



ISSN: 3060-4613



MAKTABGACHA
VA MAKTAB
TA'LIMI VAZIRLIGI



O'zbekiston
Milliy Pedagogika
Universiteti



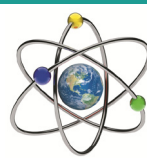
No9(1)
2026

- 13.00.00 Pedagogika fanlari
- 13.00.01 Pedagogika nazariyasi. Pedagogik ta'limotlar tarixi
- 13.00.02 Ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (sohalar bo'yicha)
- 13.00.03 Maxsus pedagogika
- 13.00.04 Jismoniy tarbiya va sport mashg'ulotlari nazariyasi va metodikasi
- 13.00.05 Kasb-hunar ta'limi nazariyasi va metodikasi
- 13.00.06 Elektron ta'lim nazariyasi va metodikasi (ta'lim sohaları va bosqichlari bo'yicha)
- 13.00.07 Ta'limda menejment
- 13.00.08 Maktabgacha ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi
- 13.00.09 Ijtimoiy pedagogika
- 07.00.00 Tarix fanlari
- 19.00.00 Psixologiya fanlari
- 01.00.00 Fizika-matematika fanlari
- 02.00.00 Kimyo fanlari
- 03.00.00 Biologiya fanlari
- 09.00.00 Falsafa fanlari
- 10.00.00 Filologiya fanlari
- 11.00.00 Geografiya fanlari

M

MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI

Pedagogika, psixologiya fanlariga ixtisoslashgan ilmiy jurnal



MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI



Elektron nashr. 88 sahifa,
2-sentyabr, 2026-yil.

BOSH MUHARRIR:

Karimova E'zoza Gapirjanovna – O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vaziri

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI:

Ibragimova Gulsanam Ne'matovna – Pedagogika fanlari doktori, professor

TAHRIRIYAT KENGASHI A'ZOLARI

Ibragimov X.I. – pedagogika fanlari doktori, akademik
Shoumarov G'.B. – psixologiya fanlari doktori, akademik
Qirg'izboyev A.K. – Tarix fanlari doktori, professor
Jamoldinova O.R. – pedagogika fanlari doktori, professor
Sharipov Sh.S. – pedagogika fanlari doktori, professor
Shermuhhammadov B.Sh. – pedagogika fanlari doktori, professor
Ma'murov B.B. – pedagogika fanlari doktori, professor
Madraximova F.R. – pedagogika fanlari doktori, professor
Kalonov M.B. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nabiyev D.X. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Qo'ldoshev Q. M. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Ikramxanova F.I. – filologiya fanlari doktori, professor
Ismagilova F.S. – psixologiya fanlari doktori, professor (Rossiya)
Stoyuxina N.Yu. – psixologiya fanlari nomzodi, dotsent (Rossiya)
Magauova A.S. – pedagogika fanlari doktori, professor (Qozog'iston)
Rejep O'zyurek – psixologiya fanlari doktori, professor (Turkiya)
Woosyu Cha – Koreya milliy ta'lim universiteti rektori (Koreya)
Polonnikov A.A. – psixologiya fanlari nomzodi, dotsent (Belarus)
Mizayeva F. O. – Pedagogika fanlari doktori, dotsent
Baybayeva M.X. – pedagogika fanlari doktori, professor
Muxsiyeva A.T. – pedagogika fanlari doktori, professor
Aliyev B. – falsafa fanlari doktori, professor
Abdullayeva N. Sh. – Pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
Doniyorov S. M. – "Yangi O'zbekiston" va "Pravda Vostoka" gazetalari tahririyati DM bosh muharriri, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan jurnalist, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
G'afurov D. O. – falsafa fanlari doktori (PhD)
Shomurodov R.T. – iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Mirzayeva F. O. – pedagogika fanlari doktori (DSc), dotsent
Jalilova S.X. – psixologiya fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Bafayev M.M. – psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Usmonova D.I. – Samarqand iqtisodiyot va servis institute dotsenti
Saifnazarov I. – falsafa fanlari doktori, professor
Nematov Sh.E. – pedagogika fanlari nomzodi (PhD)
Tillashayxova X.A. – psixologiya fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Yuldasheva F.I. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Yuldasheva D.B. – filologiya fanlari bo'yicha falsafa (PhD) doktori, dotsent
Tangriyev A. T. – Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti kafedra professori
Ashurov R. R. – psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Panjiyev M. A. – Qashqadaryo viloyati Maktabgacha va maktab ta'limi boshqarmasi boshlig'ining birinchi o'rinbosari
Xudayberganov N. A. – Xorazm Ma'mun akademiyasi Tabiiy fanlar bo'limining katta ilmiy xodimi, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Vaxobov Anvar Abdusattor o'g'li – Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz: O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vazirligi, O'zbekiston milliy pedagogika universiteti

EDITOR-IN-CHIEF:

Karimova E'zoza Gapirzhanovna – Minister of Perschool and School Education of the Republic of Uzbekistan

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Ibragimova Gulsanam Ne'matovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Ibragimov X.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Academician

