

УДК 539.2, 537.311.322

Г.К. Мусабек^{1*}, Т.И. Таурбаев¹, Б.З. Мансуров¹,
Б.М. Кабланбеков², Ш.Б. Байганатова¹, С.Б. Мукаев³, К.К. Лепесов³

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д. Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск

³Национальный центр технологического прогнозирования, КП, МИНТ, РК, Казахстан, г. Алматы

*E-mail: gauhar-mussabek@mail.ru

Развитие фотоэнергетики и перспективность ее применения в Казахстане

Аннотация. Настоящий обзор посвящен рассмотрению мирового опыта развития солнечной энергетики за период с 2009 по 2011 годы. Обзор посвящен описанию актуальности основных принципов и концепций современного развития солнечной энергетики, основных технологических решений, используемых в массовом мировом производстве солнечных элементов и модулей, анализу статистических данных мирового рынка фотовольтаики, а также описанию развиваемых проектов в области фотовольтаики в Республике Казахстан.

Ключевые слова: фотоэнергетика, фотопреобразователи, солнечные элементы, кристаллический кремний, солнечная энергия.

Введение

В настоящее время перед учеными и политиками во всем мире все острее встает проблема удовлетворения спроса на электроэнергию все возрастающего населения Земли. Спрос на электроэнергию отчасти связан и с мировым техническим прогрессом. В связи с проблемами загрязнения окружающей среды и истощением природных запасов ископаемого топлива резко возрос интерес к развитию нетрадиционных источников энергии. Особенно к прямому преобразованию солнечной энергии в электрическую энергию, за счет полупроводниковых фото-электропреобразователей (ФЭП или солнечных элементов).

Важным преимуществом солнечных фото-энергетических систем является отсутствие выбросов углекислого газа в процессе их работы. Как минимум 89% выбросов, связанных с производством энергии, можно было бы предотвратить, заменив традиционные источники энергии фотоэлектрическими.

Потенциал солнечной энергии не исчерпаем. Кроме того, солнечный свет – это единственный возобновляемый источник энергии доступный на сегодня человеку в космосе. Именно поэтому

по сравнению со всеми другими видами производства электроэнергии солнечная энергетика обладает наибольшим потенциалом долгосрочного роста.

Обзор мирового рынка солнечной энергетики

На рисунке 1 приведена динамика производства фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) за период с 1999 по 2011 годы. Согласно данным, Photon International, в 2011 году было изготовлено ФЭП мощностью в 37,185 ГВт [1]. Мировой объем мощностей по производству ФЭП в 2011 г. достиг 57.9 ГВт. В 2010 году по сравнению с 2009 годом в производстве ФЭП наблюдался очень большой скачок в 118%. Хотя, согласно прогнозам того же источника, в 2011 году прирост производства ФЭП должен был составить 188%, прирост составил 36% [2].

В региональном плане, страны Азии укрепили лидерские позиции в секторе производства ФЭП. В 2010 г. 82% мирового производства ФЭП пришлось на долю азиатского региона, в том числе, 59% — на долю Китая и Тайваня. Остальной объем производства был поделен, в основном, между Европой (13%) и США [2]. Как и ожидалось в 2011 г.,

такая региональная структура не претерпела существенных изменений, и даже наоборот азиатские производители еще более укрепили свои позиции на рынке. Только на долю Китая пришлось 57%, на долю Тайваня 11%, за ними Япония и Германия по 6.9% и 6.7% от мирового производства ФЭП соответственно (см. рис. 2) [1].

В настоящее время порядка 89% ФЭП изготавливаются на основе кристаллического крем-

ния, в том числе производство ФЭП из поликристаллического кремния увеличилось почти до 57% от мирового производства ФЭП. Также возросло процентное соотношение в мировом производстве ФЭП на основе CdTe, составив 5.5%, технологии на основе CIS и a-Si занимают 2.4% и 3.4% соответственно от мирового производства, на долю остальных технологий приходится 0.8% [1]

