

Сравнение двух регионов показывает, что необходимо проведение дополнительных исследований применительно к условиям нашей страны. В том числе следует изучить вопрос не только о влиянии ветроагрегатов на рост сельхозкультур, но и о влиянии сельхозкультур на работу ветропарка.

Литература

1. Rajewski, D.A. Crop Wind Energy Experiment (CWEX): Observations of Surface-Layer, Boundary Layer, and Mesoscale Interactions with a Wind Farm [Electronic resource]. / Rajewski, D.A. [and others] // American Meteorological Society. Mode of access: <http://journals.ametsoc.org/doi/full/10.1175/BAMS-D-11-00240.1/>. – Date of access 27.10.2015.

2. National Geographic [Electronic resource]. – Mode of access: <http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2011/12/111219-wind-turbines-help-crops-on-farms/>. – Date of access 27.10.2015.

3. Wikipedia, the free encyclopedia [Electronic resource] – Mode of access: <https://en.wikipedia.org/wiki/Iowa/>. – Date of access 27.10.2015.

4. Wikipedia, the free encyclopedia [Electronic resource] – Mode of access: <https://en.wikipedia.org/wiki/Belarus#Geography/>. – Date of access 27.10.2015.

5. Iowa energy center [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.iowaenergycenter.org/annual-wind-map/>. – Date of access 27.10.2015.

КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ CDS/CU(IN, GA)SE₂ С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ INAS

Пелещак Р.М. д.ф.-м.н., проф.,

*Дрогобычский государственный педагогический университет
имени Ивана Франко, г. Дрогобыч, Украина;*

Вельченко А.А. к.т.н., Мирончук В.И.

*УО «Белорусский государственный аграрно-технический
университет», г. Минск, РБ*

На протяжении прошлого века средняя температура земной поверхности возросла приблизительно на 1 °С, причем основной рост температуры припал на полтора последних десятилетия. Одна из причин экологического изменения – это энергетические затраты

человечества, за счет тепловой энергетики, которая основывается на сгорании запасов органических веществ (угля, нефти, природного газа), что привело к насыщению в атмосфере углекислоты, сероводорода и других вредных выбросов приводящих к парниковому эффекту. На сегодняшний день по прогнозам ученых решением энергетической проблемы являются отрасли, которые развивают альтернативные источники энергии, в частности солнечную энергетику. Для повышения эффективности полупроводниковых преобразователей солнечной энергии в электрическую, существует несколько путей, которые подразделяют по сложности на 3 группы: 1) конструктивные усовершенствования существующих преобразователей (рельефные поверхности солнечных батарей, которые увеличивают рабочую площадь на единицу поверхности занимаемой батареей, батареи с двухсторонними коллекторами, антиотражательные пассивирующие покрытия, оптические концентраторы солнечных потоков, каскадные солнечные батареи); 2) технологические усовершенствования (формирование тонких пленок, многослойные структуры полупроводников с градиентом ширины запрещенной зоны в сторону от «оптического окна» до значений, характерных для узкощелевых материалов); 3) солнечные батареи на основе тонких пленок с использованием как полупроводниковых квантовых точек (InAs), так и металлических квантовых точек (Ag, Au), которые расширяют спектральный диапазон поглощаемой солнечной энергии. Это в свою очередь увеличивает коэффициент полезного действия (КПД) солнечных элементов.

Один из радикальных способов снижения стоимости солнечных энергоустановок и увеличения их КПД, это переход к тонкопленочным технологиям с использованием прямозонных полупроводников и квантовых точек вместо непрямозонного кремния. Самым распространенным направлением решения проблем солнечной энергетики на основе фотовольтаики, есть использование тонкопленочных материалов CdTe, Cu(In, Ga)Se₂ [1]. По теоретическим оценкам эффективность фотоэлектрического преобразования данными материалами может достигать 28-30 %, но на практике этот показатель меньше. Солнечные элементы на основе Cu In_x Ga_{1-x} Se₂ (CIGS) сохраняют стойкую позицию на мировом рынке тонкопленочной фотовольтаики в качестве альтернативы солнечным модулям на основе моно- и поликристаллических кремневых пластин. На прак-

