

Кадыров Абдулахат Лакимович

доктор физико-математических наук, профессор кафедры электроники
Государственного образовательного учреждения
«Худжандский государственный университет имени Бободжона Гафурова»,
Республика Таджикистан

Джавхарова Нилуфар Илхомджановна

аспирант кафедры электроники
Государственного образовательного учреждения
«Худжандский государственный университет имени Бободжона Гафурова»,
Республика Таджикистан

Касымов Далер Абдукадырович

соискатель
Государственного образовательного учреждения
«Худжандский государственный университет имени Бободжона Гафурова»,
Республика Таджикистан»

ПУТИ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии в электрическую с использованием солнечных элементов (СЭ) в настоящее время рассматривается как один из перспективных методов производства электроэнергии, что связано с экологической чистотой этого источника электроэнергии и неисчерпаемостью солнечной энергии [1-3]. Главным естественным фактором, препятствующим широкому внедрению наземной фотоэнергетики является низкая плотность излучения на поверхности Земли, что обуславливает высокую стоимость электроэнергии вырабатываемой солнечными батареями (СБ), поскольку для получения практически значимых мощностей необходимо осуществлять сбор и преобразование солнечного излучения с больших площадей, что сопряжено с затратами большого количества дорогостоящих кремниевых материалов (2-3 долл./Вт.). В случае использования наиболее эффективных (СБ) при уже достигнутой степени

фотоэлектрического преобразования 15 % и ресурсе работы ~20 лет стоимость солнечной электроэнергии в условиях Таджикистана (~ 3000 часов средним за год) составит около 0,05-0,07 долл./кВт·ч. и сопоставимо со стоимостью электроэнергии работающих на органическом топливе электростанций. Из всей стоимости кремниевых солнечных батарей до 60 % приходится на исходный материал для изготовления СЭ-монокристаллического кремния высокой чистоты электронного качества. Поэтому для массового выпуска СЭ необходимо существенное снижение стоимости кристаллического кремния высокой чистоты и улучшение его эксплуатационных свойств. В полный цикл производства высокочистого кремния входят следующие основные стадии: получение металлургического (технического) кремния карботермическим восстановлением минерального кварцевого сырья в мощных электродуговых печах, громоздкая и экологически небезопасная хлорсилановая технология с последующим водородным восстановлением кремния в реакторах осаждения и выращивание монокристаллов в специальных установках. При этом стоимость кремния возрастает с 1-2 долл./кг. металлургического кремния до 60-100 долл./кг. монокристаллического электронного кремния. В тоже время для изготовления СЭ не требуется столь высокая чистота кремния (содержания примесей может быть на 2-3 порядка меньше, чем в микроэлектронике). Существуют три главных направления радикального решения данной проблемы [4]:

1. Совершенствование технологии изготовления СЭ с использованием нанотехнологии для создания многокаскадных структур применением метода газофазной эпитаксии из паров металлоорганических соединений.

2. Привлечение и расширение для производства СЭ не традиционной сырьевой базы, наиболее приемлемым из которых является поликристаллический кремний и отходы производства изделий электронной техники и металлургии кремния, а также их сочетание.

3. Получение технического кремния повышенной чистоты из чистого кварцевого сырья путем восстановления его техническим углеродом, затем получения поликристаллического кремния солнечного качества методом

литься в графитовых изложницах по аналогии с технологией освоенного нами вторичного литого поликристаллического кремния (ВЛПК).

Первое направление представляет собой очень высокотехнологический, наукотрудоемкий, сложный технологический процесс с использованием двойных и тройных полупроводниковых материалов и в ближайшее десятилетие его внедрение вряд ли возможно.

По второму варианту нами в начале 90^x годов в рамках конверсии оборонных предприятий было получено и комплексно исследовано электрофизические свойства ВЛПК на основе отходов производств металлургии кремния изделий электронной техники. Слитки литого поликремния получались на печах Ленинабадского комбината редких металлов (ЛКРМ), а СЭ изготавливались на Худжандском заводе «Алмос». Так был получен первый «таджикский» СЭ. Была показана возможность достижения на СЭ из ВЛПК КПД порядка 12 % в лабораторных и ~ 8% в промышленных условиях по упрощенной технологии, вполне приемлемых не только для создания СБ на мощности 0,3-3 Вт., но и солнечных станций мощностью ~250 Вт. Однако, запланированного мелкосерийного выпуска СЭ не удалось осуществить, поскольку после получения независимости бывшие союзные республики перестали поставлять отходы кремния в ЛКРМ. По большому счету, при всей привлекательности и дешевизны указанного направления, в стратегическом плане делать ставку на отходы производства, по крайней мере, не дальновидно, в силу ограниченности этих отходов [5,6].

Энергетическая независимость развитых стран в обозримой перспективе неизбежно будет сопряжена с наличием освоенной сырьевой базы и производств, нацеленных на создание средств прямого преобразования солнечной энергии. В мире всего несколько стран, которые имеют необходимые природные ресурсы и завершённую полную технологическую цепочку получения технического, затем поликристаллического, а после монокристаллического кремния и изготовления СЭ, СБ и солнечных фотоэлектрических станций на их основе. Таджикистан имеет исторический

шанс войти в число этих стран и построить свою, пускай и маленькую, силиконовую долину.

Список источников:

1. Стребков Д.С. Роль солнечной энергии в энергетике будущего М.: Энергетическая политика, 2005, № 2, с.27-36.
2. Х.Б. Джангиров. Современное состояние и пути развития электроэнергетики стран СНГ. М. Промышленная энергетика, 2001, № 5, с.2-3.
3. П.П. Безруких. Состояние и тенденции развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии. М. Электрика, 2003, № 4, с. 3-13.
4. Кадыров А.Л., Абдурахманов Б.М., и др., / Проблемы и перспективы кремниевого производства в Центральной Азии. -Худжанд, Изд. «Нури маърифат», 2016г. -418с.
5. Абдулахат Кадыров. Получение и свойства вторичного литого поликристаллического кремния. Худжанд, 2018г.-396с.
6. Материалы Шестого Заседания Консультативного Совета по улучшению инвестиционного климата при Председателе Согдийской области. 23.12.2014г., Худжанд, -65с.