Shoumarov G'. B. – Doctor of Psychological Sciences, Academician

Qirg'izboyev A. K. – Doctor of Historical Sciences, Professor

Jamoldinova O.R. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Sharipov Sh.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Shermuhhammadov B.Sh. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Ma'murov B.B. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Madraximova F.R. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Kalonov M.B. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Nabiyev D.X. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Koldoshev K. M. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Ikramxanova F.I. – Doctor of Philological Sciences, Professor

Ismagilova F.S. – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia)

Stoyuxina N.Yu. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor (Russia)

Magauova A.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Rejep O'zyurek – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Turkey)

Wookyu Cha – President of the National University of Education, Korea (South Korea)

Polonnikov A.A. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor (Belarus)

Mizayeva F. O. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Baybayeva M.X. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Muxsiyeva A.T. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Aliyev B. – Doctor of philosophy, professor

Abdullayeva N. Sh. – Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Professor

Doniyorov S. M. – Editor-in-Chief of the DM Editorial Office of the newspapers “Yangi O'zbekiston” and “Pravda Vostoka”, Honored Journalist of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Philosophy (PhD) in Philology, Associate Professor

Gafurov D. O. – Doctor of Philosophy (PhD)

Shomurodov R.T. – Candidate of Economic Sciences (PhD), Associate Professor

Mirzayeva F. O. – Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Associate Professor

Jalilova S.X. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Bafayev M.M. – Doctor of Philosophy in Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Usmonova D.I. – Associate Professor, Samarkand Institute of Economics and Service

Saifnazarov I. – Doctor of philosophy, professor

Nematov Sh.E. – Candidate of Pedagogical Sciences (PhD)

Tillashayxova X.A. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Yuldasheva F.I. – Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences (PhD), Associate Professor

Yuldasheva D.B. – Doctor of Philosophy (PhD) in Philological Sciences, Associate Professor

Tangriyev A.T. – is a professor of Tashkent State University of Economics

Ashurov R. R. – Doctor of Philosophy (PhD) in Psychology, Associate Professor

Panjiyev M. A. – First Deputy Head of the Department of Preschool and School Education of the Kashkadarya Region

Khudaiberganov N. A. – Senior Researcher of the Department of Natural Sciences of the Khorezm Mamun

Academy, Doctor of Philosophy (PhD) in Biological Sciences

Vakhobov Anvar Abdusattor oğlu – Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Associate Professor

“Maktabgacha va maktab ta'limi” jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining quyidagi qarorlariga asosan pedagogika va psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) hamda fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiyalaridagi asosiy ilmiy natijalarni chop etish uchun milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan:

Pedagogika fanlari bo'yicha: OAK Kengashi tavsiyasi (26.08.2024-y., №11-05-4381/01) asosida:

- Ekspert kengashi (29.10.2024-y., №10)
- Rayosat qarori (31.10.2024-y., №363/5)

Psixologiya fanlari bo'yicha: Toshkent davlat pedagogika universiteti murojaatiga asosan OAK tavsiyasi (24.04.2025-y., №11-05-2566/01):

- Ekspert kengashi (25.05.2025-y., №10)
- Rayosat qarori (08.05.2025-y., №370/5)

“Maktabgacha va maktab ta'limi”
jurnali

26.09.2023-yildan

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot
va ommaviy kommunikatsiyalar
agentligi tomonidan **№C-5669363**
reyestr raqami tartibi bo'yicha
ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: **№136361**

MUNDARIJA

O'smirlarda hissiy bezovtalikning psixologik determinantlari sifatida o'z-o'zini baholash va o'ziga munosabat xususiyatlari.....	10
Ibraymova Altinay Esemuratovna	
Bo'lajak pedagoglar shaxsiyatida ksenofobiya xavfi: kasbiy deformatsiya omillari va uning pedagogik faoliyatga ta'siri	16
Abdiraximova Dildora Begimkulovna	
Biologiya ta'limida sun'iy intellektdan foydalanish: didaktik imkoniyatlar, muammolar va metodik yechimlar	20
Raxmatov Uchkun Ergashevich	
Talabalarda mediasavodxonlik va tanqidiy fikrlash o'rtasidagi psixologik bog'liqlik.....	28
Adizova Muxabbat Muxitdinovna	
Oliy ta'lim rahbar-kadrlarida stressogen vaziyatlarni boshqarishning pedagogik-psixologik o'ziga xos jihatlari	32
Sultonov Mansur G'aniyevich	
Boshlang'ich ta'limda individual yondashuv orqali o'quvchilarning ta'lim natijalarini yaxshilash	37
Latipova Ma'rifat Salohiddin qizi, Bo'tayeva Saodat Xudoyor qizi	
Bo'lajak o'qituvchilarning raqamli resurs bazasini yaratish kompetensiyasi: tuzilma va mezonlar.....	41
Qo'qonboyeva Durdona Faxriddin qizi	
Biologiyani o'qitishda zamonaviy ta'lim metodlari.....	44
Joldasbayeva Gulchexra Maksetbayevna	
Organik fotoelementlarning moslashuvchanligini oshirish.....	49
Jalolova Pokiza Muzaffarovna	
Dzyudo sport turida texnik tayyorgarlikni takomillashtirishda maxsus mashqlardan foydalanish samaradorligi.....	54
Ko'palov Sanjar Ulug'bekovich	
Interactive Methods for Developing Sociolinguistic Competence in Higher Education	59
Baxramova Diyora Sanjar qizi	
Texnika yo'nalishi talabalarini ishlab chiqarish muhitiga tayyorlashda CDIO va sanoat korxonalari hamkorligining pedagogik imkoniyatlari	66
Gaffarov Xasan Ravshanovich	
Onkologik bemorlarga tashxisni bildirish madaniyati va uning psixologik oqibatlari (O'zbekiston misolida)...	70
Jonpo'lotova Manzura Jahonovna	
Malaka oshirish jarayonida rahbar-kadrlarning SOFT-kompetensiyalarini rivojlantirish samaradorligi.....	75
Axrorova Umida Xamidullayevna	
Refleksiv ta'lim muhitida o'z-o'zini baholash ko'nikmalarini rivojlantirishning didaktik parametrlari tizimi	81
Sadikova Shaxnoza Ulug'bek qizi	



