

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кенметаллургия институты
«Материалтану, нанотехнология және инженерлік физика» кафедрасы

Досымханова Жаннұр Ардаққызы

«Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07207 – «Инженерлік физика және материалтану»
білім беру бағдарламасы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Материалтану, нанотехнология және инженерлік физика» кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқоңырова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD,

Ф.С. Кудайбергенов К.К.

«13» мамыр 2024ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының
морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу»

6B07207– «Инженерлік физика және материалтану» білім беру бағдарламасы

Орындаған

Досымханова Ж.А

Пікір беруші

PhD, қауымдастырылған

профессор ҚазҰПУ

Е.Т. Тілеуберді Е.

«10» мамыр 2024ж

Ғылыми жетекші

ф.м-ғ.к., аға оқытушы

А.С. Бейсебаева А.С

«03» мамыр 2024ж

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу
университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты
"Материалтану, нанотехнология және инженерлік физика" кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«МНЖИФ» кафедрасының
меңгерушісі

Кудайбергенов К.К.

«13» мамыр 2024ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Досымханова Жаннұр Ардаққызы
Тақырыбы: «Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының
морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу»

Университет Ректорының «04» желтоқсан 2023 жылғы № 548-П/Ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2024 жылғы «13» мамыр
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

- 1) Тәжірибеге қажет төсеніштерді алдын-ала тазалау;
- 2) Гидротермиялық әдіспен жұқа қабықшалар алу.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1. Гидротермиялық әдіске жалпы шолу;
2. Тәжірибелік жұмыс жүргізілді: шыны төсенішпен жартылай өткізгіш
пластинаға мырыш сульфидінің қабықшаларын өсіру.
3. Алынған наноматериалдардың морфологиялық қасиеттерін зерттеу

Ұсынылған негізгі әдебиет:

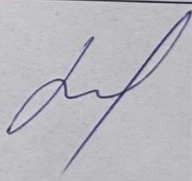
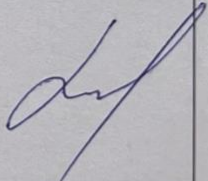
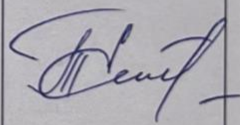
- 1) Hydrothermal Synthesis of Nanomaterials, Correspondence should be
addressed to Yong X. Gan; Received 21 January 2020;
- 2) C. Jiang, W. Zhang, G. Zou, W. Yu, and Y. Qian, "Hydrothermal synthesis
and characterization of ZnS microspheres and hollow nanospheres," Materials
Chemistry and Physics, May 2007

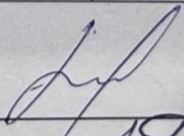
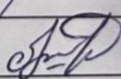
Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдеби шолу	23.02.2024-25.03.2024	
Тәжірибелік бөлім	01.04.2024-25.04.2024	
Дипломдық жұмысты алдын-ала қорғау	29.04.2024	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары (жұмысқа қарасты тараулардың нұсқаумен)

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған Мерзімі	Қолы
Әдеби шолу	Бейсебаева А.С., ф.-м.ғ.к., аға оқытушы	10.05.2024	
Тәжірибелік жұмыстар	Бейсебаева А.С., ф.-м.ғ.к., аға оқытушы	10.05.2024	
Норма бақылаушы	Етиш Т.Е., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	13.05.2024	

Ғылыми жетекшісі  Бейсебаева А.С.
 Тапсырманы орындауға білім алушы  Досымханова Ж.А.
 Күні « 13 » мамыр 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Досымханова Жаннұр Ардакқызы

6B07207 – «Инженерлік физика және материалтану» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу»

Досымханова Ж.А. бітіруші жұмысты мырыш сульфиді негізіндегі нанокұрылымды материалдарды гидротермиялық әдіспен синтездеу және олардың қасиеттерін зерттеуге негізделген.

Дипломдық жұмыстың мақсаты гидротермиялық синтездеудің түрлі шарттарында ZnS наноматериалдарын алу үшін синтездің ыңғайлы параметрлерін анықтау.

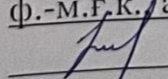
Дипломдық жұмыс 2 бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Кіріспеде тақырыптың маңыздылығына тоқталған. Дипломдық бөлімнің негізгі бөлімінде тақырыпқа жалпылама әдеби шолу жасалынды. Мырыш сульфидінің қасиеттеріне, әдістің түрлеріне, гидротермиялық әдісіне толық тоқталған. Гидротермиялық әдісімен наноқабықшалар алынған эксперимент нәтижелері талқыланды. Төсеніш ретінде кремний және шыны пластиналары қолданылған. Гидротермиялық әдісімен мырыш сульфидінің нанобіліктері өсірілген. Наноқабықшалар және нанобіліктер бөлшектерінің морфологиясы мен қасиеттері көрсетілген.

Досымханова Ж.А. дипломдық жұмысы жоғары деңгейде орындалған, диплом алушы материалды толық игергенін алынған эксперименттік нәтижелерінен көруге болады.

Ж.Досымханованың дипломдық жұмысы бітіру жұмыстарына қойылатын талаптарды қанағаттандырады, ал білімгер 6B07207 – «Инженерлік физика және материалтану» мамандығы бойынша "бакалавр" дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекші:

ф.-м.ғ.к. аға оқытушы

 Бейсебаева.А.С

«03» мамыр 2024ж

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Досымханова Жаннұр Ардаққызы

Тақырыбы: Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу

Жетекшісі: Бейсебаева А.С.

1-ұқсастық коэффициенті (30): 9.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.8

Дәйексөз (35): 0.5

Әріптерді ауыстыру: 8

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

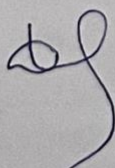
Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

21.05.2024



Кафедра меңгерушісі

Кудайбергенов К.К.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Досымханова Жаннұр Ардакқызы

6B07207 – «Инженерлік физика және материалтану» білім беру
бағдарламасы

Тақырыбы: «Мырыш сульфидінің нанокұрылымды материалдарының
морфологиясы мен қасиеттерін зерттеу»

Досымханова Ж.А. дипломдық жұмысы гидротермиялық әдісі арқылы
шыны төсеніш пен жартылай өткізгіш пластинаға мырыш сульфидінің
қабықшаларын өсіру және қасиеттерін зерттеу болып табылады.

Дипломдық жұмыс кіріспеден, екі бөлімнен және қорытындыдан
тұрады.

Дипломдық жұмыстың бірінші бөлімінде ZnS нанокұрылымды
материалдары туралы жалпы сипаттама көрсетілген. Сонымен қатар
гидротермиялық әдіс арқылы алынған ZnS нанобөлшектер туралы бірнеше
мақалалар сипатталған.

Дипломдық жұмыстың екінші бөлімінде тәжірибелік процесстің
нәтижелері көрсетілген. Тәжірибелік жұмыс кезінде ZnS жартылай өткізгіш
жұқа қабықшалары алынды. Бұл нәтиженің морфологиялық қасиеттерін
арнайы электрондық микроскопта зерттелді.

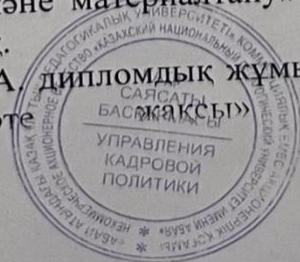
Досымханова Ж.А. дипломдық жұмысы талапқа сай орындалған және
қорғауға жіберілсін.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Ж. Досымханованың дипломдық жұмысы бітіру жұмыстарына
қойылатын талаптарды қанағаттандырады, ал білімгер 6B07207 –
«Инженерлік физика және материалтану» мамандығы бойынша "бакалавр"
дәрежесін беруге лайық.

Досымханова Ж.А. дипломдық жұмысы талапқа сай жасалынған және
деген бағаға лайық.
90% (А-) «өте жақсы»
Абай атындағы ҚазҰПУ, PhD,
қауымдастырылған профессор

Пікір беруші:



Тілеуберді Ербол
Қолы
Подпись
2024 ж

АҢДАТПА

Мырыш сульфиді (ZnS), II-VI тобының маңызды жартылай өткізгіш материалы, өрістік эмиссияда, фотокатализде, датчиктерде, биологиялық құрылғыларда және т.б. кеңінен қолданылады. Нанотехнологияның қарқынды дамуымен ZnS наноөлшемді бөлшектерін алуға көп көңіл бөлінеді. Көптеген ерекше фотоэлектрлік сипаттамалары бар ZnS нанобөлшектері шағын өлшемдеріне байланысты фотохимия салаларында әртүрлі қолданысқа ие. Біздің жұмысымыздың мақсаты-наноқұрылымды ZnS алу және қолданудың негізгі қасиеттерін, әдістерін қарастыру, ZnS нанобөлшектерінің синтезінің сипаттамаларын анықтау. ZnS наноқұрылымдары гидротермиялық әдіспен концентрация, температура өзгерту арқылы дайындалады, кристалдық құрылымы, бетінің морфологиясы және егжей-тегжейлі зерттелді.