Solar cell production 1999 to 2011

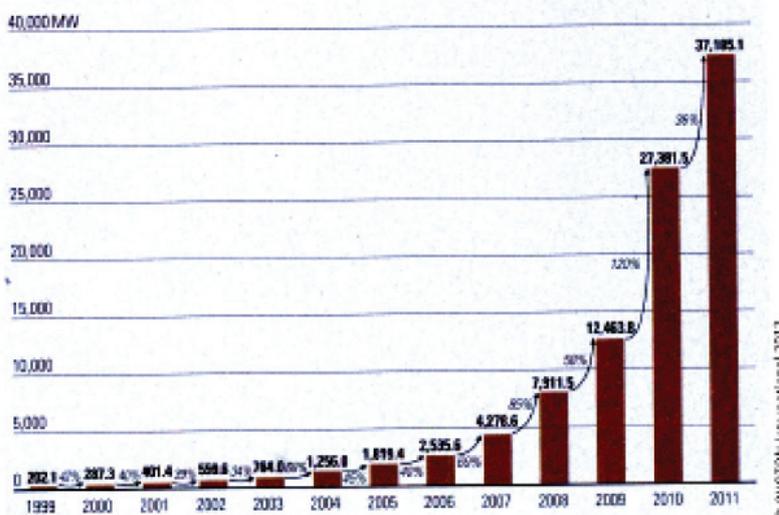


Рисунок 1 – Мировое производство солнечных элементов с 1999 по 2011 годы (МВт) [1]

Мировое производство ФЭП в 2011 г., МВт

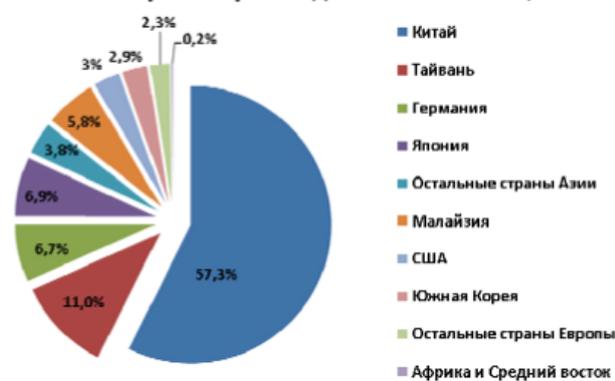


Рисунок 2 – Мировое производство ФЭП десятию лидирующими в данной отрасли государствами за 2011 г. [1]

Лидеры производства ФЭП в 2011 г.

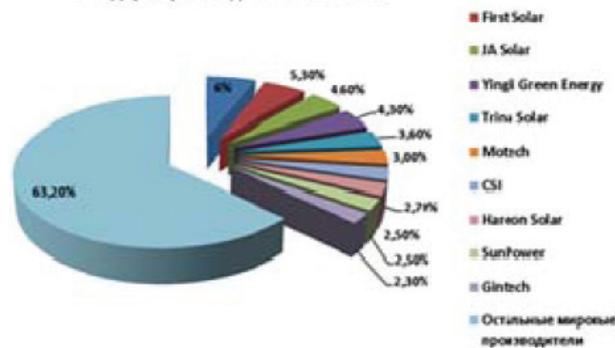


Рисунок 3 – Десятка лидеров – производителей солнечных элементов и модулей по итогам 2011 г. [1]

На рис. 3 представлена десятка лидеров – производителей ФЭП по итогам 2011 г. В 2011 г. 5 из 10 компаний лидеров – это Китайские производители: SuntechPower, JA Solar, Trina Solar, Yingli Green Energy, Hareon. Тайвань представлен 2 компаниями – Motech и Gintech, на втором месте Американская компания First Solar, занимающаяся в основном производством тонкопленочных СЭ и модулей. В десятку не вошли производители из Германии и Японии, несколько лет назад возглавлявшие список лидеров производства.

Солнечные элементы третьего поколения

В настоящее время учеными всего мира активно ведутся исследования в сфере усовершенствования технологий получения и применения органических полупроводников, так как, это очень привлекательная область, как в плане научных работ, так и с экономической стороны. В мировой научной литературе солнечными элементами третьего поколения называют ФЭП на основе органических полупроводников и ФЭП с применением новых наноматериалов.

