https://doi.org/10.52676/1729-7885-2025-2-51-56
УДК 538.911, 538.958

CdSe ЕКІ ӨЛШЕМДІ НАНОПЛАСТИНАЛАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ӨСУ МЕХАНИЗМДЕРІН ЗЕРТТЕУ

А. Эрболат*, Е. Г. Кошкинбаев, А. С. Ахметова, А. Ж. Қайнарбай, Д. Х. Дауренбеков, Т. Т. Әлібай, К. Б. Жаңылысов

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

** Байланыс үшін E-mail: akerkeerbolat01@gmail.com*

Бұл жұмыста коллоидтық синтез әдісімен алынған кадмий селенидінің (CdSe) екі өлшемді нанопластиналарының оптикалық қасиеттері мен өсу механизмдері зерттелді. Фотолюминесценция спектрлерінің температура мен прекурсорлардың инжекциясына тәуелділігі анықталды, нанопластиналардың қалыңдауы сәулеленудің ұзын толқынды аймаққа ығысуына алып келетіні көрсетілді. Өсу кезіндегі концентрациялық жағдайлар зерттеліп, бастапқы реагенттердің қосымша мөлшерін енгізу мен синтез температурасын өзгерту арқылы CdSe құрылымдарындағы моноқабаттар санын басқару мүмкіндігі дәлелденді. Алынған нанопластиналардың біртектілігі элементтік талдау арқылы расталды. Бұл нәтижелер CdSe екі өлшемді наноқұрылымдарының түзілу үдерістерін терең түсінуге мүмкіндік беріп, олардың оптоэлектрондық қасиеттерін оңтайландыру үшін қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: *CdSe НПЛ, оптикалық жұту жолағы, жартылай өткізгіш нанокристалдар, екі өлшемді материалдар.*

КІРІСПЕ

Жартылай өткізгіш наноматериалдарды зерттеуге 1981 жылдан бастап, нанокристалдардағы кванттық өлшем әсері алғаш рет байқалған кезде қызығушылық танытыла басталды. Жартылай өткізгіштердің өлшемге тәуелді кванталған электронды энергия деңгейлері энергия алшақтығын және басқа оптоэлектрондық қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік береді [1].

2008 жылы хабарланған колоидтық жартылай өткізгіш нанопластиналардың алғашқы синтезінен бастап, өздерінің бірегей оптикалық және электрондық қасиеттерінің арқасында НПЛ үлкен қызығушылық тудырды [2]. Олардың ішінде ерекше орынды атомдық деңгейде бақыланатын қалыңдығы мен үлкен латеральды өлшемдеріне байланысты кадмий селенидінен (CdSe) жасалған квазиекіөлшемді НПЛ алады. НПЛ квазиекіөлшемді құрылымы олардың жұтылу және сәуле шығару сипаттамаларын жақсартады, фотолюминесценцияның (ФЛ) өте тар жолақтарын және осцилляторлардың айтарлықтай күшін қамтамасыз етеді. Бұл қасиеттер оларды жарық шығаратын қолданбаларда тиімді пайдалануға мүмкіндік береді [3]. НПЛ сәулеленудің жоғары рекомбинация жылдамдығы, тар эмиссиялық желісі оларды лазерлерде, люминесцентті күн концентраторлары және басқа қолданбаларда пайдалануға мүмкіндік береді [4].

Колоидтық НПЛ синтезіндегі жетістіктер олардың қалыңдығын моноқабат деңгейінде дәл бақылауға мүмкіндік берді [5–7], сондай-ақ олардың ұзындық-ендік қатынасын [8] реттеуге жол ашты, бұл олардың оптоэлектрондық қасиеттерін үлкен дәлдікпен баптауға мүмкіндік береді. Дегенмен, НПЛ күрделі түзілу механизмін түсінуде әлі де қиындықтар бар. НПЛ алғашқы синтезі [2] туралы 2008 жылы хабарланған сәттен бастап, НПЛ өсу механизмдерін түсінуге бағытталған көптеген зерттеулер жүргізілді [5, 9–10]. Жоғарыда айтылған жұмыстарда НПЛ өсіру барысында, өсу механизмін түсіну үшін қосымша прекурсорлар қосу әдісі қарастырылмаған.