АННОТАЦИЯ

Сульфид цинка (ZnS), важный полупроводниковый материал группы II-VI, широко используется в полевом излучении, фотокатализе, датчиках, биологических устройствах и т. д. С быстрым развитием нанотехнологий большое внимание уделяется получению наноразмерных частиц ZnS. Наночастицы ZnS со многими уникальными фотоэлектрическими характеристиками имеют различное применение в областях фотохимии из-за своего небольшого размера. Целью нашей работы является рассмотрение основных свойств, методов получения и применения наноструктур ZnS, определение характеристик синтеза наночастиц ZnS. Наноструктуры ZnS получают гидротермальным методом путем изменения концентрации, температуры, кристаллической структуры, морфологии поверхности и детального изучения.

ABSTRACT

Zinc sulfide (ZnS), an important semiconductor material of group II-VI, is widely used in field radiation, photocatalysis, sensors, biological devices, etc. With the rapid development of nanotechnology, much attention is paid to the production of nanoscale ZnS particles. ZnS nanoparticles with many unique photovoltaic characteristics have various applications in the fields of photochemistry due to their small size. The purpose of our work is to consider the basic properties, methods for obtaining and applying ZnS nanostructures, and to determine the characteristics of the synthesis of ZnS nanoparticles. ZnS nanostructures are obtained by hydrothermal method by changing the concentration, temperature, crystal structure, surface morphology and detailed study.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ӘДЕБИ ШОЛУ	11
1.1 ZnS нанокұрылымдары	11
1.2 ZnS нанокұрылымдарының қасиеттері және морфологиясы	11
2.1 ZnS қасиеттері	13
2.1.1 ZnS нанокұрылымдарының люминесценция қасиеттері	13
2.1.2 Фотолюминесценция қасиеттері	15
2.1.3 ZnS нанокұрылымдарының ультракүлгін сәулеленуі	16
2.2 ZnS нанокұрылымдарының артықшылықтары	18
2.3 Нанокұрылымды материалдар	19
2.3.1 Наноматериалдардың түрлері	20
2.3.2 Наноматериалдардың мөлшеріне қарай жіктелуі	21
2.3.3 Наноматериалдардың көздері	22
2.4 ZnS нанобөлшектерін алу әдістері	22
2.4.1 Гидротермиялық әдіс	23
2.4.2 Золь-гель әдіс	23
2.4.3 CVD әдісі	24
2.5 ZnS нанобөлшектерін қолданылуы	25
2.5.1 Фотокатализатор	25
2.5.2 Оптоэлектроника және құрылғыларды жасау	26
2.5.3 Ағынды суды тазарту	27
2.5.4 Сенсорлар	27
2.5.5 Сутегі генерациясында қолдану	28
3 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ	30
3.1 Кремний төсеніші мен жұқа қабықшаны алу	30
3.2 ZnS негізіндегі төсеніштерді гидротермиялық әдіспен синтездеу	32
4 ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ	35
ҚОРЫТЫНДЫ	37
БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	38
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	39

КІРІСПЕ

Нанокұрылымды материалдар қазіргі кездегі ең өзекті іргелі материалдарды зерттеудің алдыңғы қатарында ғана емес, сонымен қатар олар біздің күнделікті өмірімізге біртіндеп еніп жатыр. Нанокұрылымды материалдар- өлшемдері 1-100 нм диапазонында болатын материалдардың жаңа класы, олар бірқатар өнеркәсіптік секторлардағы өнімдердің өнімділігі мен кеңейтілген мүмкіндіктерін жақсарту үшін ең үлкен әлеуеттердің бірін қамтамасыз етеді [1].

Жартылай өткізгіш наноматериалдар сусымалы материалдармен салыстырғанда жоғары қасиеттеріне байланысты біздің күнделікті өмірімізде перспективті қолданбаларға ие. Көлемі мен құрылымы наноматериалдардың физикалық және химиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіні белгілі. Сондықтан, соңғы жылдары нанокұрылымды материалдардың кванттық өлшемдік әсерінің арқасында ол адамдардың назарын аударылды, жаңа және ерекше оптикалық қасиеттерді көрсетілді. Морфология мен өлшемді бақылау нанометрлер ғылымындағы негізгі мәселе болып табылады, яғни жаңа нанометрлік функционалды құрылғыларды жобалау үлкен мәселе болып табылады. ZnS материалы нанокұрылымға жасалған кезде, ол бастапқы қасиеттерге негізделген тағы бірнеше жаңа қасиеттерге ие болады, бұл материалдың қасиеттері мен функцияларын жақсарту үшін өте пайдалы. Бұл дайындау және синтездеу әдістерін, өнімділікті сипаттауды және өсу механизмін зерттеуді қазіргі уақытта наноғылымдағы ыстық нүктелерге айналдырады. Нәтижесінде жаңа ZnS нанокұрылымдарын дайындауға көп күш жұмсалды және ZnS нанокұрылымдарын, наноөткізгіштерді, нанородтарды, нанотүтікшелерді синтездеу үшін әртүрлі әдістер сәтті қолданылды [2].

ZnS нанокұрылымын дайындаудың көптеген әдістері бар, мысалы, золь-гель әдісі, CVD әдісі, гидротермиялық әдіс және т.б. Осы әдістердің ішінде гидротермиялық әдіс қарапайым жабдықтың артықшылықтары, ыңғайлылығы және төмен құны үшін кеңінен қолданылады [2].

Мырыш сульфиді (ZnS) - ашылған алғашқы жартылай өткізгіштердің бірі. Ол дәстүрлі түрде жаңа іргелі қасиеттер мен әртүрлі қолданбалар үшін керемет әмбебаптық пен перспективті мүмкіндіктерді көрсетті. ZnS наноөлшемді морфологиялары барлық бейорганикалық жартылай өткізгіштердің ішіндегі ең байларының бірі екендігі дәлелденді. Бұл жұмыста біз ZnS нанокұрылымдарына қатысты заманауи ғылыми-зерттеу жұмыстарына жан-жақты шолу жасалынды. Біз ZnS-тің тарихи фонынан, оның құрылымын, химиялық және электрондық қасиеттерін сипаттаудан және нақты әлеуетті қолданбалардағы бірегей артықшылықтарынан қарастырдық. Осыдан кейін нанокұрылымдардың электрлік, химиялық және физикалық параметрлерін, сондай-ақ синтетикалық жағдайлар мен наноөлшемді морфологиялар арасындағы өзара әрекеттесуді анықтайтын маңызды эксперименттерге назар аударып отырып, синтездегі, жаңа қасиеттерді

талдаудағы және перспективті қолданудағы соңғы жетістіктер туралы егжей-тегжейлі талқылаулар жүргізіледі [1].

Мырыш сульфидінің кең өткізу диапазоны бар – толқын ұзындығы 0,4 мкм көрінетін жарықтан толқын ұзындығы 16 мкм инфрақызыл сәулеленуге дейін, сондықтан ол оптикалық аспаптар мен құрылғылардың бөлшектерін жасау үшін қолданылады [3].

Мырыш сульфиді (ZnS) табылған алғашқы жартылай өткізгіштердің бірі болып табылады және дәстүрлі түрде керемет іргелі қасиеттерін, әмбебаптығын және жарық диодтарын, электрлюминесценцияны, жалпақ панельді дисплейлерді, инфрақызыл терезелерді, сенсорларды, лазерлерді және биологиялық құрылғыларды және т.б. қоса алғанда, жаңа, әртүрлі қолданбаларға ие [4].

Бұл жұмыста ZnS нанокұрылымдарына қатысты заманауи ғылыми-зерттеу жұмыстарының жай-күйіне, соның ішінде олардың синтезіне, жаңа қасиеттерін зерттеуге және әлеуетті қолданыстарға жан-жақты шолу жасаймыз. Әртүрлі морфологиялары және сәйкес синтез әдістері мен эксперименттік параметрлері бар ZnS нанокұрылымдарын зерттеледі. Әртүрлі қарапайым әдістерді қолдана отырып, нанобөлшектер, наноөткізгіштер, нанобелгілер, нанориббондар, нано парақтар, нанотүтікшелер, ядро/қабық нанокұрылымдары, иерархиялық нанокұрылымдар, күрделі нанокұрылымдар және ZnS гетерокұрылымдары осы уақытқа дейін белгілі бір өсу жағдайларында синтезделді. Әртүрлі функционалды құрылғылардағы әртүрлі құрылымдардың ZnS перспективалары болып табылады. Олардың қасиеттерін жақсартудағы және әртүрлі ZnS нанокұрылымдарын өріс эмитенттері, өріс эффектісі транзисторлары (FETs), p типті өткізгіштер, катализаторлар, ультракүлгін және химиялық датчиктер, оның ішінде газ датчиктері, биосенсорлар және наногенераторлар ретінде пайдаланудағы соңғы жетістіктер сияқты жаңа перспективті қолданбаларды табудағы соңғы жетістіктер атап өтіледі [4].