Для производства пластика в больших объемах не требуются больших затрат. В сочетании с гибкостью органических молекул, это делает его потенциально прибыльным для фото-электрических приложений. Коэффициент поглощения органических молекул велик, поэтому большое количество света может быть поглощено небольшим количеством материала. Основными недостатками, связанными с органическими ФЭП, пока являются низкий КПД, низкая стабильность и прочность по сравнению с неорганическими фотоэлементами [3]. В качестве фоточувствительного полупроводника в структуре фотоэлементов разными исследователями были использованы такие материалы как фталоцианин, полиацетилен, полифенилин винилин, С60 (фуллерен), перилен и др. [3, 4].

Использование органики позволит снизить стоимость солнечных батарей примерно в 4 раза. Стремительно растет КПД органических солнечных батарей. В 2007 году он достиг значения 6,5% [3, 4].

Промышленное производство органических солнечных батарей на сегодняшний день по сравнению с производством кремниевых солнечных элементов и модулей развито слабо. Круп-

нейшим производителем в этой области является немецкая фирма Kanarka.

Фотовольтаика в Казахстане

При существующих генерирующих мощностях наблюдается дефицит производства электроэнергии. Общая установленная мощность электростанций составляет около 18.7 ГВт. Однако, существующие генерирующие мощности имеют значительный срок эксплуатации (25 и более лет), в связи с чем располагаемая мощность составляет порядка 14,6 ГВт. В структуре генерирующих мощностей тепловые электростанции составляют 15.42 ГВт, или 87% от общей мощности, доля гидроэлектростанций – около 12%, другие – около 1% [5].

В настоящий момент осуществляется реализация некоторых крупных проектов в области развития солнечной энергетики в Республике Казахстан. К примеру, в конце 2012 года близ Астаны заработает завод по производству солнечных батарей, который в настоящий момент строится АО НАК "Казатомпром" и комиссариатом по атомной энергии и альтернативным источникам энергии Франции. По сведениям НАК, завод в Астане займет площадь в 7 тысяч квадратных метров. Он будет включать цех по сборке ячеек в модули, залы по обучению и центр научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ. Проектная мощность планируемых к выпуску фотоэлектрических пластин составит 60 МВт (эквивалент 250 тысяч панелей) с расширением в перспективе до 100 МВт. Ожидается производство модулей по 230 Вт, 270 Вт и 210 Вт. Выход завода на производственную мощность запланирован в первом квартале 2013 года. Сырьем для будущего производства станет казахстанский кремний KazPV, который будет очищаться до "солнечного" качества в Усть-Каменогорске [6].

В Индустриальном парке Темиртау в Карагандинской области строится завод мощностью 25 тысяч тонн высокочистого кремния, 10,5 тысяч тонн микрокремнезема и 875 тонн кремниевого шлака. В будущем планируется создать вторую очередь предприятия и довести производство до 50 тысяч тонн высокочистого кремния. Добыча кварца в объеме 130 тысяч тонн в год будет осуществляться на месторождениях Актас и Ашкеры-III в Улытауском районе Ка-

рагандинской области, а в поселке Жезды будет размещена фабрика по обогащению кварца [7].

Заключение

В Казахстане потенциал солнечной радиации на территории республики достаточно значителен и составляет 1300-1800 кВт.ч/м² в год. В связи с континентальным климатом, количество солнечных часов в году составляет 2200-3000.

Для того чтобы обеспечить энергией весь Казахстан, согласно расчетам ученых, при годовой выработке энергии в 100 млрд. кВт/ч, достаточно СЭ установленной мощности около 33,3 ГВт.

Поскольку фотоэнергетика зависит от солнца, то есть недостаток, солнечные батареи не могут работать круглосуточно, поэтому наиболее эффективным методом использования фотовольтаики является метод использования гибридных систем по выработке электроэнергии, работающих на ВИЭ. В Казахстане с учетом природных условий, успешно используются гибридные ветра – и солнечные установки.