ORGANIK FOTOELEMENTLARNING MOSLASHUVCHANLIGINI OSHIRISH

UO'K 640:372.853(575.1)

Jalolova Pokiza Muzaffarovna

Shahrisabz davlat pedagogika instituti professori, p.f.d. (DSc), professor

ORCID: 0009-0000-5550-8272

Annotatsiya: Maqolada organik fotoelementlarning mukammal mexanik moslashuvchanligini oshirish uslublari yoritilgan. Plyonkali polimer fotoelement tizimlarining mexanik barqarorligini oshirishga qaratilgan joriy strategiyalar keltirilgan, bu PM6-ga asoslangan tizimlardan foydalangan holda tegishli misollar tanlash orqali ko'rsatilgan. Cho'ziluvchanlikni yaxshilash uchun uchinchi komponentlarni, jumladan, yangi polimer donorlari/akseptorlari va izolyatsiyalangan polimerlarni joriy qilishning umumiy uslublari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: polimer, PM6, donor, akseptor, izolyatsiya, fotoelement, mexanik moslashuvchanlik.

Abstract: The article discusses methods for improving the excellent mechanical flexibility of organic solar cells (OSCs). Current strategies aimed at enhancing the mechanical stability of thin-film polymer solar cell systems are presented, as demonstrated through the selection of relevant examples using PM6-based systems. General approaches to introducing third components, including new polymer donors/acceptors and insulating polymers, to improve stretchability are examined.

Key words: polymer, PM6, donor, acceptor, insulation, solar cell, mechanical flexibility.

Аннотация: В статье основное внимание уделяется методам повышения превосходной механической гибкости органических фотоэлементов (OSC). В этой статье представлено полное исследование текущих стратегий, направленных на повышение механической стабильности тонкопленочных полимерных фотоэлементных систем, о чем свидетельствует выбор соответствующих примеров с использованием систем на основе PM6. Сначала мы исследуем третичные компоненты для улучшения эластичности, включая новых доноров/акцепторов полимеров и общую стратегию внедрения изолированных полимеров.

Ключевые слова: полимер, PM6, донор, акцептор, изоляция, фотоэлемент, механическая гибкость.

KIRISH

Tez rivojlanayotgan taqiladigan (kiyiladigan) elektronika sohasida moslashuvchan organik quyosh batareyalari (OSC) mukammal mexanik moslashuvchanlikka ega materiallarni talab qiladigan portativ quvvat manbalari uchun istiqbolli nomzodlar sifatida paydo bo'ldi, bu esa yuqori mexanik moslashuvchanlikka ega materiallarni talab qiladi. Biroq PM6 kabi yuqori samarali fotoelement polimerlarning konfiguratsiyalangan magistrallarining o'ziga xos qattiqligi muammo hisoblanadi, chunki bu fotoelement plyonkalarni mexanik kuchlanish ostida ishdan chiqishga moyil qiladi. Shu sababli ushbu plyonkalarining mexanik xususiyatlarini yaxshilash cho'ziluvchan fotoelement texnologiyalarni rivojlantirish uchun muhim tadqiqot yo'nalishi hisoblanadi.

Mexanik xossalarni yaxshilash esa, odatda, fotoaktiv aralash plyonkalar mikromorfologiyasini modulyatsiya qilish yoki materiallarning ichki cho'ziluvchanligini oshirish orqali amalga oshiriladi. Strukturaviy xususiyatlar bilan material xossalari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish ushbu mexanik xossalarni optimallashtirish va qurilmaning cho'ziluvchanligi bilan samaradorligi o'rtasida muvozanatga erishish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shu maqsadda tadqiqotchilar yuqori elektr va mexanik xossalarga ega bo'lgan fotoelektrik plyonkalarni yaratish uchun turli xil strategiyalarni ishlab chiqdilar.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Organik fotoelementlarning mexanik moslashuvchanligi va samaradorligini oshirish masalalari bo'yicha xorijiy tadqiqotchilar tomonidan qator ilmiy izlanishlar olib borilgan.

Jumladan, J.S. Park, G.U. Kim, S. Lee va boshqalar cho'ziluvchan organik quyosh elementlari uchun materiallarni loyihalash hamda qurilmalarni ishlab chiqarish strategiyalarini o'rgangan ^[1].