1 ӘДЕБИ ШОЛУ

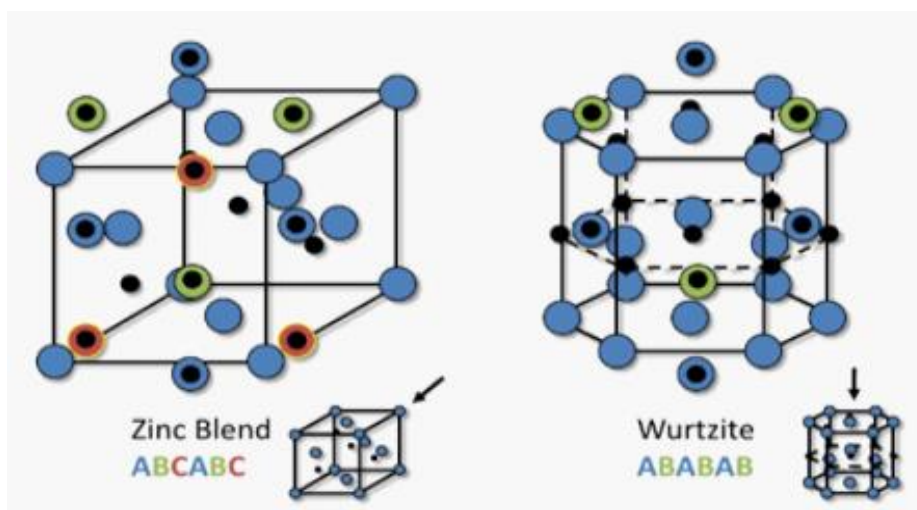
1.1 ZnS нанокұрылымдары

1.1.1 ZnS нанокұрылымдарының қасиеттері және морфологиясы

ZnS нанокұрылымдарының әртүрлі морфологиялары бар, ZnS нанокұрылымдары перспективті өріс эмитенттеріне маңызды үміткерлер ретінде қарастырылуы мүмкін екенін көрсетті. Бұл әзірленген әдістер ZnS нанокұрылымының фотоэлектрлік қасиеттерін жақсарту үшін қарапайым ғана емес, сонымен қатар олар басқа бейорганикалық жартылай өткізгіш нанокұрылымдарды перспективті өріс эмитенттеріне айналдыру болып табылады.

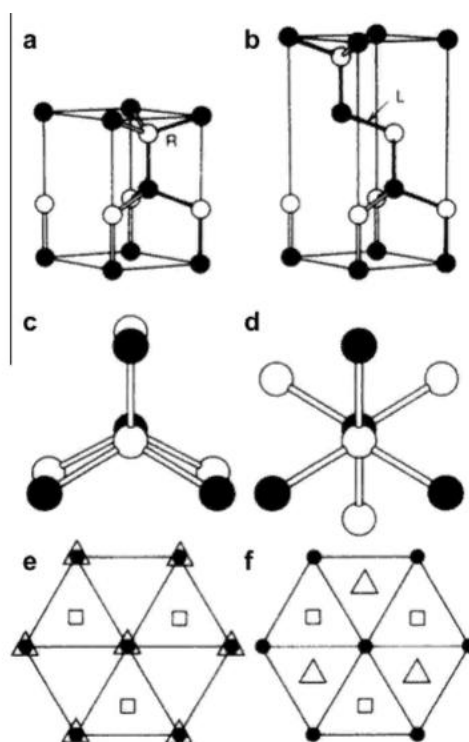
ZnS нанокұрылымдары әртүрлі морфологияларда, соның ішінде нанобелгілерде немесе нанорибондарда, наноөткізгіштерде, ине тәрізді ұштары бар көп бұрышты тармақталған ZnS нанокұрылымдарында, тармақталған ZnS нанотүтікшелерінде ғана қалыптаспайтынын атап өту оңай. Наноөткізгіш өзекшелері бар гетерокұрылымдар, наноөткізгіш-нанобелт массивтері, тетрапод тәрізді ағаш тәрізді гетерокұрылымдар, мырыш қоспасының алтыбұрышты пирамидалары құрылымдалған жалғыз кристалдар, бірақ шын мәнінде бұл бірегей ZnS нанокұрылымдары жақсы өріс эмитенттері болып табылады [5].

ZnS полиморфты материал болып табылады, яғни ол 1-суретте көрсетілгендей екі кристалды түрде, атап айтқанда сфалерит және вурцит түрінде болады. Екі пішінде де Zn және S координациялық геометриясы тетрадрлік болып табылады. Сфалерит пішіні тұрақты текше пішінге ие, ал вурцит алтыбұрыш пішінге ие [6].



1 сурет - ZnS екі аллотропты түрі [6]

ZnS- де жалпыға қол жетімді екі аллотроп бар: біреуі ZB құрылымымен, екіншісі WZ құрылымымен. Текше пішіні тұрақты төмен температуралы фаза, ал соңғысы шамамен 1296 K температурада түзілетін жоғары температуралы полиморф болып табылады. Салыстыру мақсатында, 2- суретте осы құрылымдардың үш түрлі көрінісін көрсетеді. Айырмашылықтарды төртінші атомаралық байланыстың салыстырмалы қолайлылығы тұрғысынан да, олардың екі жақты конформациялары арқылы да сипаттауға болады. Сонымен қатар, ZB ABCABC үлгісінде жинақталған тетраэдрлік үйлестірілген мырыш пен күкірт атомдарынан тұрады, ал WZ-де бірдей құрылыс блоктары ABABAB үлгісінде жинақталған.



2 сурет–Вурцит пен мырыш қоспасының кристалдық құрылымдарының айырмашылығын көрсететін үлгілер [7]

Атомдық орналасудағы мұндай айырмашылық осы материалдардағы қасиеттердің үлкен айырмашылығына әкеледі, мысалы, электронды құрылымдар және өткізу қабілеттілігі. WZ фазасының өткізу қабілеті жоғары-3,77 эв, ал ZB құрылымы-3,72 эв. Қатты дененің жолақ құрылымы электронға "тыйым салынған" немесе "рұқсат етілген" энергия диапазонын сипаттайды және материалдың маңызды электрондық және оптикалық қасиеттерін анықтайды. Оптикалық спектрлер жолақ құрылымымен, оның дисперсиясымен және диапазонаралық оптикалық ауысулардың ықтималдығымен байланысты. Тәжірибе жүзінде ZnS ZB және WZ фазаларының оптикалық қасиеттері бір-бірінен ерекшеленеді. Осындай айырмашылықтарды түсіну үшін осы фазалардың электронды құрылымдарына зерттелді. 2- суретте тығыздық функционалдык

теориясының есептеулері арқылы алынған ZnS ZB және WZ фазалары үшін типтік жолақ дисперсияларын бейнеленді [7].

2.1 ZnS қасиеттері

Мырыш сульфиді (ZnS) өте маңызды II-VI топтағы жартылай өткізгіш болып табылады, ол потенциалды қолданудың кең ауқымына байланысты кеңінен зерттеледі. ZnS химиялық тұрғыдан өте тұрақты және технологиялық жағынан оның балама халькогенидтеріне мысалы, ZnSe қарағанда, әлдеқайда жақсы, сондықтан ол практикалық қолдану үшін қолайлы материал болып саналады [6].

2.1.1 ZnS нанокұрылымдарының люминесценция қасиеттері

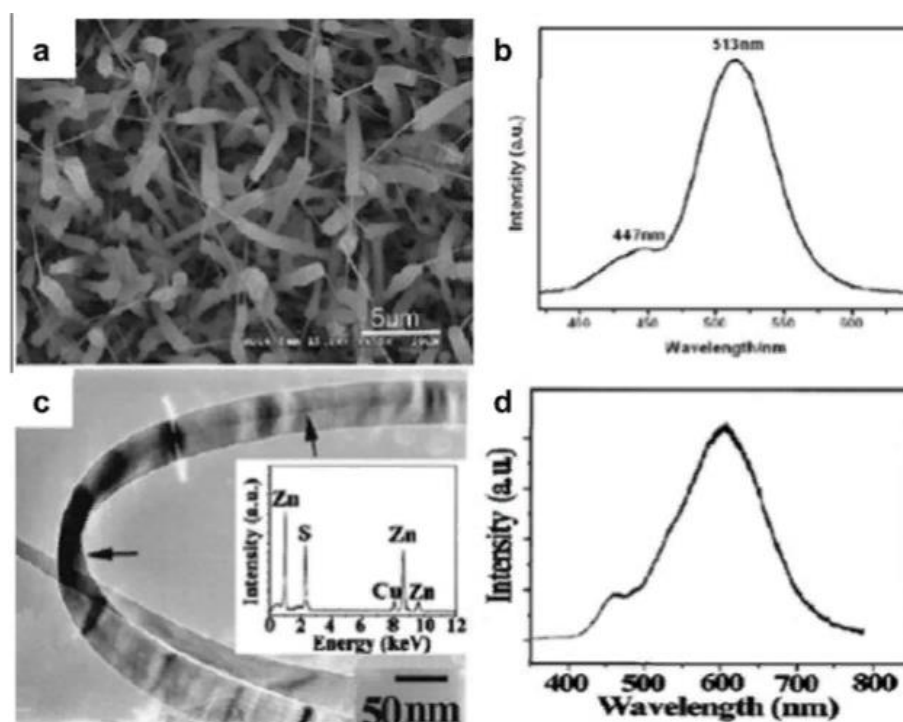
Люминесценция- бұл жарықтың пайда болуы. Жарық фотолюминесценция (PL), катодлюминесценция (CL), электрлюминесценция (EL), электрхимилюминесценция (ECL) және термолюминесценцияны (TL) қамтитын бірқатар люминесцентті процестер арқылы шығарылуы мүмкін. 1-кестеде люминесценцияның типтік түрлері және олардың шығу тегі келтірілген [8].

