

DSSC QUYOSH ELEMENTLARINING ISHLASH PRINSPI

*Naimjonov Arslonbek Maxammadjon o`g`li Namangan davlat universiteti,
doktorant
Abdulkarimov Abdulaziz Abdubannayevich Namangan muhandislik texnologiya
instituti. f-m.f.n. PhD
Namozaliyev Afzalbek G`ofurjon o`g`li Namangan davlat universiteti, magistr*

Annotatsiya. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun dye-sensitized solar cells (DSSC) texnologiyasi zamonaviy va istiqbolli yechimlardan biri hisoblanadi. Ushbu tezisdagi DSSC quyosh panellarining ishlash prinsipi, asosiy komponentlari (fotosensibilizator, elektrolit, va elektrod materiallari) va ularning o`zaro ta`sir mexanizmi batafsil yoritib berilgan. Shuningdek, DSSC texnologiyasining energiya konversiyasi samaradorligini oshirish imkoniyatlari va uning afzalliklari, jumladan, arzonligi, moslashuvchanligi va atrof-muhitga zarar yetkazmasligi muhokama qilingan. Mazkur tadqiqot DSSC texnologiyasining kelajakdagi rivojlanishi va amaliy qo`llanilishi bo`yicha yangi yo`nalishlarni ochib beradi.

Kalit so`zlar. DSSC, quyosh panellari, fotosensibilizator, elektrolit, energiya konversiyasi, samaradorlik, foto-qo`zg`alish, valent zo`na.

Annotation:

Dye-sensitized solar cells (DSSC) technology represents one of the modern and promising solutions for the efficient utilization of solar energy. This thesis provides a detailed explanation of the working principle of DSSC solar panels, their main components (photosensitizer, electrolyte, and electrode materials), and their interaction mechanisms. Additionally, the possibilities of improving energy conversion efficiency and the advantages of DSSC technology, including cost-effectiveness, flexibility, and environmental friendliness, are discussed. This study opens up new directions for the future development and practical applications of DSSC technology.

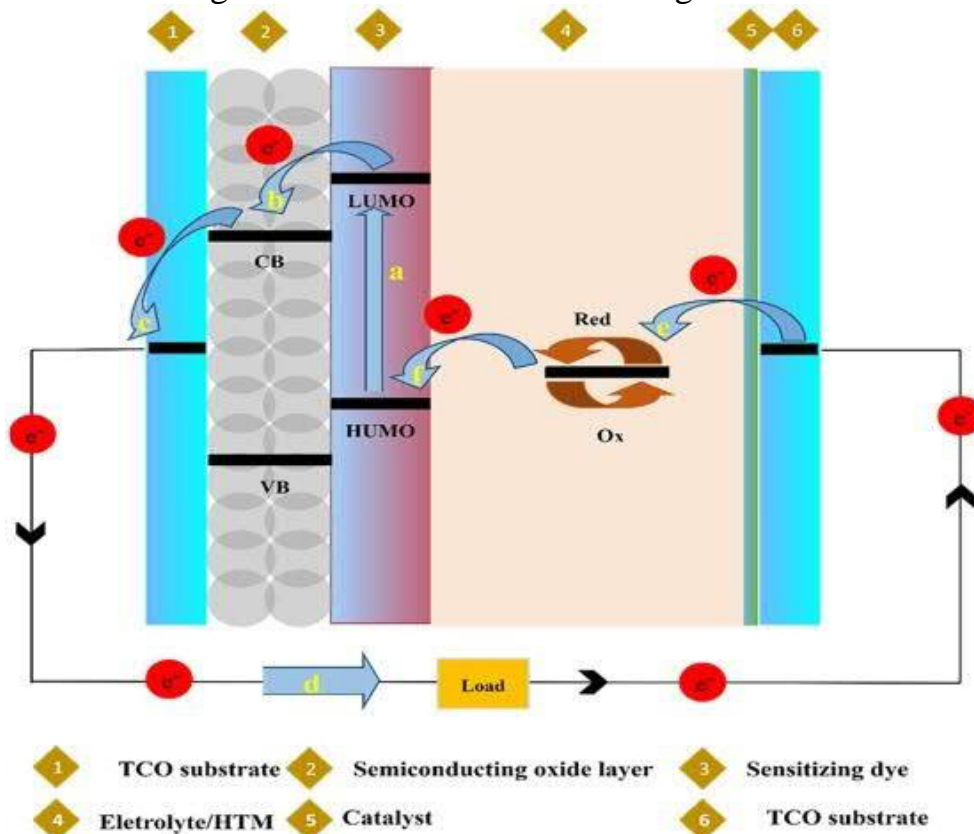
Keywords: DSSC, solar panels, photosensitizer, electrolyte, energy conversion, efficiency, photoexcitation, valence band.