Бұл мақалада CdSe коллоидты квази-екі өлшемді нанопластиналарының синтездеу әдістемесі зерттеліп, алынған үлгілер оптикалық қасиеттері тұрғысынан жан-жақты сипатталды. НПЛ өсіру барысында қосымша Cd және Se прекурсорларын инжекциялау НПЛ өсуіне қалай әсер ететіні зерттелді. Сканерлеуші электрондық микроскопты пайдалану арқылы энергия-дисперсиялық рентгендік спектроскопия әдісімен НПЛ элементтік құрамы мен таралуы анықталды. Оптикалық қасиеттерін зерттеу НПЛ өсу механизмін түсінуге бағытталды.

ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ

Химиялық заттар: Кадмий ацетаты дигидраты ($Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$), олеин қышқылы (OA, Sigma-Aldrich, 90%), селен ұнтағы (Se, Sigma-Aldrich, 99,99%), триоктилфосфин (TOP, Sigma-Aldrich, 90%), 1-октадецен (ODE, Sigma-Aldrich, 90%), гексан, ацетон.

2M TOP-Se дайындау: массасы 78,96 мг селен (Se) ұнтағын толық ерігенге дейін 0,5 мл три–н–октилфосфинмен (TOP) араластырып, кейін қолдану үшін сақталады.

НПЛ синтезі: CdSe коллоидты НПЛ үлгілері [7–9] авторлардың әдістеріне сәйкес, аз өзгерістермен алынды. Үш мойынды колбада 115 мг кадмий ацетаты дигидратына 80 мкл OA және 10 мл ODE қосылады. Қоспа 95 °C температурада 2 сағат Ar астында дегазацияланады. Содан температура 180 °C орнатылды. Температура орнатылған мәнге жеткеннен кейін Cd олеатының ерітіндісі бөлме температурасына дейін салқындатылып, екі бөлікке бөлініп алынды. Бір бөлігі қайтадан 180 °C дейін қыздырылып, 2M TOP-Se ерітіндісінің 100 мкл инжекцияла-

нады. 1, 3, 5, 20, 40 минут аралықтарында аликвоталар алынды. Қоспаны 180 °С температурада 1 сағат ұстап, Cd олеаты ерітіндісінің қалған бөлігі қосылады. 5 минуттан соң тағы 2М TOP-Se ерітіндісінің 100 мкл инжекцияланады. Қоспа орнатылған температурада тағы 1 сағатқа қойылып, бөлме температурасына дейін салқындату арқылы реакция тоқтатылады [7, 8].

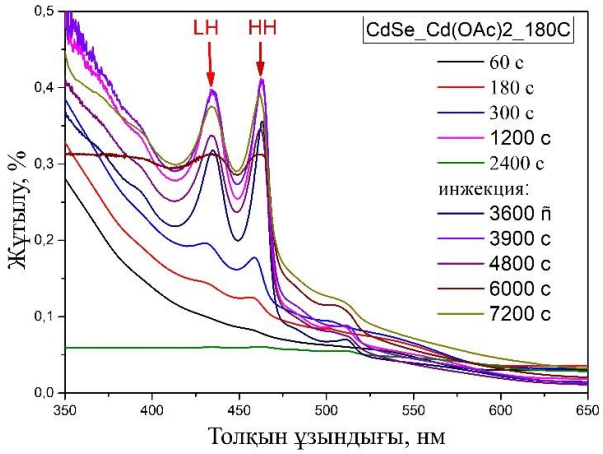
НПЛ бөліп алу үшін қоспаға ацетон құйып, 5000 айн/мин жылдамдықпен 5 минут бойы центрифугаланды. Тазарту процесі екі-үш рет қайталанды. Соңында НПЛ гександа ерітілді.

Жұтылу спектрлері гексан зольдерінде V-770 (Jasco) спектрофотометрінде толқын ұзындығы 200–800 нм диапазонында зерттелді. ФЛ спектрлерін зерттеу үшін CM2203 (Solar) спектрофлуориметрі пайдаланылды.

Электрондық микроскопия зерттеулері және элементтік талдаулар Hitachi TM4000Plus II сканерлік электрондық микроскопында жүргізілді.

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Оптикалық қасиеттерін зерттеу. Әр түрлі қалыңдықтағы CdSe НПЛ нормаланған оптикалық жұтылу спектрлері 1-суретте. Бұл оптикалық жұтылу спектрлерінің барлығында электрон-жеңіл кемтік және ауыр кемтік өтуіне жататын [2, 11, 12] екі ерекше жұтылу шыңдары анық байқалады. Бұл оптикалық жұтылу спектрінде байқалатын квази-екі өлшемді НПЛ басты ерекшелігі.