1 кесте -Люминесценцияның әртүрлі түрлері

Люминесценция	Туындаған процесс
Фотолюминесценция(PL)	Фото-қосылыстардың қозуы
Катодлюминесценция (CL)	Қосылыстардың электронды қозуы
Электрлюминесценция (EL)	Материалдардағы электрондар мен тесіктердің олар арқылы электр тогы өткеннен кейін немесе күшті электр өрісі қолданылғаннан кейін радиациялық рекомбинациясы
Электрхимилюминесценция (ECL)	Электр генерацияланған химиялық қозу
Термолюминесценция (TL)	Қыздыру немесетермостимуляциядан туындаған детрапинг процесі

ZnS монокристалды наноөткізгіштері коммерциялық ZnS және SnO қоспасын қолдана отырып, салыстырмалы түрде төмен температурада 800°C қарапайым екі сатылы қысыммен басқарылатын бу фазасының тұндыруымен үлкен 2 көлемде және графит ұнтақтары жасалған. За суретте көрсетілгендей, AWL ұстағыштары тіктөртбұрыш тәрізді және қырлы болды, ал AWL ұштарының диаметрлері 100-200 нм аралығында болды. Синтезделген ZnS наноталшық фотолюминесценция спектр 513 нм-ге бағытталған тұрақты және күшті жасыл эмиссия диапазоны және 447 нм-ге бағытталған әлсіз жасыл

эмиссия диапазоны көрінеді. Эксперименттік бақылаулары мен алдыңғы зерттеулеріне сүйене отырып, авторлар 447 нм көк сәулеленуді бос орындарға байланысты ауысуларға жатқызуға болады деп болжады, ал байқалатын жасыл сәулелену кейбір өзін-өзі белсендіретін орталықтардан, бос орындардан немесе интерстициальды күйлерден туындаған ерекше наноқұрылымдармен тікелей байланысты. ZnS нанобелгілері аз мөлшерде CO және H₂ газдары бар N₂ атмосферасында қарапайым термиялық булану әдісімен синтезделді. Бұл нанобелгілердің пайда болуы прекурсордың булануы, содан кейін ядролану және өсу арқылы өздігінен өсу процесі болып табылады. Нанобелгілердің ені 3с суретте көрсетілгендей 40-120 нм, қалыңдығы 20 нм, ұзындығы бірнеше микрометр аралығында болады. Олар бағыты бойынша өсетін алтыбұрышты вурцит құрылымы бар монокристалдар болады. ZnS нанобелгілерінің фотолю спектрі суретте көрсетілгендей шамамен 450 нм және 600 нм екі эмиссиялық диапазонды ұсынады. Авторлар 450 нм-ге жуық эмиссия диапазоны ZnS хостының ақауларға байланысты эмиссиясымен байланысты деп болжады, ал 600 нм-ге жуық күшті эмиссия Mn²⁺ қоспасының іздерінен тағайындалды.



2 сурет - (а) SEM кескіні және (б) ZnS наноталшықтарының PL спектрі.(с) TEM кескіні және (d) ZnS нанобелгілерінің PL спектрі.

Наноқұрылымды материалдардың бақыланатын өсуі саласындағы жаңа жұмыстардың бірінде әртүрлі морфологиялары, өлшемдері және микроқұрылымдары бар ZnS наноқұрылымдары ZnS наноұнтақтарының 1100°С температурада 30 минут бойы булануы нәтижесінде пайда болды. Қорғаныс ортасы ретінде де, тасымалдаушы газ ретінде де қызмет етеді (4 а,d-сурет). ZnS наноқұрылымдарының төрт түрінің, соның ішінде

наноөткізгіштердің, нанобелгілердің және нано парақтардың типтік SEM кескіндерін көрсетеді. Барлық эксперименттік нәтижелер құрылымды қалыптастыруда түтік пеші мен катализатор ішіндегі температураның таралуы басым рөл атқарғанын көрсетті. Белгілі бір температура диапазонында белгілі бір морфологиясы бар өнімдер алынды.

Сондықтан реакция температурасын және катализатор түрін бақылау арқылы белгілі бір морфологиясы бар ZnS нанокұрылымдарын алуға болады. ZnS нанокұрылымдарының өсуінің екі механизмі бар: ZnS нанородтары мен наноөткізгіштері үшін VLS механизмі және ZnS нанобелгілері мен наноқабылдағыштары үшін VS механизмі. Бақыланатын өсу және субстрат температурасы мен катализатордың ZnS нанокұрылымдарының өсуіне әсер етеді. 4е суретте жоғарыда аталған ZnS нанокұрылымдарының төрт түрінің типтік PL эмиссиясын бейнелейді. ZnS нанородтары мен наноөткізгіштерінің PL диапазонының позициялары бірдей дерлік екенін көруге болады. 530 нм-ге бағытталған тұрақты және күшті жасыл эмиссиялық диапазондар және 440 нм-ге бағытталған әлсіз көк эмиссиялық диапазондар анықталды. ZnS нанобелгілері мен нано парақтарының PL диапазонының позициялары бірдей, мысалы, 545 нм-ге бағытталған тұрақты және күшті көк эмиссия диапазоны және 440 нм-ге бағытталған әлсіз көк эмиссия диапазоны [8].

2.1.2 Фотолюминесценция қасиеттері

ZnO, SnO₂, TiO₂, CdS, CdSe, ZnSe және ZnTe сияқты II-VI топтағы бейорганикалық жартылай өткізгіштер люминесценция, магниттік және электрлік қасиеттерімен танымал. Мырыш сульфиді (ZnS) сонымен қатар II-VI бейорганикалық жартылай өткізгіш материал болып табылады және негізгі физикалық қасиеттеріне, әмбебаптығына, уыттылығына, химиялық тұрақтылығына және бірнеше технологиялық қолдану әлеуетіне байланысты ерекше назар аударды. 3,7-ден 3,9 эв-қа дейінгі энергия диапазоны және жоғары экситонды байланыстыру энергиясы (40 мэВ) бар кең жолақты саңылауының арқасында ZnS ультракүлгін сәуле шығаратын диодтар, жалпақ панельді дисплей, лазерлер, фотодетекторлар, электролюминесцентті құрылғылардағы фосфор және күн батареялары сияқты сансыз оптикалық құрылғыларда кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, ZnS қосылысы сульфидтің беткі ақауларынан пайда болатын саңылаулардың ұсталуына байланысты органикалық материалдардың фотодеградациясында белсенділік көрсетеді.

Кең жолақты жартылай өткізгіштің әрекетін ескере отырып, ZnS құрылымдық және оптикалық өнімділігін жақсарту немесе өзгерту үшін люминесцентті орталық ретінде әртүрлі металл иондарын оңай орналастыра алады. Легирлеу қоспаларды қосу ішкі кванттық энергия деңгейлерінде дискретті энергия деңгейлерін тудырады, бұл өз кезегінде негізгі жартылай өткізгіштің оптикалық, электрондық және магниттік қасиеттерін арттырады. Mn²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Ag⁺, Cr³⁺, Ni²⁺ және Eu²⁺ сияқты әртүрлі металл иондары ZnS

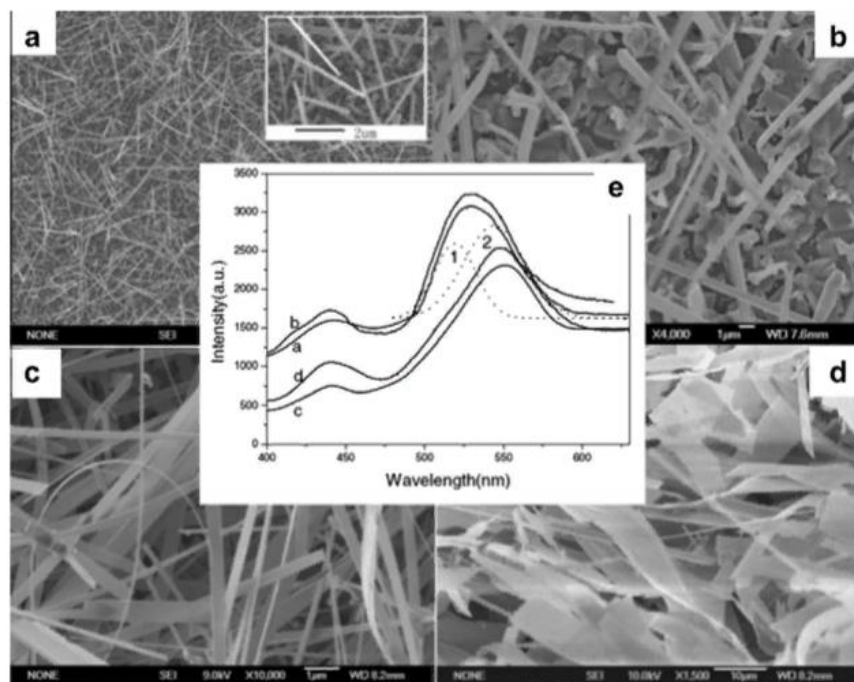
торына сәтті енгізілді. Легирлеу процесінің негізгі мақсаты оның люминесценция қасиеттерін өзгерту болып табылады, ол хосттың диапазондық саңылауында әртүрлі энергия деңгейлерін қалыптастырады.

