

УДК 621.311

Мясоедова Лариса Анатольевна

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

e-mail: lo.myasoedova@gmail.com**Лю Юйхан**

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

e-mail: 1669453397@qq.com**Myasoedova Larisa Anatolievna**

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: lo.myasoedova@gmail.com**Liu Yuhang**

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: 1669453397@qq.com**РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КИТАЕ****THE DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF SOLAR ENERGY IN CHINA**

Аннотация. Дана оценка нынешнего состояния солнечной энергетики в Китае и путей ее развития. Показаны преимущества использования возобновляемых источников энергии и направления будущих национальных энергетических стратегий на фоне растущей нехватки ископаемых источников энергии. Рассмотрены экологические аспекты и ожидаемый эффект от внедрения солнечной энергетики в экономику Китая.

Abstract. The assessment of the current state of solar energy in China and the ways of its development are given. The advantages of using renewable energy sources and the directions of future national energy strategies against the background of the growing shortage of fossil energy sources are shown. Environmental aspects and the expected effect of the introduction of solar energy into the Chinese economy are considered.

Ключевые слова: солнечная энергия, ископаемые источники энергии, фотоэлектрическая энергия, фототермальное преобразование, системный эффект от внедрения.

Key words: solar energy, fossil energy, photovoltaic power generation, photothermal conversion.

DOI: 10.22250/20730268_2023_103_65

Введение

Ископаемые источники энергии формировались на протяжении миллионов лет и запас их конечен. С течением времени дефицит ископаемых источников энергии становится все более заметным. Ископаемые источники энергии в процессе использования порождают ряд экологических проблем – пыль, кислотные дожди, парниковый эффект. Особенно это заметно в экологии Китайской Народной Республики (КНР), так как ископаемые источники в структуре ее глобального потребления энергии достигают 92%, в то время как для остального мира эта величина составляет 87%. Таким образом, на фоне растущей нехватки ископаемых источников энергии широкомасштабное освоение и использование возобновляемых ее источников становится важной частью будущих национальных энергетических стратегий.

Преимущества использования солнечной энергии

Среди различных экологически чистых источников энергии – таких как энергия ветра, гидроэнергетика, приливная энергия, геотермальная и др. – особое внимание уделяется солнечной энергии. Во-первых, она универсальна: для солнечного света нет географических ограничений. Солнечная энергия может быть использована непосредственно, без необходимости добычи и транспортировки, она экологически безопасна и не загрязняет окружающую среду – это чрезвычайно ценно сегодня, когда загрязнение окружающей среды становится все более тревожным.

Во-вторых, общее количество солнечной энергии очень велико: солнечная радиация, достигающая поверхности Земли каждый год, эквивалентна примерно 130 триллионам тонн угля, в то время как, по данным Всемирной энергетической конференции, в мире выявлено в общей сложности 1598 млрд. тонн извлекаемых запасов угля. Общее количество ископаемых источников энергии, которые могут быть добыты в мире, эквивалентно 3373 млрд. тонн сырого угля, поэтому можно сказать, что солнечная энергия является крупнейшим источником энергии в мире сегодня [1].

Существует также и самый важный фактор – долговечность: согласно нынешним темпам производства энергии Солнцем, ее запасов достаточно на несколько десятков миллиардов лет, и в этом смысле можно сказать, что энергия Солнца неисчерпаема. Поэтому крупномасштабное освоение и использование солнечной энергии является неизбежным выбором для будущего и для достижения устойчивого развития.

Состояние и направления развития солнечной энергетики в Китае

Китай обладает очень богатыми солнечными ресурсами. Ежегодное солнечное излучение по всей территории страны оценивается в диапазоне 3340 MJ/m² ~ 8400 MJ/m², а среднее – 5852 MJ/m². Судя по распределению общего количества солнечной энергии в Китае, объем солнечной радиации существенно превалирует в западном регионе из-за его лучшего географического положения. В настоящее время большинство способов использования солнечной энергии в КНР – это солнечные фототермальные и фотоэлектрические преобразования (солнечные водонагреватели, солнечные плиты, солнечные камеры, солнечная сушка, солнечные теплицы, солнечное охлаждение и кондиционирование воздуха, солнечная энергия) и фотоэлектрические системы.