Аннотация:

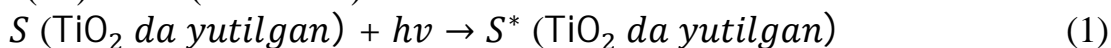
Технология красочно-сенсibilizированных солнечных элементов (DSSC) является одним из современных и перспективных решений для эффективного использования солнечной энергии. В данном тезисе подробно рассмотрены принцип работы солнечных панелей DSSC, их основные компоненты (фотосенсibilizатор, электролит и материалы для электродов) и механизмы их взаимодействия. Также обсуждаются возможности повышения эффективности преобразования энергии и преимущества технологии DSSC, включая низкую стоимость, гибкость и экологичность. Это исследование открывает новые направления для дальнейшего развития и практического применения технологии DSSC.

Ключевые слова: DSSC, солнечные панели, фотосенсибилизатор, электролит, преобразование энергии, эффективность, фотоактивация, валентная зона.

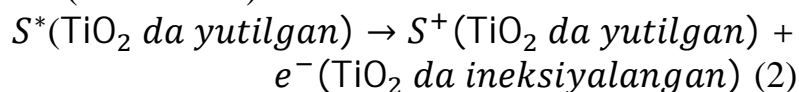
Bo'yoq bilan sezgirashtirilgan quyosh batareyasining ishlash prinsipi to'rt bosqichga asoslanadi: yorug'likni yutish, elektronni in'ektsiya qilish, zaryadni tashish va tok hosil qilish [1]. Asosan, DSSC qurilmasi doimiy kimyoviy o'zgarishsiz quyosh nurlanishidan elektr energiyasini ishlab chiqaradi [2]. Elektron-g'ovak zaryadlarining harakati turli xil aniqlanmagan interfeyslar orqali o'rganiladigan DSSC ning kinetikasi keng va murakkabdir. 1-rasmda ushbu turdagi elementlarning kinetik mexanizmlar ko'rsatilgan.



1-rasm. DSSC ning ishlash diagrammasi. Jarayonlar: (a) foto-qo'zg'alish, (b) in'ektsiya, (c) tashish, (d) o'tkazuvchanlik, (e) diffuziya va (f) regeneratsiya [3]. Ishlash printsipi fazalararo elektron uzatish jarayonlariga asoslangan. Fotoelektrodga nurlanish tushganda, foton ($h\nu$) sensibilizator yoki bo'yoq (S) tomonidan yutiladi va yarimo'tkazgichga biriktiriladi va u o'zining qo'zg'algan holatiga (S^*) o'tadi (1-formula).

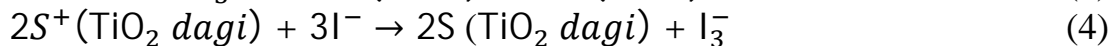


Bo'yoqning qo'zg'aluvchan holatidan (S^*) elektron TiO_2 ning mavjud o'tkazuvchanlik zonasida zaryadsizlanadi yoki inektsiya qilinadi va natijada o'zini S^+ oksidlovchi turga aylantiradi (2 - formula).