Нанокристалды ZnS фотолюминесценция қасиеттерін түсіндіру үшін құрылымдық сипаттамалар байланысты энергия деңгейлері арқылы оптикалық қасиеттер арасындағы корреляция туралы түсінік алу үшін пайдалы болады [8]. Рентгендік абсорбциялық спектроскопия (XAS) - бұл жергілікті құрылымды зерттеудің қуатты құралы, сонымен қатар, маңызды құрылымдық ақпаратты дәлелдейді. Айта кету керек, XA ұсынған жергілікті құрылымдық деректер әдетте тұтас құрылымдық модельді құру үшін жеткіліксіз болғанымен, олар көбінесе жергілікті құрылымдық ерекшеліктер туралы ақпарат береді [9].

Авторлар гидротермиялық әдіспен синтезделген ZnS нанобөлшектерінің қасиеттеріне Co легирлеу әсерін зерттеді. Мақсатқа жету үшін рентгендік дифракцияны (XRD), жоғары ажыратымдылықтағы трансмиссиялық электронды микроскопияны (HR-TEM), рентгендік сіндіру спектроскопиясын және фотолюминесценция спектроскопиясын қамтитын әртүрлі сипаттау әдістерін қолданды. Зерттеудің негізгі бағыты нанокұрылымды ZnS қосылысының құрылымдық (ұзақ және қысқа қашықтықтағы) және оптикалық қасиеттеріне Co қосудың әсерін төмендетуді қамтамасыз ету болып табылады [9].

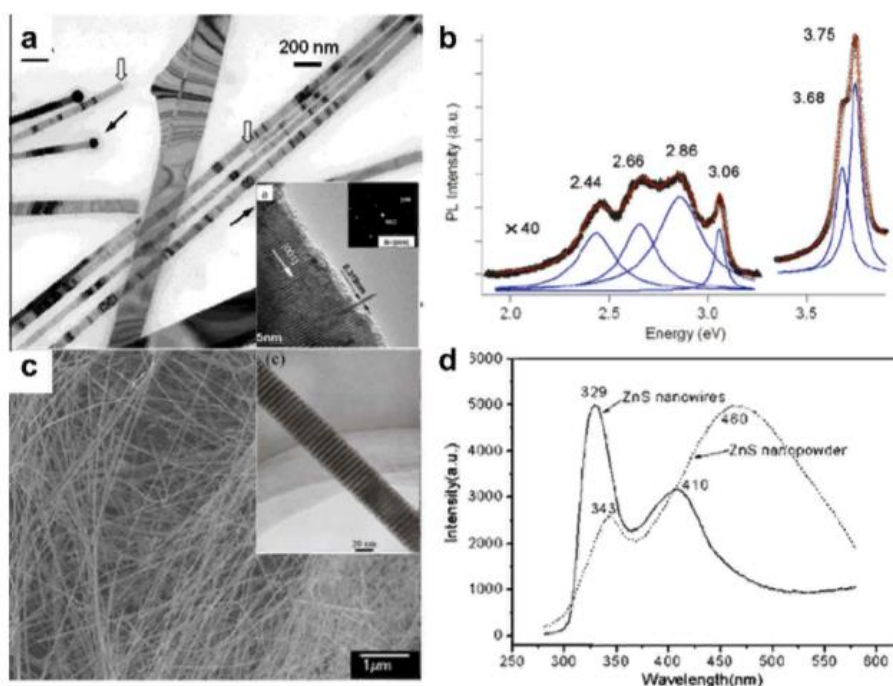
2.1.3 ZnS нанокұрылымдарының ультракүлгін сәулеленуі

Тікбұрышты қимасы бар ZnS наноөткізгіштері Ar/5% H₂ ағынында ZnS/10% Au нысандарының импульстік лазерлік булануы (PLV) арқылы жасалған. Бұл наноөткізгіштер ұштары өткір және ұзындығы ондаған микрометр тегіс болды. Ең көп таралған наноөткізгіштердің ені 55 нм болды, ал бірнеше сымдардың ені 200 нм-ге дейін болды (5а-сурет). Сонымен қатар, наноөткізгіштердің өсу ұшындағы металл бөлшектерінің көпшілігінде көпбұрыштар (5а-суреттегі қатты көрсеткіштер байқалды), PLV өсіретін наноөткізгіштердегі кәдімгі сфералардың орнына HR-TEM нәтижелері ZnS наноөткізгіштері [0 0 1] немесе [1 0 0] бағыты бойынша өсірілген вурцит құрылымы бар монокристалдар екенін көрсетті [7].



4 сурет - (a-d) Төрт түрлі температуралық аймақта түзілген ZnS наноөткізгіштердің, нанобелгілердің және наноқабылдағыштардың SEM кескіндері.

(e) ZnS наноқұрылымдарының PL спектрлері [7].



5 сурет - (a) TEM және HR-TEM-тікбұрышты көлденең қимасы бар ZnS нано сымдары.

(b) Толқын ұзындығы 266 нм ультракүлгін лазермен RT қоздыру кезінде алынған ZnS наноөткізгіштерінің PL спектрі.

(c) СЭМ және ТЭМ- ZnS нано сымдарының мерзімді егіз суреттері. (d) ZnS нано ұнтақтары мен ZnS нано сымдарының спектрлері [7]

2.2 ZnS нанокұрылымдарының артықшылықтары

Ультракүлгін сәуле- көрінетін сәулелену үшін толқын ұзындығы қысқарақ, бірақ Әлі Де Рентген сәулелерінен ұзағырақ электромагниттік сәулелердің бірі болып табылады. Спектр электромагниттік толқындардан тұратындықтан, жиіліктері адамдар күлгін түс ретінде анықтайтындардан жоғары болғандықтан, оны ультракүлгін сәуле деп атайды. Сәулелену 10-400 нм диапазонында, энергиясы 3 эв-тан 124 эв-қа дейін, оның ішінде күннен шығатын ультракүлгін сәулелер 200-400 нм аралығында болады. Ультракүлгін сәуленің толқын ұзындығына қатысты қолданыстағы классификациясына сәйкес, ультракүлгін -А диапазонының ең ұзын толқын ұзындығы (320-400 нм) жер бетіне жетуі мүмкін. Күннен қорғайтын кремдердегі молекулалар УК-В (290-320 нм) сәулесінің көп бөлігін сіңіреді және жер атмосферасының молекулалары УК-С (200-290 нм) сәулеленуін толығымен сіңіріп, оның жерге жетуіне жол бермейтіні сияқты, адам терісін де лайықты қорғайды. Жер бетіне түсетін ультракүлгін сәулеленудің 98,7% УК-А құрайды [5].

Көптеген зерттеулерде ультракүлгін сәуленің тері қатерлі ісігін тудыруы мүмкін екенін дәлелдеді. Біздің күнделікті өмірімізде кәдімгі шыны ультракүлгін А-ға дейін жартылай мөлдір, бірақ қысқа толқын ұзындығына дейін мөлдір емес, ал кремний диоксиді немесе кварц әйнегі сапасына байланысты вакуумдағы ультракүлгін толқын ұзындығына дейін мөлдір болуы мүмкін. Кәдімгі терезе әйнегі жарықтың 90% - ын 350 нм-ден жоғары өткізеді, бірақ 300 нм-ден төмен жарықтың 90% - дан астамын блоктайды. Ультракүлгін датчиктер түсетін ультракүлгін сәулеленудің қуатын немесе қарқындылығын өлшейді. Сондықтан ультракүлгін сәулеленуге ең жоғары сезімталдықты көрсететін, бірақ стандартты көрінетін сәулеленуге соқыр жаңа тиімді ультракүлгін сенсорларды әзірлеу уақтылы маңызды және талап етіледі [5].

ZnS ультракүлгін детекторларға жаңа перспективалы балама ұсынады, олар әсіресе ультракүлгін-А диапазонында жақсы жұмыс істейді. Барлық қолданыстағы балама материалдармен салыстырғанда: жанама өткізгіш (5,5 эв) және тікелей өткізгіш, жартылай өткізгіш ZnO (3,4 эв), ZnS осы нақты толқын диапазонында ультракүлгін детектор ретінде жоғары әлеуетке ие. Фотон энергиясы жоғары жарықтандыру кезінде, мысалы, ZnS диапазонындағы саңылау энергиясына жақын ZnS (3,7 эв), электронды тесік жұптары, мысалы, фотон энергиясы жоғары жарықтандыру кезінде пайда болады және тасымалдаушылардың бір түрі бетінде қалып, басқа тасымалдаушы түрінің тығыздығының жоғарылауына байланысты сезімталдықты арттырады. Әдетте, фотореспонс жарықтандырудың жарық энергиясы шекті қозу энергиясынан жоғары болған кезде айтарлықтай өсуді көрсетеді. Мысалы, ZnS нанобелсенді негізіндегі жеке сенсордың фотореспонсы көрінетін жарыққа реакциясымен салыстырғанда 320 нм жарықпен жарықтандырылған кезде шаманың үш ретінен астамға артады. Жоғары спектрлік селективтілік жоғары фотосезімталдықпен бірге ZnS