тике, эффективность превращения солнечной энергии в таких модулях находится в диапазоне 12-15 %. Компания Solar Frontier в начале 2014 года получила эффективность 20,8 % для лабораторных образцов солнечных элементов CuInSe_2 небольшой площади, а в 2015 году компании Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) удалось повысить эффективность до 21,7 % [2, 3]. Устройства CIGS зарекомендовали себя стабильными, с высокой радиационной стойкостью, легкие, гибкие и портативные [4]. Несмотря на невысокую эффективность модулей 12-15 %, что составляет около половины теоретической границы, они привлекают внимание зарубежных и отечественных ученых, т.к. повышение их эффективности является крайне важным как с научной точки зрения, так и со стороны экономического эффекта.

В данной работе рассматривается структура $\text{CdS}/\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{Se}_2$ солнечного элемента с квантовыми точками InAs , в которой, в качестве ТСО (прозрачный проводной оксид) используется оксид индия и олова (ITO) или оксид олова, легированный фтором ($\text{SnO}_2:\text{F}$). Массив квантовых точек InAs расширяет спектральный диапазон поглощения солнечной энергии в этой структуре солнечного элемента и увеличивает его КПД. Кроме этого для уменьшения потерь на отражение использовалось антиотражающее покрытие на фронтальной поверхности солнечного элемента (рис. 1).

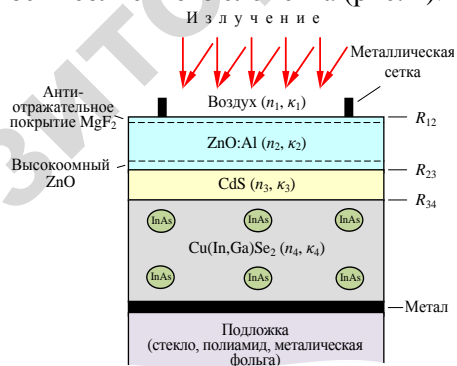


Рис.1. Поперечный разрез $\text{CdS}/\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{Se}_2$ солнечного элемента с квантовыми точками InAs

В данной работе проведены расчеты коэффициента пропускания, отражения и плотность тока короткого замыкания с учетом оптических и рекомбинационных потерь на интерфейсах этой

структуры для всего спектрального диапазона солнечного излучения AM1.5 для случаев, когда лучи падают перпендикулярно и под углом. Полученные результаты указывают путь повышения коэффициента полезного действия ($\geq 23\%$) солнечных энергоэффективных установок на основе структуры CdS/Cu(In, Ga)Se₂ солнечного элемента с квантовыми точками InAs.

Литература

1. Kosyachenko L.A. Optical and recombination losses in thin-film Cu(In,Ga)Se₂ solar cells / Solar Energy Materials and Solar Cells // L.A. Kosyachenko, X. Mathew, P.D. Paulson, V.Ya. Lytvynenko, O.L. Maslyanchuk. – 2014. – Vol. 120. – P. 291-302.
2. First Solar Sets World Record for CdTe Solar Cell Efficiency // PV magazine. – 2014. – Режим доступа: http://www.pv-magazine.com/services/press-releases/details/beitrag/first-solar-sets-world-record-for-cdte-solar-cell-efficiency_100014340/#ixzz3cq8doH4J; http://www.pv-magazine.com/services/press-releases/details/beitrag/first-solar-sets-world-record-for-cdte-solar-cell-efficiency_100014340/#axzz2zdINoCPE. – Название с экрана.
3. Compositional investigation of potassium doped Cu(In,Ga)Se₂ solar cells with efficiencies up to 20.8% / P. Jackson [et. al.] // Phys. Status Solidi (RRL). – 2014. – V. 8. – P. 219–222.
4. Neumann H. Relation between electrical properties and composition in CuInSe₂ single crystals / H. Neumann, R. D. Tomlinson // Sol. Cells. – 1990. – V. 28. – P. 301–313.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Цубанова И. А.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, РБ

Широкое распространение тепловых насосов (ТН) в нашей стране по примеру стран-членов ЕС затруднено на ближайшую перспективу из-за отсутствия государственной поддержки в виде субсидий, льготных кредитов и тарифов, из-за низких цен на топливно-энергетические ресурсы и значительных капитальных затрат по сравнению с традиционными источниками теплоснабжения.