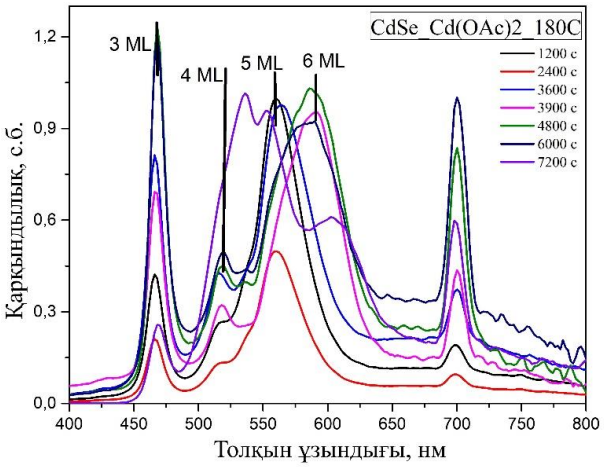
Сурет 1. CdSe НПЛ оптикалық жұтылу спектрі

1-суретте көрсетілген оптикалық жұтылу спектрлерінде 457 нм шыңы 2М TOP-Se қосылғаннан кейін 1 минуттан соң пайда болады, ал реакция кезінде 430 нм шыңы қосымша пайда болады. Уақыт өте келе, екі сигнал сәйкесінше 434 нм және 462 нм-ге ауысады, мұның нәтижесінде төменгі толқын ұзындығында кеңірек шың байқалады. Сондай-ақ, 180 °С температурада 1 сағат ұсталғаннан кейін қосымша инжекция жасалынды, бірақ бұл кезеңде ешқандай өзгеріс байқалмады. Бұл жұтылу шыңдары CdSe нанопластиналарына тән, олар сәйкесінше электрон-жеңіл кемтіктерінің (LH) ауысуына (434 нм) және электрондардың ауыр кемтіктерінің (HH) ауысуына (462 нм) байланысты [2, 11, 12].

CdSe нанопластиналары үшін бөлме температурасы кезінде өлшенген ФЛ спектрлерінің максимумы жартысындағы толық ені кванттық нүктелермен салыстырғанда әлдеқайда тар. 468 нм, 519 нм, 559 нм және 591 нм-де орналасқан эмиссия жолақтарына сүйене отырып, CdSe НПЛ қалыңдығын сәйкесінше 3 ML, 4 ML, 5 ML және 6 ML деп анықтауға болады.

Бұл деректер басқа авторлардың нәтижелерімен де жақсы сәйкес келеді [11, 12]. Синтездің бастапқы кезеңдерінде бір уақытта қалыңдығы 3 ML, 4 ML және 5 ML болатын бірнеше НПЛ популяциялары қатар өмір сүрді (2-сурет). Инжекциядан кейін (1 сағ 5 мин) 3 ML, 4 ML және 6 ML НПЛ-ның популяциялары басым болды. Синтез кезінде нанопластина популяциялары өзгеріске ұшырады.

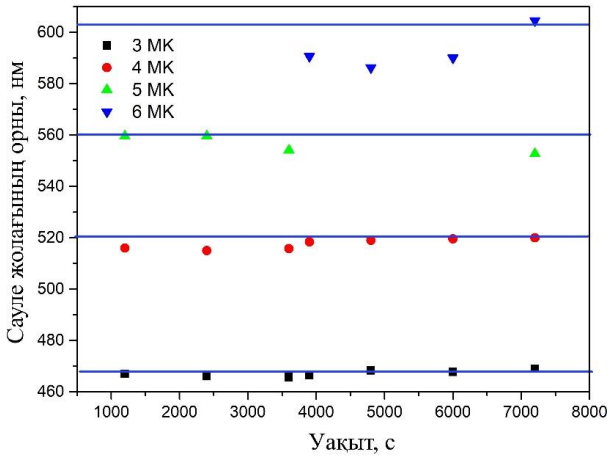
Сонымен қатар, НПЛ ақаулар, беттік күйлер немесе басқа құрылымдық кемшіліктердің әсерінен ФЛ спектрінде кең ұзынтолқынды шыңдар пайда болды (2-сурет). Егер НПЛ салыстырмалы түрде үлкен немесе қалың болса, кванттық шектеу әсері төмендеуі мүмкін, бұл көгілдір ығысуының азаюына әкеледі [5, 12].