нанобелгілерін көптеген салаларда "көрінетін соқыр" ультракүлгін фотодетекторлар ретінде пайдаланудың жарқын перспективаларын білдіреді. Жақында ZnSe-3en прекурсорлық нанобелгілерінде этилендиаминнің көмегімен үштік ерітіндінің көмегімен бір кристалды ZnSe нанобелгілерін жасады, содан кейін Таза Ar атмосферасында 2-4 сағат ішінде 500°C температурада термиялық өңдеді. Жеке ZnSe нанобелгілері микрофабрикация процесі арқылы наноөлшемді фотодетекторларға жиналды. 250 нм тереңдіктегі ультракүлгін жарық пен 600 нм көрінетін жарық арасындағы шаманың шамамен үш реті және 400 нм көрінетін жарық пен 600 нм көрінетін жарық арасындағы шаманың шамамен екі реті арасындағы кемсітушілік қатынасы айқын болды. Сонымен қатар, фотодетекторлар жоғары спектрлік селективтілікті және фотоағымның тез ыдырау коэффициентін (>99%) және жылдам уақыт реакциясын (<0,3 с) көрсетті, бұл әзірленген фотодетектордың ультракүлгін сәулелену кезінде ғана құнды емес екенін дәлелдейді., сонымен қатар қысқа толқын ұзындығындағы көк жарыққа сезімтал фотодетекторлар үшін де қолданылады (460 нм-ден төмен) [5].

2.3 Нанокұрылымды материалдар

Наноматериалдар технологиялық жетістіктерде олардың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерінің арқасында олардың көлемдік аналогтарымен салыстырғанда жақсартылған өнімділігімен танымал болды. НММ олардың мөлшеріне, құрамына, пішініне және шығу тегіне қарай жіктеледі. NMS бірегей қасиеттерін болжау мүмкіндігі әрбір классификацияға құндылық қосады. NMS өндірісінің жедел өсуіне және олардың өнеркәсіптік қолданылуына байланысты проблемалар сөзсіз.

Нанобөлшектер (NPS) және нанокұрылымды материалдар (NSM) көптеген қолданбаларда толық таралуы бар белсенді зерттеу саласы және техникалық- экономикалық сектор болып табылады. NPS және NSM балқу температурасы, ылғалдылық, электр және жылу өткізгіштік, каталитикалық белсенділік, жарықтың сіңуі және шашырауы сияқты реттелетін физика-химиялық сипаттамаларының арқасында технологиялық жетістіктерде көрнекті орынға ие болды, бұл олардың көлемдік аналогтарымен салыстырғанда өнімділіктің жоғарылауына әкеледі. Нанометр (нм)- ұзындығы 10^{-9} метр болатын халықаралық бірліктер жүйесіндегі өлшем бірлігі. Негізінде, NMS кем дегенде бір өлшемде ұзындығы 1-1000 нм болатын материалдар ретінде сипатталады, дегенмен, олар әдетте диаметрі 1-ден 100 нм-ге дейінгі диапазонда анықталады. Бүгінгі таңда Еуропалық Одақта (ЕО) және АҚШ-та NMs-ке нақты сілтемелерді қамтитын бірнеше заңнамалық актілер бар. АҚШ-тың азық-түлік және дәрі-дәрмек басқармасы сонымен қатар NMS-ті "шамамен 1-ден 100 нм-ге дейінгі диапазонда кем дегенде бір өлшемі бар және мөлшеріне байланысты құбылыстарды көрсететін материалдар" деп атайды [10].

2.3.1 Наноматериалдардың түрлері

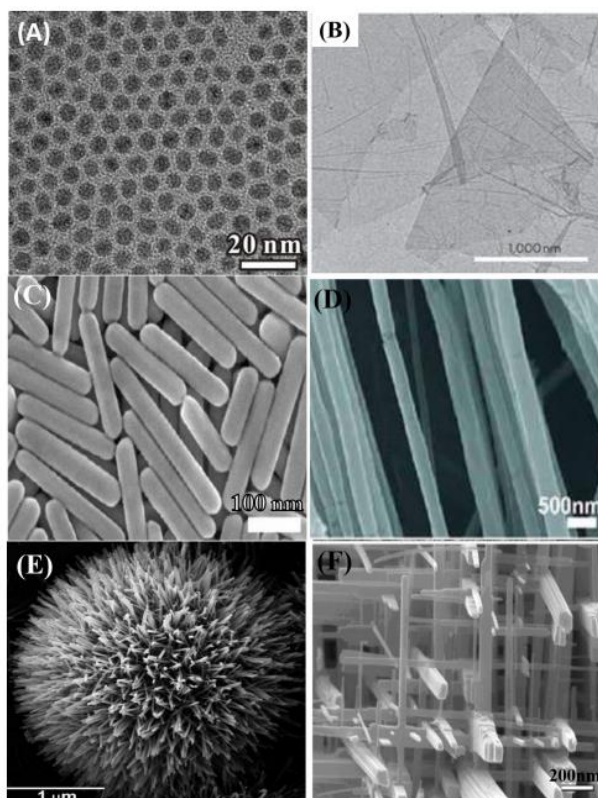
NPS және NMS-тің көпшілігін материалға негізделген төрт санатқа бөлуге болады:

Көміртегі негізіндегі наноматериалдар: әдетте, бұл наноматериалдарда көміртегі бар және олар қуыс түтіктер, эллипсоидтар немесе сфералар сияқты формаларда кездеседі. Фуллерендер (C₆₀), көміртекті нанотүтікшелер (CNT), көміртекті наноталшықтар, көміртекті көміртек, графен және көміртекті пияз көміртегі негізіндегі NMS санатына кіреді. Лазерлік абляция, доғалық разряд және будың химиялық тұндыруы (CVD) осы көміртегі негізіндегі материалдарды (техникалық көміртекті қоспағанда) өндірудің маңызды өндірістік әдістері болып табылады.

Бейорганикалық негіздегі наноматериалдар: бұл наноматериалдарға металл және металл оксидтерінің нанобөлшектері және NSM кіреді. Бұл нанобөлшектерді Au немесе Ag нанобөлшектері, TiO₂ және ZnO нанобөлшектері сияқты металл оксидтері сияқты металдарға синтездеуге болады.

Органикалық негіздегі наноматериалдар: оларға көміртегі негізіндегі наноматериалдарды немесе бейорганикалық наноматериалдарды қоспағанда, негізінен органикалық заттардан жасалған наноматериалдар жатады. Молекулаларды өздігінен құрастыру және құру үшін ковалентті емес (әлсіз) өзара әрекеттесулерді қолдану органикалық нанобөлшектерді дендримерлер, мицеллалар, липосомалар және полимерлі нанобөлшектер сияқты қажетті құрылымдарға айналдыруға көмектеседі.

Композиттерге негізделген наноматериалдар: композиттік наноматериалдар нанобөлшектерді басқа нанобөлшектермен біріктіре алатын наноөлшемді өлшемде көп фазалы нанобөлшектер және бір фазалы NSM болып табылады немесе үлкенірек немесе көлемді материалдармен (мысалы, гибриді нанофибрлер) немесе металлоорганикалық жақтаулар сияқты күрделі құрылымдармен. Композиттер металл, керамика немесе полимердің кез келген түрімен көміртекті, металл немесе органикалық негіздегі кез келген NMS комбинациясы болуы мүмкін [10].



6 сурет - Өртүрлі морфологиясы бар наноматериалдар: (А) кеуекті емес нанобөлшектер (0D);(В) графен нанолистері (2D), (В) Ag наношиптері (1D); (D) полиэтилен оксиді нанофибрлері (1D) ; (E) Кірпіге ұқсас ZnO нано сымдары (3D); (F) WO₃ нано сымы желі (3D)

2.3.2 Наноматериалдардың мөлшеріне қарай жіктелуі

Наноқұрылымды материалдар - өлшемдері 1-100 нм диапазонында болатын материалдардың жаңа класы, олар бірқатар өнеркәсіптік секторлардағы өнімдердің өнімділігі мен кеңейтілген мүмкіндіктерін жақсарту үшін ең үлкен әлеуеттердің бірін қамтамасыз етеді [5]. Наноқұрылымдарды пішіндеріне қарай нөлдік өлшемді (біркелкі болғанда 0D), бір өлшемді (ұзартылған кезде 1d) және екі өлшемді (жазық болғанда 2d) деп бөлуге болады.