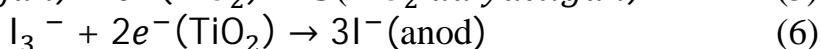
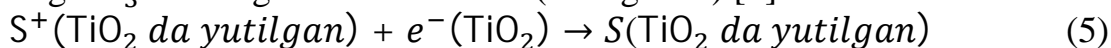


Keyinchalik, elektronlar TiO_2 nanozarrachalarining g'ovakli yarimo'tkazgichli o'zaro bog'langan tarmog'i yordamida TCO qatlamiga o'tadi. TCO qatlamiga kiringandan so'ng, elektronlar iste'molchi orqali qarshi elektrod (katod) ga o'tadi.

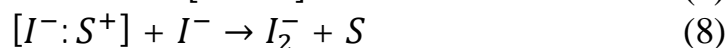
Bu tashilgan elektronlar elektrolitga qo`shilib ketadi va I_3^- ioni I^- ga qaytariladi (3 - formula). I^- hosil bo'lgandan so'ng, bo'yoqni qayta tiklash jarayoni 4 - tenglamada ko'rsatilganidek sodir bo'ladi. Avvalgi S^+ oksidlovchi tur hosil bo'lgan I^- bilan reaksiyaga kirishib, qo'zg'almagan bo'yoq hosil qiladi va yana I_3^- hosil bo'ladi.



Ushbu jarayon davomida rekombinatsiya jarayonlari deb ataladigan samaradorlikning yo'qolishiga olib keladigan kerak bo'lmagan jarayon paydo bo'ladi. TiO_2 ning Valent zo`naliga (conduction zone) ga ineksiya qilingan elektronlar oksidlangan bo'yoqqa (5 tenglama) yoki yarimo'tkazgich yuzasiga yaqin bo'lgan I_3^- ionlariga o'tishi mumkin (6 tenglama) [4].



Bo'yoq kationlariga elektronlarning qaytarilish mexanizmi hali ham muhokama qilinayotgan bo'lsa-da, 4 tenglama quyidagi ketma-ket reaksiyalar bilan yuzaga keladi [5], [6]:

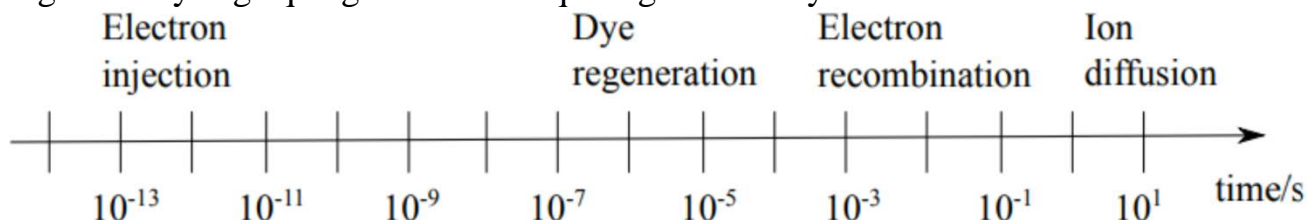


bu erda 7 reaksiya tez, 8 esa sekindir.

Shu joydan boshlab mexanizm juda noaniq va turli yo'llar o'ylab ko'riladi. 8 tenglamaga ko'ra, regeneratsiya reaksiyalari ikkinchi yodid ionining (I^-) $[I^-:S^+]$ kompleksi bilan o'zaro ta'siriga bog'liq [5]. Ammo bu reaksiya sodir bo'lishi uchun bo'yoq tiosiyanat (SCN) ligandini taqdim etishi kerak. Bu ligand mavjud bo'lmaganda, oraliq kompleks noma'lum bo'ladi. Ikkinchi yodid bilan o'zaro ta'sir bo'yoq molekulasidan I_2^- diiodidning disasotsiatsiyasiga olib keladi. Keyinchalik, bu diiodid atom guruxlari nomutanosib bo'lib, yodid va triiodid hosil qiladi (9 tenglama) [6]:



Bularni sodir bo'lishiga quyosh nuri ta'sirida kvazi-Fermi darajasi va elektrolitdagi oksidlanish-qaytarilish juftligining orasidagi potentsiali farqidir. Yaxshi samaradorlikka erishish uchun in'ektsiya (2 tenglama) va regeneratsiya (4 tenglama) jarayonlari (oldinga reaksiyalar) rekombinatsiya jarayonlariga nisbatan kinetik jihatdan qulay bo'lishi kerak. 2-rasmda turli jarayonlar va vaqt shkalalari ko'rsatilgan. DSSC kontseptsiyasi fotoelektron rekombinatsiyasi bo'yoq regeneratsiyasiga qaraganda sekinroq bo'lganda ishlaydi.