J. Qin, L. Lan, S. Chen va boshqalar moslashuvchan va cho'ziluvchan organik quyosh elementlarini rivojlantirish sohasidagi so'nggi yutuqlarni tahlil qilgan ^[2].

Y. Li, G. Xu, C. Cui va boshqalar esa moslashuvchan va yarim shaffof organik quyosh elementlarining xususiyatlarini tadqiq etgan ^[3].

Shuningdek, C. Lee, S. Lee, G.U. Kim va boshqa tadqiqotchilar to'liq polimerli quyosh elementlarining rivojlanishi, ularni loyihalash tamoyillari va istiqbollarini o'rgangan ^[4].

C. Xie va hammualiflar tomonidan moslashuvchan organik quyosh elementlarining mexanik mustahkamligini oshirish ^[5], shuningdek, yuqori samaradorlikka ega moslashuvchan fotoelementlarni yaratish masalalari tadqiq qilingan ^[6].

S. Huang, C. Qian, X. Liu va boshqalarning ilmiy ishlarida esa moslashuvchan quyosh elementlarining zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari umumlashtirilgan ^[7].

Mazkur tadqiqotlardan farqli ravishda, ushbu maqolada PM6 asosidagi organik fotoelementlarning mexanik moslashuvchanligini oshirishga alohida e'tibor qaratilib, fotoaktiv plyonkalarining mexanik xossalarini yaxshilash, uchinchi komponentlarni kiritish, polimer donor va akseptorlardan foydalanish hamda strukturaviy modifikatsiya strategiyalarining imkoniyatlari tahlil qilinadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Energetika va atrof-muhit muammolari zamonaviy jamiyatning asosiy muammolari bo'lib, qayta tiklanadigan energiya manbalariga bo'lgan talabni qondirish uchun quyosh batareyasi texnologiyalarining jadal rivojlanishiga turtki beradi. Organik fotoelementlar (OSC) bu sohada inqilobiy texnologiya bo'lib, yengil vazn, shaffoflik, ekologik tozalik, moslashuvchanlik va hatto plastiklik kabi muhim afzalliklarni taqdim etadi ^[1].

Moslashuvchan va olib yurishga qulay (1c, d-rasm). Zaryadlanish jarayoni fotoelement bo'lishi muhim. Sezilarli darajada o'sishiga qaramasdan, eng moslashuvchan elektron qurilmalar hali ham moslashuvchan bo'lmagan quvvat manbalariga tayanadi, buning birinchi sababi moslashuvchan alternativlarni ishlab chiqishdagi qiyinchiliklar tufaylidir. So'nggi yutuqlar OSCning quvvatni konversiyalash samaradorligini (PCE) taxminan 20% ga oshirdi ^[2, B. 114].

TAHLIL VA NATIJALAR

Bugungi kunda foydalanilayotgan fotoelementlar ko'pincha yomon cho'zilish qobiliyatini namoyish etadi, ajratishdagi deformatsiya odatda 8% dan past va yuqori modulli hisoblanadi. Bu muammolar o'sib borishining sababi, faol qatlamdagi polimer donorlar (PDLar) va akseptorlar odatda donor-akseptor birliklarining navbatma-navbat joylashgan zanjirlariga ega bo'ladi ^[3].

Ushbu tuzilma molekula ichidagi zaryad tashilishini kuchaytiradi va yutilish spektrini kengaytiradi, bu esa yuqori fotoelement samaradorlik uchun muhimdir. Ammo konfiguratsiyalangan asos zanjirining qattiqligi materialning mo'rtligiga olib keladi va bu holat cho'zilish jarayonida yupqa plyonkalarining mexanik moslashuvchanligini cheklaydi. Faol qatlam cho'zilish vaqtida, ayniqsa, donor va akseptor interfeysida yuzaga keladigan nuqsonlar joyida kuchlanishning yuqori konsentratsiyasiga moyil bo'ladi ^[4].

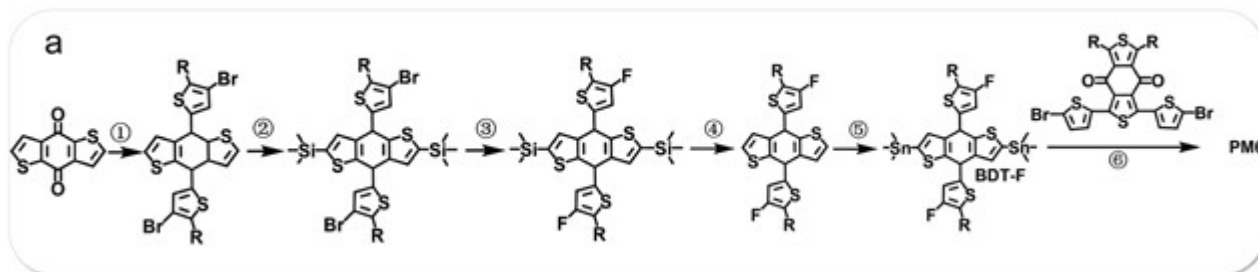
Bundan tashqari, plyonkaning cho'zilishga nisbatan fizik xususiyatlari uning kristallanish darajasi va molekularning qanday joylashganligiga bog'liq. Haddan tashqari kristallanish va qoniqarsiz molekulyar joylashuv plyonkaning yorilishi va yorilishning tez tarqalishiga olib kelishi mumkin ^[5].

