінген. Еуропалық одақтың дамыған елдерінде және АҚШ-та күн энергетикасының даму бағдарламасын жүзеге асыру тәжірибесі жалпыланған. Әлемдік энергияның жақын болашақтағы маңызы көзі ретінде күн энергиясының фототүрлену үдерісін мойындау әлемнің өнеркәсіп жағынан дамыған мемлекеттерінде жалпы қабылданған мәселе екендігі айтылған. Қазақстанда гелиоэнергетиканың даму қажеттілігі және өзектілігі туралы қорытынды жасалған. Республикамыздың күн энергетикасының толық циклі бар әлемдегі бесінші ел болып табылатындығы көрсетілген.

R.S.Karenov

Assessment of the potential and prospects of development of solar energy in the world and Kazakhstan

It's describing the role and importance of solar energy as a priority the development of renewable energy sources. Attention is paid to the development of basic raw elements of the technological cycle of solar energy. The experience of implementation of the development of solar energy in the developed countries of the EU and the US. It is noted that the recognition process of photo conversion of solar energy as an important source of energy worldwide in the near future, it is generally accepted in the industrialized countries of the world. The conclusion about the necessity and urgency of solar energy development in Kazakhstan. It is emphasized that the republic became the fifth country in the world where a complete cycle of solar energy.

References

- 1 Tokmoldin N. *Kazakhstanskaya pravda*, March 6, 2013, p 4.
- 2 *Energy and ecological future of civilizations and the strategy of the development of alternative and renewable energy // Republic. KZ*, October 13, 2009, p. 3.
- 3 Brown T. *Kazakhstanskaya pravda*, May 18, 2012, p. 23.
- 4 Mendebayev T. *Science and Higher Education of Kazakhstan*, September 15, 2007, p. 6.
- 5 Mason D., Ftenakis B., Tsvaybel K. *In the world of science*, 2008, 4, p. 28–33.
- 6 Andrizhievsky A.A., Volodin V.I. *Energy Saving and Energy Management*: Textbook, Minsk: Higher School, 2005, 294 p.
- 7 Butyrina Ye. *Panorama*, № 44, November 11, 2011, p. 10.
- 8 Alshanov R., Ashimbayeva A. *Kazakhstanskaya pravda*, August 6, 2004, p. 6.
- 9 Yakovleva L. *Industrialnaya Karaganda*, October, 16, 2014, p. 2.
- 10 Tokmoldin S.Zh. *Energy and Fuel Resources of Kazakhstan*, 2011, 8. p. 43–47.
- 11 Martin A. Green, Keith Emery, Yoshihiro Hishikawa and Wilhelm Warta. *Res. Appl.* 18 (2010), p. 346–352.
- 12 Dhere A.N.G. *Solor Energy Materials & Solar Cells*. 2006, 90, p. 2181–2190.
- 13 Dergachyeva M. *Industry Kazakhstan*, 2014, 2 (83), p. 22–27.
- 14 Bosio F., Romeo A., Romeo N. *Thin Film Solar Cells Current and Future Trends*, New York, Nova sciece Pubilshers, 2011.
- 15 Donskih A. *Kazakhstanskaya pravda*, May 29, 2012, p. 8.
- 16 Turyzbekova A. *Kazakhstanskaya pravda*, March 6, 2013, p. 4.
- 17 Butyrina Ye. *Panorama*, № 10, March 20, 2009, p. 12.
- 18 Dobrota L. *Kazakhstanskaya pravda*, April 2, 2014, p. 5.
- 19 Donskih A. *Kazakhstanskaya pravda*, April 20, 2012, p. 6.
- 20 Donskih A. *Kazakhstanskaya pravda*, April 4, 2014, p. 24
- 21 Donskih A. *Kazakhstanskaya pravda*, November 27, 2013, p. 8.
- 22 Fedorov P. *Kazakhstanskaya pravda*, February 11, 2014, p. 1.
- 23 Shkolnik V. *Kazakhstanskaya pravda*, October 17, 2014, p. 6.