

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ TiO₂.

tiO₂ негизиндеги күн элементинин фотоэлектрикалык касиеттери. the photovoltaic properties of solar cell based on tioh.

Аннотация: в работе исследованы электрические и фотоэлектрические свойства солнечных элементов на основе диоксида титана и кремния. Экспериментально получены вольтамперные и фотометрические характеристики солнечных элементов. Показан пороговый характер увеличения фото ЭДС при увеличении освещенности и прямолинейный характер увеличения фототока от освещенности.

Аннотация: TiO₂ жана кремнийдин негизиндеги күн элементтеринин электр жана фотоэлектрикалык касиеттери изилденген. Күн элементтеринин вольтампердик жана фотометрикалык мунвздвмвлвру эксперименталдык алынган. Күн элементтерине жарык берууну квбвйтуудв фото ЭКК-нун всуусу чектик мунвзгв ээ жени жана фототоктун туз сызыктуу мунвзгв квбвйввру кврствулгвн.

Annotation: in the given work the electrical and photoelectric properties of solar cells based on titanium dioxide and silicon are investigated. The volt-ampere and photometric characteristics of solar cells have been experimentally obtained. The threshold character of increasing the electromotive force power at the light increasing and straightforward nature of the increase of the photocurrent from the ling is shown.

Ключевые слова: солнечный элемент; диоксид титана; кремний; вольтамперная характеристика; фототек; люксметр.

Негизги свдвр: күн элементи; титандын диоксиди; вольтампердик мунвздвмв; фототок; люксметр.

Keywords: solar cell; titanium dioxide; silicon; volt-ampere characteristic; photocurrent; light meter.

Поиск альтернативной энергии, которая была бы недорогой, постоянной и экологически чистой, привел ученых и промышленность к фотоэлектрическому эффекту: механизму для преобразования солнечной энергии в используемую электрическую энергию или

химическое топливо. В настоящее время используемые на практике фотоэлектрические ячейки, в основном, являются твердыми материалами, р-п контактными устройствами, например, кремниевые солнечные ячейки. Эти солнечные ячейки являются очень дорогостоящими в связи со стоимостью добычи силикона, производства совершенных кристаллов и микротехнологией их изготовления [1].

Светочувствительные солнечные ячейки представляют собой альтернативу существующим р-п контактными устройствам. Эти ячейки используют проводник – электролит – контакт в отличие от классического твердого контакта. Цветосенсибилизированные солнечные ячейки (ЦСЯ) состоят из нанопористой пленки с большой внутренней площадью поверхности, покрытой слоем светопоглощающей краски. Окрашенный слой преобразует фотоны, поступающие в нанопористую пленку, в заряд. ЦСЯ сравнительно не дороги для производства и обеспечивают чистую и недорогую энергию. Кроме того электрическая энергия образуется без какого-либо химического переноса компонентов в ЦСЯ, что обеспечивает долговечность ячеек. На сегодняшний день эффективность ЦСЯ известна между 7-11% [2-4]. Для конкурентоспособности с обычными фотоэлектрическими ячейками ЦСЯ нужно увеличить эффективность, устойчивость и уменьшить себестоимость. Потенциал таких устройств делает их очень важными для экспериментального и теоретического исследования [5,6].

В данной работе ставилась следующая цель: экспериментальное изучение электрофизических свойств солнечных элементов (СЭ) на основе TiO_2 и сравнение с традиционными солнечными элементами из кремния.

Были изготовлены солнечные элементы с различными красителями: один с рутениевой краской, СЭ(Ru), и второй - с красителем E121, СЭ (E121).

Измерение вольтамперной характеристики (ВАХ) солнечных элементов проводился с помощью источника тока ТЕС-42 (рис.1). На солнечный элемент подавалось напряжение в интервале $U = -1$ ч $+1$ В. На рис.2 и 3 представлены ВАХ для солнечного элемента на основе TiO_2 в более крупном и мелком масштабах соответственно. Как видно отсюда, для обоих исследуемых СЭ прямая ветвь резко возрастает, начиная от 0,4 В, и имеет прямолинейный характер, а обратная ветвь – при 0,2 В. Причем крутизна ВАХ как для определенного СЭ приблизительно одинакова как для прямой, так и для обратной ветви.

Вероятно, это обусловлено близостью значений сопротивлений СЭ как для прямого, так и обратного подключения. Но крутизна ВАХ СЭ с рутениевой краской меньше, чем крутизна ВАХ с красителем E121, что, вероятно, обусловлено большим значением сопротивления СЭ с рутениевой краской, чем сопротивление СЭ с красителем E121.