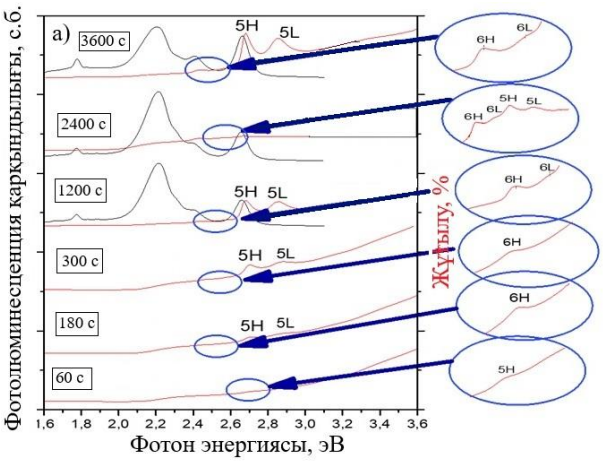
Сурет 2. CdSe нанопластинкасының фотолюминесценция спектрі (Ex=350 нм)

3-суретте қалыңдығы 3 ML, 4 ML, 5 ML және 6 ML НПЛ үшін уақыт өткен сайын ФЛ максимумының спектрлік орнының өзгерісі көрсетілген. Суретте әрбір НПЛ популяциясы үшін ФЛ шыңының орнының тұрақты екені (көлденең көк сызық) байқалады. Бұл уақытқа тәуелділік графигі уақыт өткен сайын әртүрлі қалыңдықтағы НПЛ оптикалық қасиеттерін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

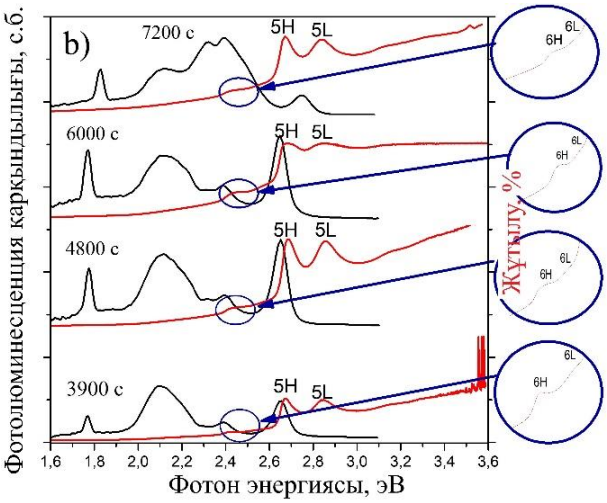
4a, b-суретте қосымша инжекцияға дейінгі және кейінгі CdSe НПЛ-ның (180 °С) оптикалық жұтылу (қызыл сызық) және фотолюминесценция (ФЛ) спектрлері (қара сызық) көрсетілген. Бұл спектрлерде қалыңдығы 5 ML және 6 ML дейін нақты анықталған атомдық квази-екі өлшемді коллоидты CdSe нанопластиналарының түзілгенін көруге болады.



Сурет 3. 3 ML, 4 ML, 5 ML, 6 ML НПЛ үшін байқалған люминесценция максимумдарының уақыт бойынша өзгерісі

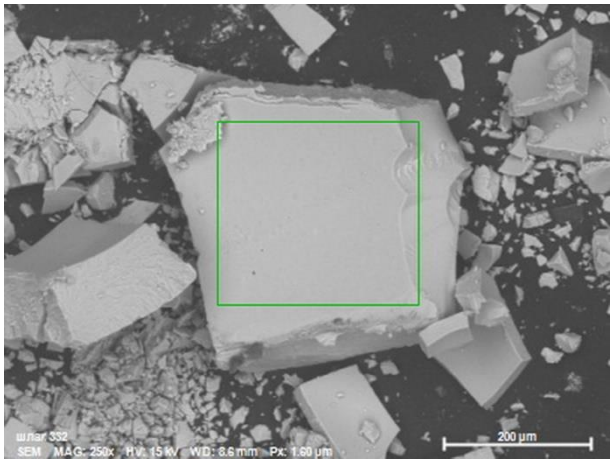


a)

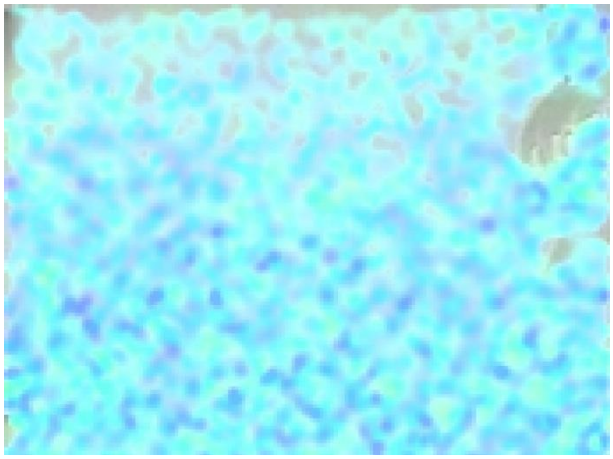


b)