Organik quyosh elementlarining (OQE) mexanik xossalari, jumladan, elastiklik moduli hamda yorilish boshlanishi cho'zilmasi (COS) yoki to'liq yorilish cho'zilmasi, ularning egiluvchan elektronika uchun yaroqliligini belgilovchi muhim omillardir. Yuqori darajadagi mexanik mustahkamlik fotoelektrik plyonkalarga sezilarli darajadagi deformatsiyalarga bardosh berishga imkon beradi, bu esa qurilmaning yaroqlilik muddati va ishonchligini oshiradi. Ushbu muammolarni hal qilish uchun inson terisining elastiklik moduliga mos keluvchi va katta deformatsiyalar ostida egilish hamda cho'zilishga bardosh bera oladigan cho'ziluvchan fotoelektrik plyonkalarni ishlab chiqish zarurati keskin darajada sezilmoqda ^[6].

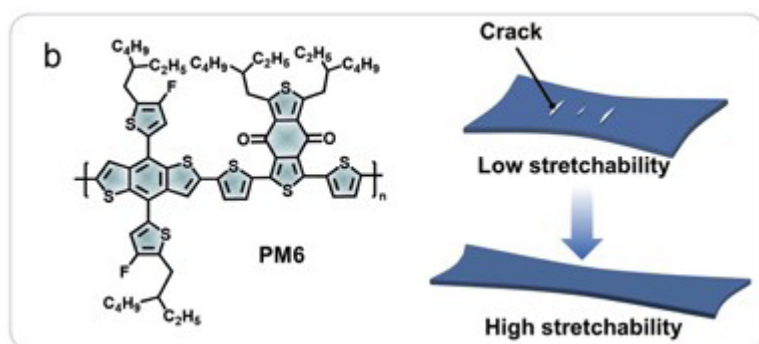
Shu maqsadda tadqiqotchilar yuqori elektr va mexanik xossalarga ega bo'lgan fotoelektrik plyonkalarni olish uchun turli strategiyalarni ishlab chiqdilar. Ushbu strategiyalar, odatda, fizikaviy aralashtirish va strukturaviy modifikatsiyani o'z ichiga oladi. Bu strategiyalar, odatda, fizikaviy aralashtirish va struktura modifikatsiyasini o'z ichiga oladi. Mexanik xossalarni yaxshilash esa, fotoaktiv aralash plyonkalar mikroskopik morfologi-



yasini modulyatsiya qilish yoki materiallarning ichki cho'ziluvchanligini oshirish orqali amalga oshiriladi. Strukturaliy tuzilma bilan material xossalari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish - ushbu mexanik xususiyatlarni optimallashtirish va qurilmaning cho'ziluvchanligi hamda samaradorligi o'rtasida muvozanatga erishish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. O'rganilgan turli materiallar orasida PM6, shuningdek, PBDB-TF nomi bilan ham tanilgan istiqbolli donor polimer sifatida ajralib turadi ^[7] (1-rasm).



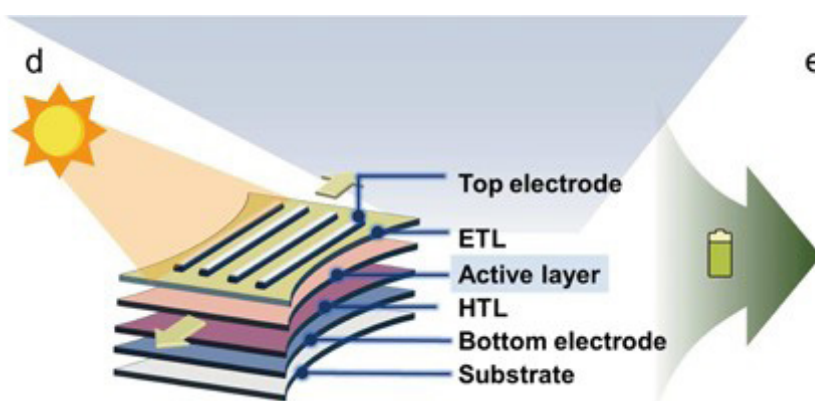
1-rasm: (a) BDT-F va PM6 monomerlarini sintez qilish yo'llari keltirilgan.



1-rasm: (b) PM6 ning kimyoviy formulasi va uni ichki cho'zilish qobiliyati bilan ta'minlash muammosining murakkabligi, PM6 qattiq plyonkasi uchun kiyiladigan quyosh batareyalarida qo'llash uchun.