Кәдімгі өнімдерді нано деңгейде өндіру қазіргі уақытта көптеген елдердің экономикалық прогресіне көмектеседі және ықпал етеді. NPS және NSMS көптеген түрлері туралы хабарланды және болашақта көптеген басқа сорттардың пайда болуы болжануда. Сондықтан оларды жіктеу қажеттілігі туындады. НМ олардың кристалдық формалары мен химиялық құрамына қарай жіктелді. Алайда, Глейтер схемасы толығымен аяқталған жоқ, өйткені NPS және NSMS өлшемдері ескерілмеді. 2007 жылы Скороход 0D, 1D, 2D және 3D NMS сияқты жаңадан жасалған композиттерді қамтитын жаңа NMS жіктеу схемасын жасады. Бұл жіктеу көбінесе NMS-тегі өлшемдер бойынша электрондардың қозғалысына байланысты болады. Мысалы, 0d NMS-тегі

электрондар өлшемсіз кеңістікте ұсталады, ал 1D NMS-те электрондар 100 нм-ден аз x осі бойымен қозғала алады. Сол сияқты, екі өлшемді және үш өлшемді NMS сәйкесінше x – y осі мен x , y , z осі бойымен электрондардың қозғалысына ие. NMS қасиеттерін болжау мүмкіндігі NMS жіктеу мәнін анықтайды. NMS қасиеттері Глейтер классификациясындағы "түйіршік шекараларын әзірлеу" тұжырымдамасында көрсетілгендей түйіршік шекараларына қатты тәуелді болады. Осылайша, балқу температурасының төмендеуі және диффузияның жоғарылауы сияқты классикалық ішкі өлшем әсерлері түйіршік шекараларын дамыту арқылы күшейтіледі. Қаптау және жылдам жүру арқылы ұсынылған классификация NMs сипаттамалары "беттік инженерия" тұжырымдамасына сәйкес бөлшектердің пішіні мен өлшемдерімен, демек, NMS класымен анықталады деп болжайды. Осылайша, бұл себептер NSM қолданбасын кеңейту үшін түйіршік шекараларын дамытумен қатар бөлшектердің де пішіні мен өлшемдерін дамытуға бағытталған [10].

2.3.3 Наноматериалдардың көздері

Көздері наноматериалдар бөлуге болады үш негізгі санаттары олардың шығу тегіне байланысты:

Кездейсоқ наноматериалдар- кездейсоқ құралатын, жанама өнім ретінде, өндірістік процестерді сияқты алғаш пайда болғаннан шығатын газдардың автомобиль қозғалтқыштар, дәнекерлеу булардың жану процестерін және тіпті кейбір табиғи процестер сияқты қарастырылады;

Инженерлік наноматериалдар- адамдар үшін, болуы белгілі бір қасиеттерге үшін қалаған пайдалану үшін дайындалды;

Табиғи наноматериалдар- табиғаттан табуға болатын денедегі ағзалардың, жәндіктердің, өсімдіктердің, жануарлар мен адам. Алайда, табиғатта кездесетін, кездейсоқ және өндірілген арасындағы айырмашылықтар жиі болады [10].

2.4 ZnS нанобөлшектерін алу әдістері

Мырыш сульфиді (ZnS)- P типті өткізгіштігі бар кең, түзу жолақты күрделі жартылай өткізгіш. ZnS нанокұрылымын дайындау үшін көптеген әдістерін қоса алғанда, электрохимиялық тұндыру, золь-гель әдісі, бірлескен тұндыру, CVD әдісі, гидротермиялық әдіс және т.б. Осы әдістердің ішінде гидротермиялық әдіс икемді, өнімді, және түзетуге болады. Ол ұнтақтауды немесе күйдіруді қажет етпейді, ластану деңгейі төмен және үнемді [11].

2.4.1 Гидротермиялық әдіс

Гидротермиялық әдіс – наноматериалдарды дайындаудың ең көп қолданылатын әдістерінің бірі. Гидротермиялық әдісте наноматериалдардың түзілуі бөлме температурасынан өте жоғары температураға дейінгі кең температура диапазонында жүруі мүмкін. Дайындалатын материалдардың морфологиясын бақылау үшін реакциядағы негізгі құрамның бу қысымына байланысты төмен қысымды немесе жоғары қысымды жағдайларды қолдануға болады. Осы әдісті қолдану арқылы наноматериалдардың көптеген түрлері сәтті синтезделді. Гидротермиялық синтез әдісінің басқаларға қарағанда айтарлықтай артықшылықтары бар. Гидротермиялық синтез жоғары температурада тұрақты емес наноматериалдарды тудыруы мүмкін. Жоғары бу қысымы бар наноматериалдарды гидротермиялық әдіспен материалдардың минималдышығынымен өндіруге болады. Синтезделетін наноматериалдардың құрамын гидротермиялық синтезде сұйық фазалық немесе көп фазалы химиялық реакциялар арқылы жақсы басқаруға болады. Авторлар нанобөлшектердің, нанородтардың, нанотүтікшелердің, қуыс наносфералардың және графен нанопарақтарының гидротермиялық синтезі туралы бірнеше мақалалар жарияланды. Синтездің жаңа әдістері, мысалы, микротолқынды пештің көмегімен гидротермиялық синтез және шаблонсыз өздігінен құрастырылатын каталитикалық синтез болып табылады [12].

Гидротермиялық әдіс ZnS бөлшектерін алудың тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Бұл әдіс жоғары бу қысымында жоғары температурада сулы ерітіндідегі материалдарды кристалдануды қамтиды. Теориялық тұрғыдан ол жоғары қысымда ыстық суда минералдардың ерігіштігіне байланысты монокристалдардың синтезі ретінде анықталады. Құрылғы автоклав деп аталатын қысымды болат ыдыстан тұрады. Бұл әдісте қақпағы тығыз жабылған тефлонмен қапталған болат цилиндрлерден жасалған автоклавтар қолданылады. Олар ұзақ уақыт бойы жоғары температура мен ішкі қысымды ұстап тұру үшін қолданылады [13].

2.4.2 Золь-гель әдісі

Золь-гель синтезі- бұл нанобөлшектерден қатты материалдар алуға мүмкіндік беретін әдіс. Бұл зерттеулер синтезделген нанокұрылымдардың пішінінің маңыздылығын және синтез кезінде нанокұрылымдардың пішінін неліктен бақылау керектігін көрсетеді. Осылайша, NPs пішіні мен өлшемін жақсырақ басқаруды қамтамасыз ете алатын әдіс қолданбалардың кең ауқымы үшін ең қолайлы болып табылады. Әдебиеттердегі әртүрлі зерттеулер золь-гель әдісі NPs пішіні мен өлшемін бақылаудың перспективалы әдістерінің бірі екенін көрсетеді. Авторлар ең көп қолданылатын химиялық әдістердің бірін, яғни TiO_2 , ZnO , SnO_2 және WO_3 сияқты Әртүрлі MONp-тарды синтездеу үшін золь-гель әдісін қарастырды. Золь-гель процесіне қатысатын өңдеу қадамдары егжей-тегжейлі талқыланады. Сонымен қатар, кристалл құрылымын,

оптикалық қасиеттерін, өткізу қабілеттілігін, элементтік құрамын, пішіні мен өлшемін зерттеу үшін материалдың сипаттамасы туралы қысқаша талқылауды ұсынды. Фотокатализ, фотоэлектриктер, датчиктер, сутегі өндірісі және биомедициналық салалардағы сияқты MONP s-дің әртүрлі қосымшалары егжей-тегжейлі талқыланды. Золь-гель әдісі-жоғары сапалы MONP, сондай-ақ аралас оксидті композиттерді дайындаудың жақсы қалыптасқан синтетикалық тәсілдерінің бірі. Бұл әдіс материалдардың құрылымы мен беттік қасиеттерін тамаша бақылауға ие [14].

2.4.3 CVD әдісі

Химиялық бумен тұндыру (CVD) - жоғары сапалы, жоғары өнімді қатты материалдарды алу үшін қолданылатын вакуумды тұндыру әдісі. Бұл процесс жартылай өткізгіш өнеркәсібінде жұқа пленкалар жасау үшін жиі қолданылады. Микроөндіріс процестерінде CVD материалдарды әртүрлі формаларда, соның ішінде монокристалды, поликристалды, аморфты және эпитаксиалды тұндыру үшін кеңінен қолданылады. Бұл материалдарға кремний (диоксид, карбид, нитрид, оксинитрид), көміртек (талшықтар, нано талшықтар, нанотүтікшелер, гауһар және графен), фторкөміртектер, жіптер, вольфрам, титан нитридтері және әртүрлі жоғары диэлектриктер жатады. Химиялық тұндыру химиялық реакцияның артықшылықтарын пайдаланады, онда өнім өздігінен жиналып, қолайлы субстратқа түседі. Химиялық тұндыру әдетте ZnS, CuSe, InS, CdS және т. б. сияқты кристалды бейорганикалық материалдардың жұқа наноқұрылымды қоспа қабықшаларын жасау үшін қолданылады. Тұндыру жағдайларына байланысты химиялық ваннада тұндыру болып табылады. Материал мен тұндыру жағдайларына байланысты нанопластикалардан нанотүтікшелер мен нанородтарға дейін әртүрлі беттік морфологиялар алынды. Шөгінді реакциялардағы реактивтер әдетте суда еритін иондық қосылыстар болып табылады. Бұл қосылыстар суда еріген кезде олар бір-бірінен бөлініп, аниондар мен катион иондарын түзеді. Егер бір қосылыстың катионы басқа қосылыстың анионымен ерімейтін қосылыс түзсе, тұнба пайда болады. Бұл әдісті қолдану салаларына ағынды сулардан ауыр металдар мен аниондарды алып тастау, судың кермектігін төмендету және металдарды алу жатады. Синтез процестері тұндыру (алмастыру), бірлескен тұндыру, тотығу-тотықсыздану процесі, термолиз, гидролиз, полимерлеу және конденсация реакцияларына негізделген химиялық тұндыру арқылы жүреді. Синтетикалық жүйеде әртүрлі айнымалыларды бақылау. Әр түрлі синтез жағдайында шөгінді процестердің өнімдері ірі кристалдардан наноқұрылымды коллоидты бөлшектерге дейін. Бірлескен тұндырудың химиялық әдістері металл нанобөлшектерін, металл оксидтерін, сондай-ақ көптеген металл қосылыстарын жартылай өткізгіштермен синтездеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, қасиеттер мен сипаттамалардың кең спектріне синтез шарттарын өзгерту арқылы қол жеткізуге болады. Бұл әдістердің негізі электрохимиялық жабдық, микротолқынды сәулелену,

ультрадыбыстық және жоғары энергия сәулелері сияқты әртүрлі жүйелерді қолдана отырып, еритін прекурсорлардан өнімдер алу болып табылады [15].