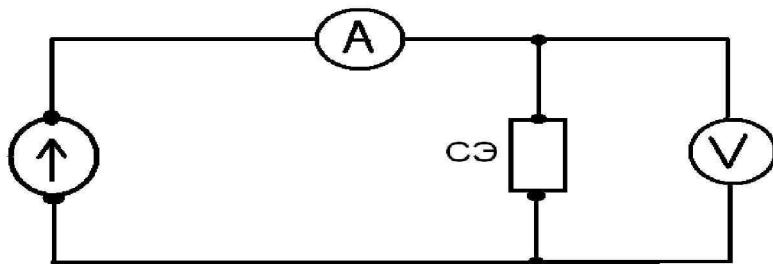


Рис.1. Схема соединения для измерения вольтамперных характеристик солнечного элемента на основе диоксида титана

Как видно из рис. 3, ток равняется нулю не в начале координат, а сдвинут в отрицательную область напряжения и $U_0(0) \approx (0,21)$ В для СЭ(Ru) и $U_0(0) \approx (0,4)$ В для СЭ (E121). Это связано с наличием собственного фотоЭДС и током короткого замыкания $I_{кз}$ (при $U=0$ В) СЭ при данной освещенности. Эти два параметра характеризуют возможности СЭ. Для практического применения эти параметры солнечных элементов должны быть наибольшими для реальных условий их технологии и применения [7]. Поэтому далее были изучены зависимости фотоЭДС и тока короткого замыкания от значения освещенности поверхности СЭ. Для измерения освещенности был использован люксметр Ю-116. Экспериментально полученная зависимость фотоЭДС солнечного элемента на основе диоксида титана от освещенности $U(F)$ представлена на рис.4. Отсюда видно, что с увеличением освещенности при её начальных значениях (0 – 15 люкс) фототоЭДС резко увеличивается. Затем наблюдается уменьшение роста фотоЭДС (15 – 40 люкс) и дальнейшая её стабилизация (больше 40 люкс). Данный факт может означать наличие некоторого порогового значения фотоЭДС СЭ, связанного с наличием механизма ограничения роста фотоЭДС СЭ. Аналогичное поведение наблюдается для СЭ на основе Si, но уровень сигнала на данном интервале освещенности меньше ($U_{ст} \approx -0,3$ В), чем для СЭ ($U_{ст} \approx -0,45$ В) на основе диоксида титана.

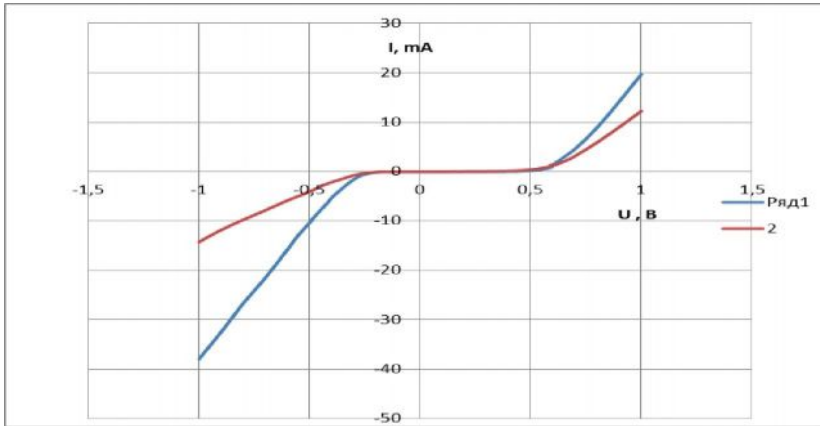


Рис.2. ВАХ солнечного элемента с красителем E121 (1) и рутениевой краской (2).

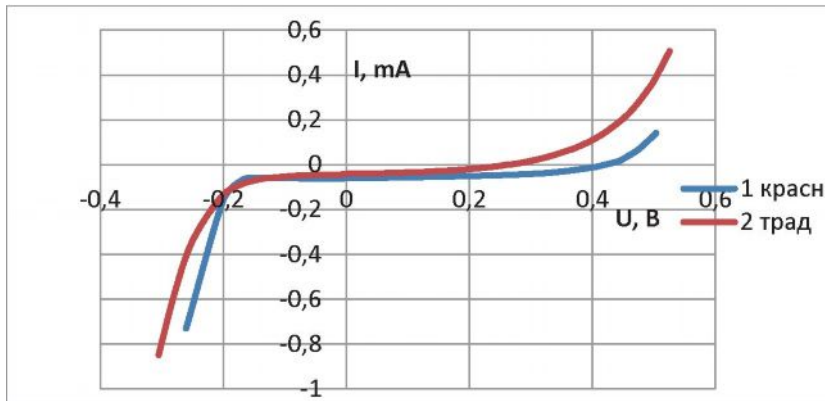


Рис.3 ВАХ солнечного элемента красителем E121(1) и рутениевой краской (2) при малых значениях тока и напряжения.