- 1 Incorporation of third component
 - a. Dual donor
 - b. Dual acceptor
 - c. Insulating polymer
- 2 Structure modifications of PM6
 - a. Backbone modification
 - b. Molecular weight modulation
 - c. Crosslinking
- 3 Mechanical model predictions

1-rasm: (c) PM6 asosidagi fotofaol qatlamning mexanik xususiyatlarini yaxshilash strategiyalari



1-rasm: (d) Is-OSC ning sxematik diagrammasi



1-rasm: (e) Is-OSCs dastur imkoniyatlari

Uning a'lo darajadagi optoelektron xossalari hamda turli kichik molekularli akseptorlar (SMA) va polimer akseptorlari (PA) bilan yuqori darajadagi mosligi PM6 ni organik quyosh elementlari (OQE) uchun eng maqbul tanlovga aylantiradi. PM6 - donor-akseptor tipidagi polimer donordir (PD), unda benzoditiofen (BDT) donor komponenti, tiofen π -ko'prik elementi va benzoditiofen-4,8-dion (BDD) esa akseptor birligi sifatida xizmat qiladi (1a-rasm) ^[7].

PM6 polimeridagi ftorlanish uning har ikkala energetik darajasini samarali ravishda pasaytiradi, shu bilan birga optik taqiqlangan zona (bandgap)ga deyarli ta'sir qilmaydi. Ftorsiz hosilalarga nisbatan PM6 shunga o'xshash optik taqiqlangan zonani ($\sim 1,80$ eV) saqlab qolgan holda, yuqoriroq egallangan molekulyar orbital (HOMO) darajasini $-5,45$ eV gacha chuqurlashtiradi, bu esa yuqori ochiq kontur kuchlanishi (V_{OC})

sub>) uchun qulay hisoblanadi. 2015-yilda Hou guruhi tomonidan dastlab sintez qilingandan beri ^[8], PM6 o'zining yuqori kristallanish darajasi va tekis molekulyar joylashuvi tufayli katta e'tiborni jalb qilmoqda, bu esa uning fotoelektrik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Yuqori samarali organik quyosh elementlarida (OQE) keng qo'llaniladigan PM6 partiyalarining o'rtacha raqamli molekulyar massasi, odatda, 60 kg/mol dan past bo'ladi. PM6 tarkibidagi birikkan aromatik halqalar (ya'ni, yadro birikmalari) zaryad tashuvchilarning yuqori harakatchanligini ta'minlashi bilan birga, materialga qattiqlik ham bag'ishlaydi, bu esa polimer zanjirlarining mexanik kuchlanish ta'sirida deformatsiyalanish qobiliyatini cheklaydi. Natijada, material mo'rtlikka moyil bo'lib qoladi va yorilish boshlanish cho'zilmasi (COS) 10% dan oshmaydi. Ushbu masalalar nuqtai nazaridan, mazkur tahliliy maqolada PM6 asosidagi fotoelektrik plyonkalar sohasidagi so'nggi yutuqlarga e'tibor qaratiladi hamda ularning yupqa plyonka holatidagi mexanik xususiyatlari bilan bog'liq strategiyalar va muammolarga oid batafsil tahlil taqdim etiladi (1b-rasm) ^[9]. Biz fotoelektrik polimerlarning mexanik xatti-harakatlariga oid polimer fizikasi bo'yicha mavjud ma'lumotlarni ko'rib chiqdik.

Organometall perovskitning uch o'lchovli tuzilishiga turli noorganik komponentlarning kiritilishi uning elektron xususiyatlarini o'zgartirishga imkon beradi, organik kationlarning organometall tizimlarning elektron funktsionalligiga qo'shgan hissasi bilvosita bo'lib qoladi. Organik va noorganik komponentlar birikmalarining xilma-xilligi sozlanishi mumkin bo'lgan yarimo'tkazgich xususiyatlariga ega bo'lgan materiallarni yaratish uchun keng istiqbollarni ochib beradi, molekulyar funktsionallashtirish va zaryad tashuvchisi darajasi va qo'zg'alishlarini yaxshilash uchun yangi imkoniyatlar beradi. Fazoviy taqsimotni, elektron tashuvchilarning xarakteristikalarini va optik qo'zg'alishlarni maqsadli boshqarish materiallarning xususiyatlarini keng ko'lamli ilovalarda ishlatish uchun moslashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, turli o'lchamlarga ega qatlamli tuzilmalar va ikki o'lchovli perovskitlarning rivojlanishi sozlanishi xususiyatlarni yaxshilashga yordam beradi ^[10].

Tahlilni fizikaviy aralashtirish strategiyasi bilan boshlaymiz - bu yondashuv PM6 asosidagi aralashmalarga uchinchi komponent, masalan, konfiguratsiyalangan yoki izolyatsion polimerlarni integratsiya qilishni nazarda tutadi. Ushbu yondashuvning maqsadi - morfologiyani nozik boshqarish orqali fotoelektrik plyonkalarining ichki cho'ziluvchanligini oshirishdan iborat. Biz ushbu uchinchi komponentlarning PM6 bilan qanday o'zaro ta'sirlashishini, ular plyonkalarining umumiy xususiyatlariga qanday ta'sir ko'rsatishini hamda cho'ziluvchanlik va mexanik kuchlanishlarga bardoshlilikning oshishiga qanday hissa qo'shishini o'rganamiz. Shu bilan birga, biz PM6 polimerining asosiy zanjiriga xos bo'lgan qattiqlik muammosini bartaraf etishga qaratilgan turli strukturaviy modifikatsiya misollarini ham ko'rib chiqamiz. Bu yerda biz PM6 asosidagi plyonkalar strukturasi-dagi o'zgarishlar mexanik xossalarning sezilarli darajada yaxshilanishiga olib kelishi mumkinligini ko'rsatgan so'nggi tadqiqotlar natijalari va aniq misollarini batafsil tahlil qilamiz. Bu esa mazkur materiallarning cho'ziluvchan materiallar sifatida qo'llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Bundan tashqari, biz har xil tarkibdagi aralash plyonkalarining mexanik xossalarini baholash uchun ishlab chiqilgan taxminiy modellar bo'yicha ham batafsil tahlil taqdim etamiz. Ushbu modellar imkoniyatlari va cheklovlarini tushunish orqali tadqiqotchilar materiallar va dizayn strategiyalarini yanada aniqroq moslashtirish imkoniga ega bo'lib, optimal cho'ziluvchanlik va qurilma samaradorligiga erishishlari mumkin ^[11].