2-rasm. DSSCdagi turli jarayonlarning vaqt shkalasi

DSSC larning ishlash mexanizmidagi yana bir muhim jarayon bu sensibilizator tomonidan yorug'likning yutilishidir. Bo'yoq quyosh yutganda, elektron eng yuqori ishg'ol qilingan molekulyar orbital (HOMO) darajasidan eng past bo'sh bo'lmagan molekulyar orbital (LUMO) darajasiga qo'zg'aladi. Ko'rib chiqilishi kerak bo'lgan muhim nuqta - elektron uzatishni ta'minlash uchun bo'yoqning ushbu orbitallari va yarimo'tkazgichning energiya tasmasi o'rtasidagi nisbiy pozitsiyadir [7].

Xulosa.

DSSC texnologiyasi quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda istiqbolli yechimlardan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya arzon xomashyo, oson ishlab chiqarish jarayoni va ekologik xavfsizligi tufayli an'anaviy kremniy asosidagi quyosh panellariga nisbatan muqobil sifatida ajralib turadi. DSSC panellarining asosiy afzalliklari, jumladan, moslashuvchanlik va past nur sharoitida ham samarali ishlashi, ularning turli sohalarda keng qo'llanilish imkoniyatini ta'minlaydi. Shu bilan birga, DSSC samaradorligini oshirish uchun fotosensibilizatorlar, elektrolitlar va elektroda materiallarini yanada takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlarni davom ettirish zarur. Ushbu texnologiyaning rivojlanishi energiya muammolariga barqaror yechim yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1] K. Sharma, V. Sharma, and S. S. Sharma, "Dye-Sensitized Solar Cells: Fundamentals and Current Status," *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 13, no. 1, pp. 1-46, Nov. 2018, doi: 10.1186/s11671-018-2760-6.
- [2] M. Grätzel, "Photovoltaic performance and long-term stability of dye-sensitized mesoscopic solar cells," *Comptes Rendus Chim.*, vol. 9, no. 5-6, pp. 578-583, May 2006, doi: 10.1016/j.crci.2005.06.037.
- [3] N. Tomar, A. Agrawal, V. S. Dhaka, and P. K. Surolia, "Ruthenium complexes based dye sensitized solar cells: Fundamentals and research trends," *Solar Energy*, vol. 207. Pergamon, pp. 59-76, Sep. 01, 2020, doi: 10.1016/j.solener.2020.06.060.
- [4] M. K. Nazeeruddin, E. Baranoff, and M. Grätzel, "Dye-sensitized solar cells: A brief overview," *Sol. Energy*, vol. 85, no. 6, pp. 1172-1178, Jun. 2011, doi: 10.1016/j.solener.2011.01.018.
- [5] †, ‡ John N. Clifford, †, § Emilio Palomares, | Md. K. Nazeeruddin, | and M. Grätzel, and † James R. Durrant*, "Dye Dependent Regeneration Dynamics in Dye Sensitized Nanocrystalline Solar Cells: Evidence for the Formation of a Ruthenium Bipyridyl Cation/Iodide Intermediate," *J. Phys. Chem. C*, vol. 111, no. 17, pp. 6561-6567, May 2007, doi: 10.1021/JP067458T.
- [6] G. Boschloo and A. Hagfeldt, "Characteristics of the Iodide/Triiodide Redox Mediator in Dye-Sensitized Solar Cells," *Acc. Chem. Res.*, vol. 42, no. 11, pp. 1819-1826, Nov. 2009, doi: 10.1021/AR900138M.
- [7] M. Grätzel, "Recent advances in sensitized mesoscopic solar cells," *Acc. Chem. Res.*, vol. 42, no. 11, pp. 1788-1798, Nov. 2009, doi: 10.1021/ar900141y.