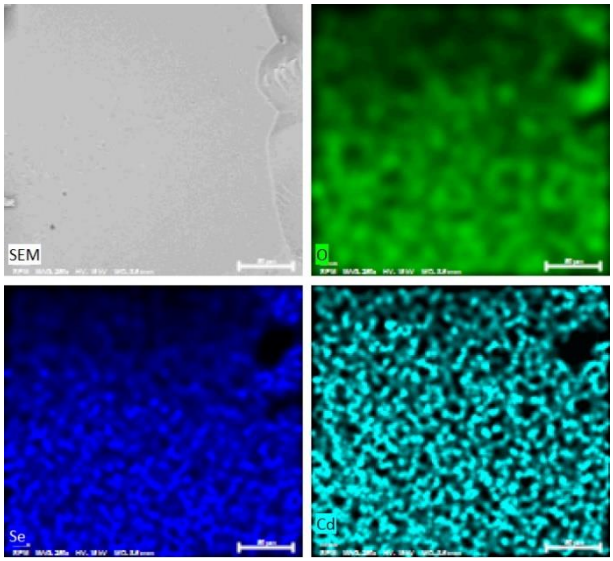
Сурет 4. Инжекцияға дейінгі және кейінгі CdSe НПЛ оптикалық жұтылу (қызыл сызық) және фотолюминесценция спектрлері (қара сызық) (a) инжекцияға дейінгі, (b) қосымша инжекциядан кейінгі (кадмий олеаты, 180 °C)



a)



b)



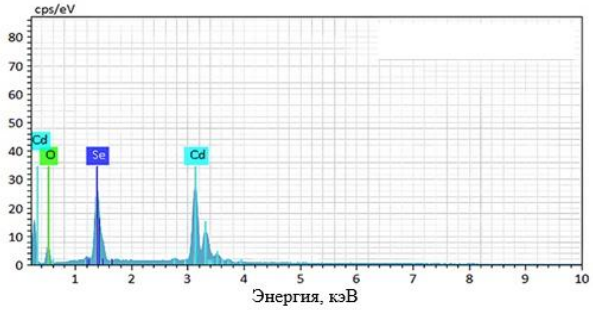
c)

Сурет 5. Сканерлік электрондық микроскоптың (SEM) көмегімен анықталған CdSe коллоидты НПЛ элементтік құрылымы (a) SEM – дегі НПЛ үлгісінің микрофотографиясы, (b) CdSe нанопластиналарының таралу картасы (c) CdSe НПЛ элементтік таралу картасы

Нанопластиналардың түзілуі реакцияның алғашқы минуттарында байқалады. [5] мақаласында осыған ұқсас өсу процестері сипатталған. Яғни, НПЛ-дың қалыңдығы температура мен синтез уақыты артқан сайын ұлғаяды. Қосымша инжекциядан кейін жаңа моноқабаттар түзілмегенімен, Стокс ығысуы байқалды. НПЛ-дың электрон/жеңіл-кемтік және электрон/ауыр-кемтік ауысулары сәйкесінше 5H, 5L, 6H және 6L деп белгіленді. CdSe НПЛ үшін 5 ML және 6 ML қалыңдықтары синтез процесі барысында аликвотадан алынған НПЛ популяциясын білдіреді.

Микроскопия зерттеулері. SEM микроскопиясында 2 сағат бойы жоғары температурада ұсталған НПЛ үлгілерін талдадық. CdSe НПЛ зольдері кептіріліп, жұқа қабықша ретінде талдауға алынды (5a-сурет). SEM ажырату қабілеті жеткіліксіз болғандықтан НПЛ бір-бірінен анық ажыратуға мүмкіндік болмады. CdSe коллоидты НПЛ үлгілерінің EDX элементтік құрамының таралу картасы 5b, c-суреттерінде көрсетілген. Суретте көрсетілгендей біріншіден Cd (көгілдір түсті) мен Se (көк түсті) элементтерінің біркелкі таралғандығын көруге болады. Екіншіден синтезделген НПЛ құрылымдық және химиялық, қоспалық тұрақтылығын байқаймыз. Яғни, НПЛ өсіру кезінде прекусор ретінде Cd мен Se элементтерін қолданғанымызды дәлелдейді. Синтез барысында осы элементтердің біркелкі таралуы нанопластиналардың сапасын және олардың оптикалық қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді.