Nihoyat, biz hal etilmagan asosiy muammolarni aniqlaymiz va ichki cho'ziluvchanlik hamda yuqori samaradorlikka erishish yo'lida bu to'siqlarni bartaraf etish bo'yicha mumkin bo'lgan yechimlarni taklif qilamiz. PM6 ni asosiy model tizimi sifatida tanlab, ushbu tahliliy sharh materialshunoslik, strukturaviy dizayn va bashoratli modellashtirish yo'nalishlari bo'yicha bilimlarni integratsiya qilgan holda olib yurishga yoki kiyishga qulay fotoelement sohasini rivojlantirishga intilayotgan tadqiqotchilar uchun mukammal ma'lumot manbai bo'lib xizmat qiladi ^[12].

Fotoelementlarni kiyishga yoki moslashuvchanligini oshirish uchun bukilish imkoniyatini oshiruvchi uchinchi komponentni kiritish - bu aktiv qatlam plyonkasining ham mexanik, ham fotoelektrik xossalarini yaxshilash uchun samarali va keng qo'llaniladigan strategiyalardan biridir. Kirish bo'limida ta'kidlanganidek, kichik molekulyali akseptorlar (SMA) sohasidagi yutuqlar PM6 asosidagi organik quyosh elementlarining (OSC) fotoelektrik konversiya samaradorligini (PCE) 20% gacha oshirishga imkon berdi. Biroq SMA odatda tekis (plannar) tuzilishga ega bo'lib, bu π - π o'zaro ta'sirlarni kuchaytiradi - bu zaryad tashilishi uchun foydali, ammo cho'ziluvchanlik uchun salbiy ta'sirga ega ^[9, 10]. Masalan, konfiguratsiyalangan polimerlarni E guruhi ^[13] PM6 aralashmasiga PC71BM qo'shish orqali PEC 16,7% va COS 9,3% ga erishilganini namoyish etdi. Bu natijalar molekulyar tartib, orientatsion tekstura va fazaviy ajralishni modulyatsiya qilish orqali amalga oshirildi.

Shu bilan birga, aralashmaning mexanik xossalari kichik molekularlarning qattiqligi sababli umidvor emas. So'nggi paytlarda donor polimerlar (PD) va akseptor polimerlar (PA) katta e'tibor qozonmoqda ^[14]. PD yoki PA asosidagi fotoelektrik plyonkalar o'zining o'ralgan molekulyar zanjirlari tufayli a'lo darajadagi cho'ziluvchanlikni ko'rsatadi, bu esa ularning mexanik mustahkamligini oshirishga yordam beradi.

Konfiguratsiyalangan polimerlarni kiritish fotoelementlarning moslashuvchanligini oshiruvchi uchinchi aralashma sifatida yuqori samarador. Bu esa kiyish hamda olib yurish imkoniyatiga ega fotoelement mavjud sumka, saholarda kiyiluvchi fotoelement ko'ylak hamda boshqa buyumlarni ishlab chiqarish imkonini beradi ^[14].



Ko'pgina afzalliklarga qaramay, organometall perovskitlar namlik, issiqlik, oksidlanish va kuchli yorug'lik sharoitida ularning beqarorligi bilan bog'liq qiyinchiliklarga duch kelishadi. Suv molekulari perovskit tuzilishiga osongina kirib, oraliq gidratlarni hosil qiladi va organik kationlar bilan o'zaro ta'sir qiladi, bu ularning issiqlik va elektr maydoniga zaifligini oshiradi. Shuningdek, organometall perovskitlar kislorod ta'sirida parchalanishga moyil bo'lib, kuchli yorug'lik ionlarning ajralib chiqishiga yordam beradi va strukturaning barqarorligiga salbiy ta'sir qiladi. Issiqlik ostida ionlarning harakatchanligi va barqarorligi bilan bog'liq muammolar barqarorlashtirish usullarini yanada tadqiq qilish va ishlab chiqishni talab qiladi ^[15].

XULOSA VA TAKLIFLAR

IS-OSC texnologiyasini laboratoriya sharoitidan tijoratlashtirishga o'tish uchun keng ko'lamli va iqtisodiy jihatdan samarali ishlab chiqarish texnologiyalarini ishlab chiqish zarur. Tadqiqotlar eritmalarni qayta ishlash usullarini, jumladan, rulonli bosib chiqarish va purkash orqali qoplamalar qo'llash kabi texnologiyalarni optimallashtirishga qaratilishi lozim, bu esa yuqori ishlab chiqarish samaradorligini saqlab qolish bilan birga ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi. Ushbu keng ko'lamli jarayonlarning bir xilligi va takrorlanishini ta'minlash masalalarini hal etish sanoat miqyosida joriy etishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi.