Солнечная фототермальная трансформация – прямое или концентрированное воздействие солнечного света на коллектор, который преобразует световую энергию в тепловую, в настоящее время используется в основном в солнечных водонагревателях и солнечных тепловых элементах. Производство солнечных водонагревателей в Китае достигло 23 млн кв. м, общее количество – 100 млн кв. м, что составляет 55% от общемирового объема. Это делает Китай крупнейшим в мире производителем солнечных водонагревателей и в то же время крупнейшим их потребителем, имеющим полностью независимые права интеллектуальной собственности, а используемые в КНР технологии занимают лидирующие позиции в мире. Для содействия популяризации и применению солнечных водонагревательных систем в разработанном государством плане развития возобновляемых источников энергии четко определены цели их развития. В ближайшее время эксплуатационный запас солнечных водонагревательных систем должен достигнуть 350 млн кв. м.

Тем не менее, с развитием солнечных водонагревателей существует множество проблем. Поскольку не было системного подхода при их разработке и установке, то большая их часть была использована спонтанно. В результате они различаются по внешнему виду, излишне массивны, ухудшают внешний вид здания, нередко нарушают технику безопасности. К тому же не были решены вопросы, связанные с водонепроницаемостью и несущей способностью конструкции здания, права собственности на крышу, управление имуществом на более позднем этапе, техническое обслуживание нестандартных самоустановок [2].

По этим причинам широкомасштабное распространение солнечных водонагревателей оказалось серьезно затруднено, и в некоторых городах запрещена их установка на зданиях.

Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии относится к преобразованию солнечных излучающих фотонов через принцип фотоэлектрического эффекта полупроводника («фотоэлектрический эффект»), солнечные батареи сделаны с использованием этого эффекта.

В настоящее время производство солнечных батарей в КНР быстро увеличивается. В последние годы, с расширением научно-исследовательских возможностей и усилением поддержки правительства в области фотоэлектрической энергетики, фотоэлектрическая промышленность Китая растет со скоростью 30% в год, эффективность лабораторных фотоэлектрических элементов достигла 21%, коммерческая эффективность фотоэлектрических компонентов – 15%, эффективность батарей – 13%. С каждым годом стоимость производства солнечных фотоэлектрических элементов резко снижается, что играет решающую роль в росте внутреннего рынка. Для этого в Хэхайском университете проводятся исследования по теме «Демонстрация технологий и систем солнечной тепловой генерации» – ключевого проекта «XIV» 863 в области передовых энергетических технологий в стране. Этот проект, осуществляемый совместно Институтом электротехники Китайской академии наук, Хэхайским университетом и другими подразделениями, разделен на пять исследовательских тем. Электротехнический институт Китайской академии наук, Хэхайский университет и другие подразделения в течение пяти лет намерены «прорвать» ряд ключевых технологий и построить демонстрационный проект по производству солнечной тепловой энергии мощностью 1 МВт с независимыми правами интеллектуальной собственности [3].

Основные проблемы при реализации проектов солнечной энергетики

Благодаря быстрому росту производства солнечных электростанций на 30% возрастает ежегодный спрос на поликристаллический кремний. Китайская электронная и фотоэлектрическая промышленность требуют от 3000 до 5000 т поликристаллического кремния в год, однако собственное производство поликристаллического кремния может удовлетворить только около 10% потребности, остальные 90% зависят от импорта. И сейчас цена поликристаллического кремния уже в несколько раз превышает реальную цену на международном рынке, что значительно ограничивает развитие солнечной фотоэлектрической и электронной промышленности КНР. К тому же производство солнечных фотоэлектрических элементов и сырья из поликристаллического кремния относится к отраслям с высоким уровнем загрязнения и энергопотребления.

Осложняется внедрение фотоэлектрической промышленности из-за политики, проводимой традиционными электросетевыми компаниями и ориентированной на энергию ветра и биомассы. Поэтому фотоэлектрическая промышленность становится неконкурентоспособной на рынке технологий.