6-суретте CdSe коллоидты НПЛ-ның элементтік құрамының диаграммасында Cd және Se элементтерінің бар екенін көруге болады.



Сурет 6. CdSe коллоидты нанопластинкасының элементтік құрамының диаграммасы

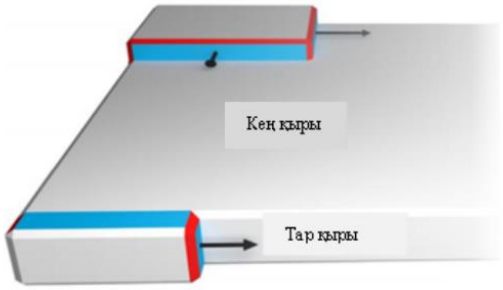
Кесте 1. CdSe коллоидты нанопластинкасының элеметтік құрамының сандық мәндері

Элемент	Атомдық №	Нетто	Масса [%]	Нормаланған масса [%]
O	8	5284	12,72	15,06
Se	34	34770	20,87	24,71
Cd	48	68878	50,87	60,23
		Қосынды	**84,46**	**100,00**

Бұл синтезделген наноқұрылымдардың химиялық тазалығын көрсетеді, сондай-ақ EDX кескіндерін, нәтижелерін талдай отырып CdSe НПЛ-ның бетінде CdO пайда болатынын болжауға болады. CdO жұқа қабықшасы НПЛ біріншіден, фототұрақтылығын қамтамасыз етеді және оны үлкейтеді. Екіншіден люминесценцияның кванттық шығуын (QY) үлкейтеді. Үшіншіден, ұзақ уақыттық тұрақтылықты қамтамасыз етеді [13].

2D өлшемдегі нанопластиналардың өсу механизімі. Қазіргі таңда CdSe НПЛ өсу механизмдерін түсіндіретін негізгі үш теория бар. *Біріншісі* – Лящова ұсынған жұмсақ темплэйтті өсу механизмі [14], *екіншісі* – Пенгтің бағытталған бекіту механизмі [9], ал *үшіншісі* – стандартты 2D нуклеациясы мен өсуін ескеретін қарапайым модель [15]. CdSe НПЛ синтездеу кезінде кадмийдің жоғары концентрациясы пайдаланылады, өйткені бұл жағдайда диффузияның жылдамдығы бет реакциясының жылдамдығынан асып кетеді, соның нәтижесінде дәнектік нуклеация рөлі артады. Дәнектер *сыни* өлшемнен асып кеткенде, олар жаңа қабаттың қалыптасуына дейін өседі, ал өте кішкентай беттерде нуклеация кедергісі төмендейді. Бұл жаңа қабаттардың пайда болуын үлкен беттерге қарағанда тезірек жүзеге асырады. Осылайша, бастапқы нанокристалдардағы симметрияның кездейсоқ бұзылуынан кейін шағын беттер үлкендерге қарағанда жылдам өседі, нәтижесінде НПЛ қалыптасады. Демек, бұл модель изотропты кристалды құрылымы бар материалдардың кинетикалық тұрақсыздықтары арқылы анизотропты пішінді нанокристалдарға қалай және неліктен өсетінін түсіндіре алады [12].

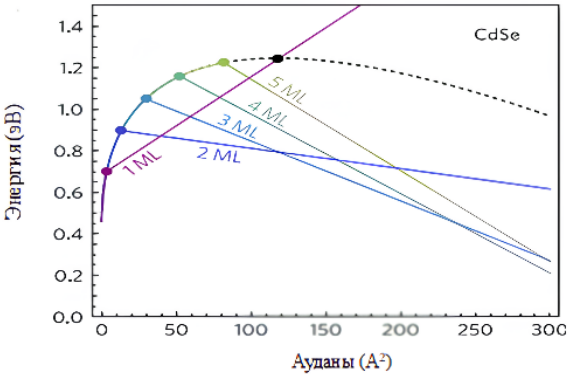
7-суретте өсу механизмі сұлбасы, 8-суретте бастапқы дәнектердің өлшеміне тәуелді тұрған қырлардың пайда болу кедергісі көрсетілген [12].