Kelajakni ko'zlab, joriy tadqiqotlar ushbu strategiyalarni yanada takomillashtirish va yangi materiallar hamda metodologiyalarni o'rganishni davom ettirishi kerak. Yuqori elektr xususiyatlari bilan mexanik mustahkamlik o'rtasidagi muvozanat PM6 va boshqa ilg'or IS-OSC rivojlanishi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lib, ularning yordamida egiluvchan va kiyiladigan elektronika sohasida yanada ishonchli va ko'p qirrali ilovalar uchun yo'l ochiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Park JS, Kim GU, Lee S, et al. Material design and device fabrication strategies for stretchable organic solar cells. *Adv Mater*, 2022, 34: 2201623.
2. Qin J, Lan L, Chen S, et al. Recent progress in flexible and stretchable organic solar cells. *Adv Funct Mater*, 2020, 30: 2002529.
3. Li Y, Xu G, Cui C, et al. Flexible and semitransparent organic solar cells. *Adv Energy Mater*, 2018, 8: 1701791.
4. Lee C, Lee S, Kim GU, et al. Recent advances, design guidelines, and prospects of all-polymer solar cells. *Chem Rev*, 2019, 119: 8028–8086.
5. Xie C, Jiang X, Zhu Q, et al. Mechanical robust flexible single-component organic solar cells. *Small Methods*, 2021, 5: e2100481.
6. Xie C, Xiao C, Fang J, et al. Core/shell AgNWs@SnO₂ electrodes for high performance flexible indoor organic solar cells with >25% efficiency. *Nano Energy*, 2023, 107: 108153.
7. Huang S, Qian C, Liu X, et al. A review on flexible solar cells. *Sci China Mater*, 2024, 67: 2717–2736.
8. Fu J, Yang Q, Huang P, et al. Rational molecular and device design enables organic solar cells approaching 20% efficiency. *Nat Commun*, 2024, 15: 1830.
9. Lee JW, Sun C, Lee J, et al. Design of star-shaped trimer acceptors for high-performance (efficiency > 19%), photo-stable, and mechanically robust organic solar cells. *Adv Energy Mater*, 2024, 14: 2303872.
10. Kim T, Kim JH, Kang TE, et al. Flexible, highly efficient all-polymer solar cells. *Nat Commun*, 2015, 6: 8547.
11. Zhang J. et al. Material insights and challenges for non-fullerene organic solar cells based on small molecular acceptors // *Nature Energy*. – 2018. – T. 3. – № 9. – C. 720–731.
12. Duan L. et al. Trade-off between exciton dissociation and carrier recombination and dielectric properties in Y6-sensitized nonfullerene ternary organic solar cells // *Energy Technology*. – 2020. – T. 8. – № 1. – C. 1900924.
13. Duan L. et al. Non-fullerene-derivative-dependent dielectric properties in high-performance ternary organic solar cells // *IEEE Journal of Photovoltaics*. – 2019. – T. 9. – № 4. – C. 1031–1039.
14. Kang H. et al. Bulk-heterojunction organic solar cells: five core technologies for their commercialization // *Advanced Materials*. – 2016. – T. 28. – № 36. – C. 7821–7861.
15. Du X. et al. Efficient polymer solar cells based on non-fullerene acceptors with potential device lifetime approaching 10 years // *Joule*. – 2019. – T. 3. – № 1. – C. 215–226.

- 
- 13.00.00 Pedagogika fanlari
 - 13.00.01 Pedagogika nazariyasi. Pedagogik ta'limotlar tarixi
 - 13.00.02 Ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (sohalar bo'yicha)
 - 13.00.03 Maxsus pedagogika
 - 13.00.04 Jismoniy tarbiya va sport mashg'ulotlari nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.05 Kasb-hunar ta'limi nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.06 Elektron ta'lim nazariyasi va metodikasi (ta'lim sohaları va bosqichlari bo'yicha)
 - 13.00.07 Ta'limda menejment
 - 13.00.08 Maktabgacha ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.09 Ijtimoiy pedagogika
 - 07.00.00 Tarix fanlari
 - 19.00.00 Psixologiya fanlari
 - 01.00.00 Fizika-matematika fanlari
 - 02.00.00 Kimyo fanlari
 - 03.00.00 Biologiya fanlari
 - 09.00.00 Falsafa fanlari
 - 10.00.00 Filologiya fanlari
 - 11.00.00 Geografiya fanlari



AKTABGACHA VA AKTAB TA'LIMI

Mas'ul muharrir: Ramzidin Ashurov

Ingliz tili muharriri: Murod Xoliyorov

Musahhih: Alibek Zokirov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2026. №9(1)

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Maktabgacha va maktab ta'limi" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Maktabgacha va maktab ta'limi" jurnali 26.09.2023-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №C-5669363 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: № 136361.

Manzilimiz: Toshkent shahar, Yunusobod tumani
19-mavze, 17-uy.