Хотя в законе о возобновляемых источниках энергии четко указано: «государство поощряет установку и использование солнечных систем, таких как солнечные фотоэлектрические энергетические системы», предусматривается стимулирующая политика («государственное финансирование для создания специального фонда для развития возобновляемых источников энергии»), «льготные кредиты с фискальной скидкой со стороны финансовых учреждений», но пока большинство предложенных планов солнечной фотоэлектрической энергетики, является демонстрационными проектами, которые все еще далеки от широкомасштабного продвижения на рынке. Требуется закон о тарифах на солнечную электроэнергию, чтобы превратить потенциальный рынок возобновляемых источников энергии в реальный, сделав производство солнечной энергии конкурентоспособным [5]. Однако затраты по-прежнему остаются слишком высокими.

В настоящее время солнечная энергия стоит гораздо дороже по сравнению с биомассой (биогазогенерация), ветровой энергией, гидроэнергией и традиционной угольной энергией, что ограничивает рост рынка солнечной энергии в Китае. В настоящее время более 90% продукции Tianwei Yingli

экспортируется за границу, оставляя в стране менее 10%. Она используется в основном в базовых станциях связи, в бытовых системах на Северо-Западе КНР и в дорожных сигнальных фонарях.

Оценка системного эффекта от внедрения солнечной энергетики

При реализации системного подхода к разработке и установке фототермальных и фотоэлектрических установок следует оценить экологические аспекты и ожидаемый эффект от их внедрения в экономику Китая.

Улучшение состояния окружающей среды. Использование солнечной энергии в качестве альтернативы ископаемым источникам может уменьшить экологический ущерб от выбросов в атмосферу углекислого газа и сажи. Производство фотоэлектрической энергии не приводит к выбросам загрязняющих веществ и проблемам безопасности, связанным с традиционными технологиями производства, а также не вызывает отходы или шумовое загрязнение.

Экономия пространства. Установки фотосинтеза – это простые технологические установки, которые могут быть в любом месте, куда попадает солнечный свет: на крышах и стенах общественных, частных и промышленных зданий, в качестве звукоизоляционных панелей по сторонам дороги. Во время работы эти системы уменьшают нагрев здания и увеличивают вентиляцию, экономят большое количество электроэнергии, сокращают площадь используемых земель.

Обеспечение электроэнергией сельских районов. Будучи простыми, фотоэлектрические системы позволяют удовлетворять потребности сельских районов в электроэнергии в любой точке мира.

Расширение занятости. Фотоэлектрическая энергия может обеспечить дополнительные рабочие места. По данным европейской отрасли фотоэлектрической энергетики, на этапе производства фотоэлектрической продукции создается около 10 рабочих мест на 1 МВт, а на этапе монтажа – около 33 рабочих мест на 1 МВт. Оптовая и косвенная поставка может обеспечить 4 рабочих места, а исследовательская область – 1-2 рабочих места. Таким образом, в производственной цепочке может быть создано 50 рабочих мест на 1 МВт фотоэлектрической энергии. Согласно исследованиям экспертов в области энергетики среднего уровня, к 2050 г. индустрия фотоэлектрической энергетики достигнет установленной мощности в 1 миллиард кВт, будут производиться и внедряться установки суммарной мощностью 100 миллионов кВт в год, а численность занятого здесь населения превысит 5 млн человек [4].

Меры по развитию солнечной промышленности и перспективы развития солнечной энергетики в Китае

Как уже упоминалось, солнечная промышленность быстро развивается и достигла обнадеживающих результатов, но по-прежнему нуждается в ликвидации преград, тормозящих ее развитие.

В настоящее время солнечная энергия используется для связи, для электроснабжения в отдаленных районах, а если технологически «узкие места» будут преодолены, то диапазон их использования сильно расширится.

В настоящее время ежегодное производство поликристаллического кремниевого материала в Китае составляет всего около 60 т, нехватка его привела к высокой стоимости производства солнечных батарей и стала камнем преткновения, ограничивающим развитие фотоэлектрической промышленности Китая.

Китай уже не имеет достаточно независимых инноваций в области науки и техники, мало инвестиций в научные исследования. Правительство нередко считает их излишними, поскольку появились продукты, которые вышли на рынок. Однако из-за серьезной нехватки кремниевых материалов, отсутствия соответствующей государственной политической поддержки фотоэлектрическая энергетическая промышленность на самом деле не соответствует современному рынку, Компании не видят пространства для прибыли и не будут активно поддерживать отрасль. Государство должно увеличить

научные инвестиции в фотоэлектрическую энергетику и вести соответствующую политику для поддержки ее развития.