Сурет 7. НПЛ өсу моделі [17]

Бұл өсу теориясын растау үшін молекулалық прекурсорлар әдісін қолдандық, себебі енгізілетін прекурсорлардың жоғары концентрациясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Өсу теориясын тексеру мақсатында, синтез кезінде прекурсорлардың қосымша инжекциясы жасалды (1, 4b-сурет). Спектрлерді талдау нәтижелері көрсеткендей, қосымша енгізілген «өсу» материалы (прекурсорлар) реакциялық массадағы НПЛ дәнектерінің яғни бар үлгілердің өсуіне жұмсалды, жаңа НПЛ пайда болмады. Тәжірибелеріміз көрсеткендей, нанопластиналардың моноқабаттар санын арттыру үшін прекурсорларды енгізу

кезінде синтездің жоғары температурасы қажет. Қорыта келе, НПЛ моноқабат санын бақылауда ұстау үшін, немесе CdSe НПЛ белгілі ML үлгілерін алу үшін, синтезінің температурасын арнайы таңдау керек, өйткені осы температурада санаулы НПЛ популяциясы пайда болады.



Сурет 8. өлшемдеріне тәуелді дәнектер жаралуының барьер энергиясы [17]

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері CdSe нанопластиналарының ерекше оптикалық қасиеттерін және олардың синтезі мен өсу механизмдерін анықтауға мүмкіндік берді. Коллоидты синтез арқылы алынған нанопластиналар квази-екі өлшемді құрылымға ие, бұл олардың жұтылу және фотолюминесценция спектрлерінде айқын экситондық шыңдардың пайда болуына әсер етеді. Эксперимент барысында қалыңдығы әртүрлі нанопластиналардың спектрлік сипаттамалары зерттеліп, олардың қалыңдығының артуы спектрлердің ұзын толқын аймағына ығысуына әкелетіні анықталды. Нанопластиналардың қалыңдығы мен синтез температурасы арасындағы байланыс айқындалды: жоғары температураларда қалың моноқабаттардың түзілуі байқалды.

Сонымен қатар, прекурсорлардың концентрациясын басқару және қосымша инжекциялар жасау арқылы нанопластиналардың өсуін тиімді бақылау мүмкіндігі көрсетілді. Синтез барысында қосымша прекурсор қосу НПЛ жаңа популяцияларының туындауына алып келмейтіні байқалды, тек реакция басынан түзілген популяциялардың жетілуіне алып келетіні көрсетілді. Элементтік талдау нәтижелері нанопластиналардағы Cd және Se элементтерінің біркелкі таралғандығын дәлелдеді, бұл олардың құрылымдық тұрақтылығы мен жоғары оптикалық тиімділігін қамтамасыз етеді.

CdSe нанопластиналарының жоғары кванттық шығуы, тар эмиссиялық жолақтары және ұзақ мерзімді тұрақтылығы олардың оптоэлектрондық құрылғыларда, жарықдиодтарда және күн энергиясын түрлендіру жүйелерінде қолданылу мүмкіндіктерін кеңейтеді. Бұл зерттеу CdSe нанопластиналарының қасиеттерін тереңірек түсініп, оларды тәжірибелік мақсаттарда пайдаланудың жаңа мүмкіндіктерін ашуға ықпал етеді.

Алғыс

Бұл зерттеулер Ғылым және жоғарғы білім министрліктің ғылым комитетінің қаржылай қолдауымен орындалды. Грант ИРН № AP19676416.