На рисунке 5 приведена зависимость тока короткого замыкания $I_{кр}$ солнечных элементов на основе диоксида титана и кремния от освещенности её поверхности. Как отсюда видно, с увеличением освещенности $I_{кр}$ растет прямолинейно в пределах ошибки измерения,

как для СЭ на TiO_2 , так и для СЭ на основе Si. Но крутизна $I_{\text{кр}}(F)$ для кремниевых СЭ больше, чем СЭ на диоксиде титана.

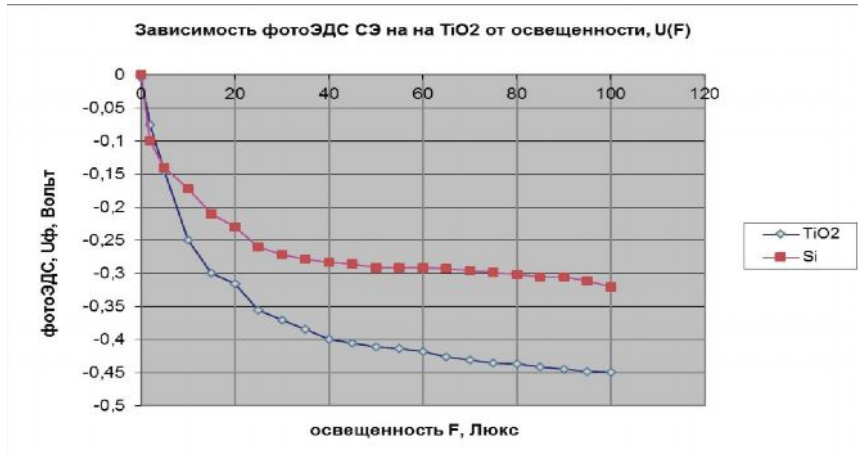


Рис.4. Зависимость фотоЭДС солнечного элемента на основе диоксида титана(о) и кремния (■) от освещенности её поверхности.

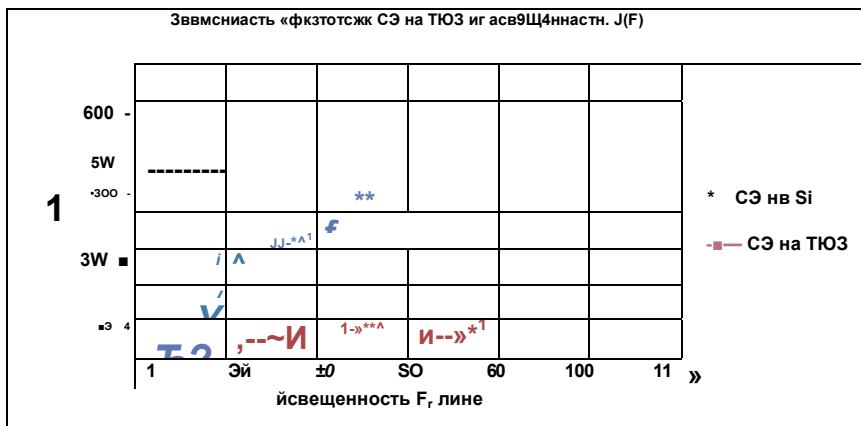


Рис.5. Зависимость тока короткого замыкания $I_{\text{кр}}$ солнечного

элемента на основе диоксида титана (о) и кремния (■) от освещенности её поверхности.

Литература

1. Gratzel M. Photochemical cells // Nature. - 2000. - 414. - P.338-344.
2. Goetzberger A., Hebling C., Schock H.-W. Photovoltaic materials, history, status and outlook // Mathematical Science and Engineering:R: Reports. - 2003. - 40. - P. 1-46.
3. Kojiro H., Hironi A. Dye-sensitized solar cells, in Lique A., Hegedus S., Ed. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. - New York: John Wiley & Sons, 2003. - P. 663-700.
4. Newman J., Thomas-Alyea K.E. Electrochemical System, 3rd edn. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
5. Иманалиев Т.М., Сейитказиева А.С., Бурова Е.С. Математическая модель цветочувствительной солнечной ячейке в условиях неосвещенности. Вестник ОшГУ, спец.выпуск, Ош, 2013, с. 142-145.
6. Токтогонов С.А., Иманалиев Т.М., Бурова Е. С., и др. Исследование характеристик солнечного элемента на основе диоксида титана. Научный журнал “Физика” 2013, №3. с.36-40.
7. Токтогонов С.А., Абдыбек к.А. Источник питания на основе солнечного элемента на диоксиде титана для автономных систем связи. Вестник КРСУ, 2016. Том 16, № 1. 116 – 119 стр.