Казахстан имеет достаточный сырьевой запас различных элементов и металлов для соз-

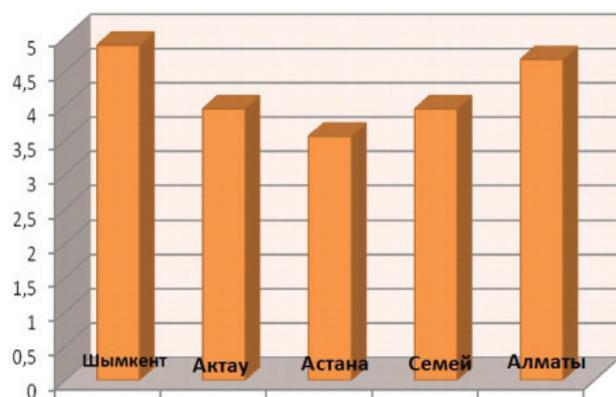


Рисунок 4 – Средняя за год солнечная активность (в кВт/м² в день) в различных регионах Казахстана [8]

дания солнечных элементов на основе любой технологии. Считаем, что Казахстан, по примеру Китая, осуществив трансфер технологий, купив лучшие линии производства солнечных элементов, мог бы производить собственные солнечные элементы и модули для внутреннего рынка и экспорта за рубеж. С учетом того, что затраты на сырье, которое составляет до 50% стоимости солнечных батарей, будут минимальны в условиях наличия его у себя, такой подход был бы наиболее выгодным для Республики, по крайней мере на сегодняшний день.

Да, возможно вначале предположительно производимые солнечные элементы и модули могут иметь низкий коэффициент преобразования, но это будет до тех пор, пока технология не будет достаточно хорошо освоена, и будет не очень конкурентоспособна на рынке. Но даже в этом случае нужно будет поддерживать производство на государственном уровне, взяв пример со стран ЕС или США.

Литература

- 1 Photon International. – 2012. – №3. – P. 132.
- 2 Photon International. – 2011. – №3. – P. 156.
- 3 Leading edge research in solar energy. Ed.: Patrick N. Rivers. – Nova Science Publishers, 2007. – 283 p.
- 4 McGehee D.G., Topinka M.A. Solar cells: Pictures from the blended zone // Nature Mater. – 2006. – Vol.5. – P.675-676.
- 5 www.mcfk.kz
- 6 www.BNews.kz.
- 7 www.neonomad.kz
- 8 Пчеляков О.П., Токмолдин С.Ж. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики // Вестник КазНУ. Серия хим. – 2011. – №3(63). – С. 223.

Г.К. Мусабек, Т.И. Таурбаев, Б.З. Мансуров, Б.М. Кабланбеков,
Ш.Б. Байганатова, С.Б. Мукаев, К.К. Лепесов

Фотоэнергетиканың дамуы мен оның Қазақстандағы қолданылуының мүмкіншіліктері

Осы шолу 2009 – 2011 жылдарындығы күн энергетикасының дамуының дүниелік тәжірибесін қарастыруына арналған. Шолу өзектіліктің сипаттамасы, күн энергетиканың қазіргі дамуының негізгі қағидаларына және тұжырымдамасына, күн элементтер және модулдардың әлемдік нарықтың статистикалық мәліметтерінің талдауына, дүниелік жаппай өндірісте қолданылатын негізгі технологиялық шешімдерін сипаттауға арналған, сонымен қатар, Қазақстан Республикасында фотовольтаика төңірегіндегін дамытылып келе жатқан жобалардың сипаттамасына айтылған.

Түйін сөздер: энергетика, фото түрлендіргіштер, күн элементтері, кристалды кремний, күн энергиясы.

G.K. Musabek, T.I. Taurbaev, B.Z. Mansurov, B.M. Kablanbekov,
Sh.B. Baiganatova, S.B. Mukaev, K.K. Lepesov

Development of photovoltaics and possibility of it's application in Kazakhstan

This review examines the global experience of the solar energy development for the period from 2009 to 2011. The review deals with the description of the relevance, the basic principles and concepts of the modern development of photovoltaic, the main technological solutions used in the world production of solar cells and modules, statistical analysis of the world photovoltaic market, as the description of development projects in the field of photovoltaics in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: photovoltaic, photovoltaics, solar cells, crystalline silicon, solar energy.