Әдебиеттер / References

1. Ekimov A. I., Onushchenko A. A. Quantum size effect in three-dimensional microscopic semiconductor crystals // JETP Letters. – 2023. – T. 118. –Suppl 1. – P. 15–17.
2. Ithurria S., Dubertret B. Quasi 2D colloidal CdSe platelets with thicknesses controlled at the atomic level // Journal of the American Chemical Society. – 2008. – T. 130. – No. 49. – P. 16504–16505.
3. Yu J., Chen R. Optical properties and applications of two-dimensional CdSe nanoplatelets //InfoMat. – 2020. – T. 2. – No. 5. – P. 905–927.
4. Zhang J. et al. Heterostructures in two-dimensional CdSe nanoplatelets: synthesis, optical properties, and applications //Chemistry of Materials. – 2020. – T. 32. – No. 22. – P. 9490–9507.
5. Ithurria S. et al. Colloidal nanoplatelets with two-dimensional electronic structure //Nature materials. – 2011. – T. 10. – No. 12. – P. 936–941.
6. Christodoulou S. et al. Chloride-induced thickness control in CdSe nanoplatelets //Nano letters. – 2018. – T. 18. – No. 10. – P. 6248–6254.
7. Chu A. et al. Electronic structure robustness and design rules for 2D colloidal heterostructures //Journal of Applied Physics. – 2018. – T. 123. – No. 3.
8. Bertrand G. H. V. et al. Shape control of zincblende CdSe nanoplatelets //Chemical Communications. – 2016. – T. 52. – No. 80. – P. 11975–11978.
9. Chen Y. et al. Symmetry-breaking for formation of rectangular CdSe two-dimensional nanocrystals in zinc-blende structure //Journal of the American Chemical Society. – 2017. – T. 139. – No. 29. – P. 10009–10019.
10. Riedinger A. et al. An intrinsic growth instability in isotropic materials leads to quasi-two-dimensional nanoplatelets // Nature materials. – 2017. – T. 16. – No. 7. – P. 743–748.
11. Ithurria S., Talapin D. V. Colloidal atomic layer deposition (c-ALD) using self-limiting reactions at nanocrystal surface coupled to phase transfer between polar and nonpolar media //Journal of the American Chemical Society. – 2012. – T. 134. – No. 45. – P. 18585–18590.
12. Johannes E. Probing the influence of impurities on the growth of 2D Cadmium selenide nanoplatelets: diss. – Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 2019.
13. Subila K. B. et al. Luminescence properties of CdSe quantum dots: role of crystal structure and surface composition // The Journal of Physical Chemistry Letters. – 2013. – T. 4. – No. 16. – P. 2774–2779.
14. Lyashchova A. et al. Optical absorption, induced bleaching, and photoluminescence of CdSe nanoplatelets grown in cadmium octanoate matrix // Nanoscale research letters. – 2014. – T. 9. – P. 1–4.
15. Ohara M. Modeling crystal growth rates from solution // Englewood Cliffs. – 1973.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОСТА ДВУМЕРНЫХ НАНОПЛАСТИН CdSe

А. Эрболат*, Е. Г. Кошкинбаев, А. С. Ахметова, А. Ж. Қайнарбай, Д. Х. Дауренбеков, Т. Т. Әлібай, К. Б. Жаңылысов

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казакстан

** E-mail для контактов: akerkeerbolat01@gmail.com*

В работе представлены результаты исследования оптических свойств и механизмов роста двумерных нанопластин кадмий селенида (CdSe), полученных методом коллоидного синтеза. Установлены зависимости спектров фотолюминесценции от температуры и инжекции прекурсоров, показано, что увеличение толщины нанопластин сопровождается сдвигом излучения в длинноволновую область. Исследованы концентрационные условия роста, продемонстрирована возможность управления числом монослоёв в структурах CdSe за счёт изменения температуры и введения дополнительных количеств исходных веществ. Проведён элементный анализ полученных нанопластин, подтверждающий их химическую однородность. Полученные результаты позволяют глубже понять процессы формирования двумерных наноструктур CdSe и могут быть использованы для оптимизации их оптоэлектронных характеристик.

Ключевые слова: *CdSe, нанопластины, оптические спектры поглощение, фотолюминесценция, элементный анализ, полупроводники, двумерные материалы.*

OPTICAL PROPERTIES AND STUDY OF THE GROWTH MECHANISMS OF TWO-DIMENSIONAL CdSe NANOPLATELETS

A. Erbolat*, Y. G. Koshkinbayev, A. S. Akhmetova, A. Zh. Kainarbay, D. H. Daurenbekov, T. T. Alibay, K. B. Zhangylyssov

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

** E-mail for contacts: akerkeerbolat01@gmail.com*

This work presents the study of optical properties and growth mechanisms of two-dimensional cadmium selenide (CdSe) nanoplatelets synthesized via colloidal methods. The dependence of photoluminescence spectra on temperature and precursor injection was established, showing that an increase in platelet thickness leads to a redshift in emission. Concentration-dependent growth conditions were investigated, demonstrating the possibility of controlling the number of monolayers in CdSe structures by adjusting synthesis temperature and adding extra precursors. Elemental analysis confirmed the chemical uniformity of the synthesized nanoplatelets. These findings provide a deeper understanding of the formation processes of 2D CdSe nanostructures and may support the optimization of their optoelectronic properties.

Keywords: *CdSe, nanoplastics, optical absorption spectra, photoluminescence, elemental analysis, semiconductors, two-dimensional materials.*