Международная энергетическая организация, прогнозируя перспективы развития солнечной энергетики, считает, что в 2040 году она будет давать 20% от общей выработки электроэнергии. В 2009 г. Китай запустил программу «Солнечной крыши» и демонстрационный проект «Золотое солнце» – субсидирование инвестиций в отечественные фотоэлектрические электростанции. «Солнечная крыша» – это субсидия для солнечных зданий со стандартом 20 юаней/м². Предполагается, что субсидируемый стандарт может покрывать около 30-50% производственных затрат соответствующих предприятий, что значительно снижает затраты на солнечную фотоэлектрическую энергию. Golden Sun предлагает субсидировать проекты подключенной фотоэлектрической энергетики в принципе – 50% от общего объема инвестиций в фотоэлектрическую энергосистему, ее вспомогательные проекты передачи и распределения электроэнергии, а независимые фотоэлектрические энергосистемы в отдаленных районах без электричества субсидируются в размере 70% от общего объема инвестиций.

Благодаря проекту Golden Sun Engineering и фотоэлектрическим проектам на крышах зданий возник спрос на внутреннем рынке фотовольтаники. К 2020 г. мощность фотоэлектрических установок достигла 20 млн кВт, поэтому рынок солнечной фотоэлектрической энергии Китая огромен.

Таким образом, с ростом внутреннего и внешнего фотоэлектрического рынка рынок кристаллических кремниевых батарей получает широкие перспективы. Ведущие мировые поставщики аморфного кремниевого тонкопленочного оборудования, как правило, ожидают, что в ближайшее время стоимость его тонкопленочного аккумулятора может быть снижена. По мере того как стабильность и эффективность исследований и разработок продолжают улучшаться, рынок аморфного кремниевого тонкопленочного оборудования будет неуклонно расти.

Заключение

Энергоснабжение Китая в современных условиях в значительной степени зависит от ископаемых источников энергии, которые могут быть сокращены только за счет расширения использования возобновляемых источников энергии. В долгосрочной перспективе развитие возобновляемых источников энергии может постепенно улучшить энергетическую структуру, основанную на угле, способствовать более рациональному и эффективному использованию обычных энергетических ресурсов и смягчить связанные с энергетикой проблемы загрязнения окружающей среды. Развитие и использование возобновляемых источников энергии и создание необходимых технологических резервов могут уменьшить зависимость от иностранных источников энергии и повысить способность страны противостоять рискам энергетической безопасности. С крупномасштабным развитием и использованием новых возобновляемых источников энергии энергетическая структура Китая, как и всего мира неизбежно претерпит огромные положительные изменения.

1. 闫奇峰. 兰州财经大学陇桥学院. Solar photovoltaic system in the square design. China Building Materials Science & Technology. 2017(04) Page:6-7+17. Classification Code TU18; TU984.18.

2. 徐乘雁. Insulators and Surge Arresters. (J) Economics & Management. 2011(01) Page:40Core. DOI 10.16188/j.isa.1003-8337.2011.01.011. Classification Code: F416.61.

3. WANG Cong; DAI Beibei; YU Jiayu; WANG Lei; SUN Ying; Center for Condensed Matter and Material Physics, Beihang University; Recent Development and Advance of Solar Photovoltaic Materials and Photothermal Conversion Materials. DOI: 10.14062/j.issn.0454-5648.2017.11.03. Classification Code: TM914.4. Journal of the Chinese Ceramic Society. 2017(11) Page: 1555-1568.

4. 张可欣. 从“十四五”可再生能源发展规划看新能源产业发展. (J) Economics & Management; (C) Architecture/ Energy/ Traffic/ Electromechanics, etc. Classification Code: F426.61. 中关村. 2022(07) Page:32-33.

5. 张文华. 新型太阳能材料的探索与应用. 中国工程物理研究院化工材料研究所新材料研究中心. 中国化学会第三届中国能源材料化学研讨会. 2018-08-24. 中国北京. DOI : 10.26914/c.cnkihy.2018.020426. Classification Code: TB383.1; O643.36; TM914.4; TK519.