2.5 ZnS нанобөлшектерінің қолданылуы

ZnS нанокөміршіттері көпфункционалды және биомедициналық материалдар ретінде үлкен қызығушылық тудырады және олардың бірегей физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты оларды зерттеу өсуде [16]. Мырыш сульфидінің көптеген қолданылуы бар. Олардың ішінде жаңа қосымшаларды табу үшін ZnS қасиеттерін жақсартудағы соңғы жетістіктер қарастырылады. Мұндай қолданбалар әртүрлі ZnS наноқұрылымдары болып табылады, мысалы, фотокатализаторлар, оптоэлектроника құрылғыларды жасау мен сенсорлар, сутегі генерациясы мен наногенераторлар және т.б.[17].

2.5.1 Фотокатализатор

Жақында ZnS/графен нанокөміршіттерін синтездеудің қарапайым қатты күйдегі әдісі туралы хабарлады. Нәтижесінде, нанокөміршіттердің таза Zn-мен салыстырғанда жоғары фотокаталитикалық белсенділік көрсеткенін көрсетті, бұл графеннің енгізілуінен туындаған фотоиндукцияланған электронды кемтік жұбының рекомбинациясының төмендеуіне байланысты. Өнімдердің фотокаталитикалық көрсеткіштері метил апельсинімен бағаланды. NaBH₄ тотықсыздануы нәтижесінде алынған нанокөміршіттің графенді тікелей қосу арқылы алынғанмен салыстырғанда жоғары фотоактивтілікке ие екендігі анықталды. Мұны жоғары спецификалық с бетінің ауданына және ZnS мен графен арасындағы синергетикалық әсердің күшеюіне жатқызуға болады. Фотокаталитикалық белсенділік негізгі көк немесе метил көк (МБ) көмегімен ультракүлгін сәулелену кезінде модельді ластаушы зат ретінде бағаланды. ZnS, MCM-41 тіреуінің және ZnS-тің әр түрлі wt% - ның фотокаталитикалық деградацияға және ZnS жүктемесі, катализатор мөлшері, рН және бояғыштың бастапқы концентрациясы сияқты параметрлердің деградацияға әсеріне әсері бағаланды. Жаңа графен / тапсырыс бойынша мезопоралық ожерель тәрізді ZnS нанокөміршіті (GR-ZnS). Ол ультракүлгін сәулелену кезінде 97,5% метилоранждың (МО) 30 минут ішінде ыдырауымен фотокаталитикалық өнімділікті арттырады және су тазарту катионында перспективті қолдануды қамтамасыз ете алады. Графен нанопарақтары– мырыш сульфиді (GNS–ZnS) нанокөміршіттері микротолқынды сәулеленудің көмегімен Ху және т.б. синтезделді. Ол метил көк фотодеградациялау бағытында тамаша фотокаталитикалық белсенділікті көрсетті [17].

2.5.2 Оптоэлектроника және құрылғыларды жасау

Нанокөмпозиттердің қолданылуы өте кең, олар қатты күйдегі күшейткіштерден бастап мөлдір магниттерге дейін қолданылады. Нанокөмпозиттік құрылымдар нәтижесінде ерекше жоғары RI, магниттік қасиеттері және тамаша механикалық қасиеттері бар мөлдір материалдар пайда болды. (2 гидроксифенил)- бензоксазолдың (BOX) функционалданған ZnS нанобөлшектерінің (ZnS-BOX) көк жарық шығарумен синтезі туралы хабарлаған. ZnS-BOX полимер матрицасына көлемді полимерлеу арқылы қосылды және 429 нм көк эмиссияға ие болды. Жаңа фотоэлектрлік құрылғыларды жасау үшін арзан химиялық компоненттері бар ақ дерлік жарық шығаратын нанокөмпозиттерді пайдалануға болады. Наноздалған Zn өткізгіш полианилин матрицасында синтезделді. ZnS нанобөлшектерінің оптикалық сіңіру шыңының толқын ұзындығы полианилин концентрациясының төмендеуімен 270-тен 330 нм-ге дейін артады. Температураның функциясы ретінде тұрақты токтың электр өткізгіштігін зерттеу үш өлшемді, зерттеу процесі ZnS–полианилинді нанокөмпозиттерде жүретінін көрсетеді. Корреляцияланған тосқауылдың секіруі температураға тәуелді айнымалы токтың өткізгіштігінен туындайды. ZnS нанобөлшектерінің қосылуы тосқауылдың биіктігін арттырады. Жоғары ұйымдасқан мезопорозды кремний диоксиді өзегі және біркелкі ZnS қабығы (қалыңдығы 200 нм) бар жаңа фотоэлектрондық көмпозит туралы хабарланды. Жаңа нанокөмпозиттің оптикалық қасиеттері фотолюминесцентті спектроскопия әдісімен бағаланады. Zn-де үлкен өлшемді агрегаттар табылды, сондықтан кванттық өлшемнің әсерін байқау мүмкін болмады. Матрицадағы нанокұрылымдардың құрамын өзгерту арқылы реттелетін сыну көрсеткіші бар полимерлі нанокөмпозиттерді дайындау үшін дисперсті ZnS қолданылады. 2 - меркаптоэтанолмен (ME) қапталған ZnS NPs-тен түзілген нанокөмпозиттердің оптикалық, динамикалық және термомеханикалық қасиеттерін бос радикалдардың бастамасымен полимерлеу нәтижесінде алынған полимерлі матрицада зерттелді. Нанокөмпозиттер көрінетін диапазонда оптикалық мөлдірлікті, термиялық тұрақтылықты және жақсы механикалық қасиеттерді көрсетеді. Нанокөмпозиттердің оптикалық мөлдірлігі және сыну көрсеткіштерінің NP жүктемесіне тәуелділігі дайындалған нанокөмпозиттерді оптикалық құрылғыларды жасау үшін қолдануға болатындығын көрсетеді. Екі түсті бейнелеу және үш өлшемді зондтау үшін жаңа бір зондты, полиэтиленейминді Mn–ZnS нанокөмпозитін синтезделген. Сәйкесінше 495 нм және 585 нм температурада алынған нанокөмпозиттің екі PL жолағы ортогональды болды, сондықтан бір зондтың үш арналы оптикалық сигналдарын жазу арқылы сегіз ақуызды азайтуға мүмкіндік береді. Құрамында ZnS нанобөлшектері (NPs) бар жоғары сыну көрсеткіші (RI) ZnS/PVP/ PDMAA гидрогельді нанокөмпозиттерінің сериясы ультракүлгін сәуленің әсерінен бос радикалды CO полимерленуінің қарапайым әдісімен сәтті синтезделді. NPs PVP/PDMAA гидрогель матрицасында гидрогель

нанокомпозиттерінде 60 wt% жоғары, жақсы дисперсті және тұрақтандырылғаны анықталды. ZnS/PVP/PDMAA гидрогельді нанокомпозиттерінің тепе-теңдік су құрамы 66,8-ден 82,0 вт% - ға дейін, ал меркаптоэтанолмен қапталған ZnS NPs мазмұны сәйкесінше 30-дан 60 wt% - ға дейін өзгерді. Алынған нанокомпозиттер мөлдір және мөлдір емес және олардың RIs құрғақ және гидратталған күйде сәйкесінше 1,58 1,70 және 1,38–1,46-ға дейін өлшенеді, оларды ZnS NPs мәнін өзгерту арқылы реттеуге болады. Қоянның көзіне имплантацияланған гидрогельді нанокомпозиттерге 3 апта ішінде жақсы тезуге болады. Демек, әзірленген реттелетін RIs бар жоғары RI ZnS/PVP/PDMAA гидрогельді нанокомпозиттері қатаң қабықты жасанды имплантациялау үшін перспективті материал болуы мүмкін. Төмендетілген графен оксидіне (RGO) енгізілген ZnS нанобөлшектерінің микротолқынды пештің көмегімен қарапайым синтезін сипаттады. Материал натрий-ионды аккумуляторлардың анодты материалдары ретінде қолданылған және натрийді сақтаудың тамаша қасиеттерін көрсетеді. Мөлдір, жоғары флуоресцентті, органикалық–бейорганикалық нанокомпозиттік пленкалар сериясы дайындалды. Онда меркаптоэтанолмен қапталған ZnS нанобөлшектері сыналатын оксисиланмен қапталған поли (Mma-co Hq-CH₂-HEMA) сополимеріне енгізілген [17].

2.5.3 Ағынды суды тазартуда қолдану

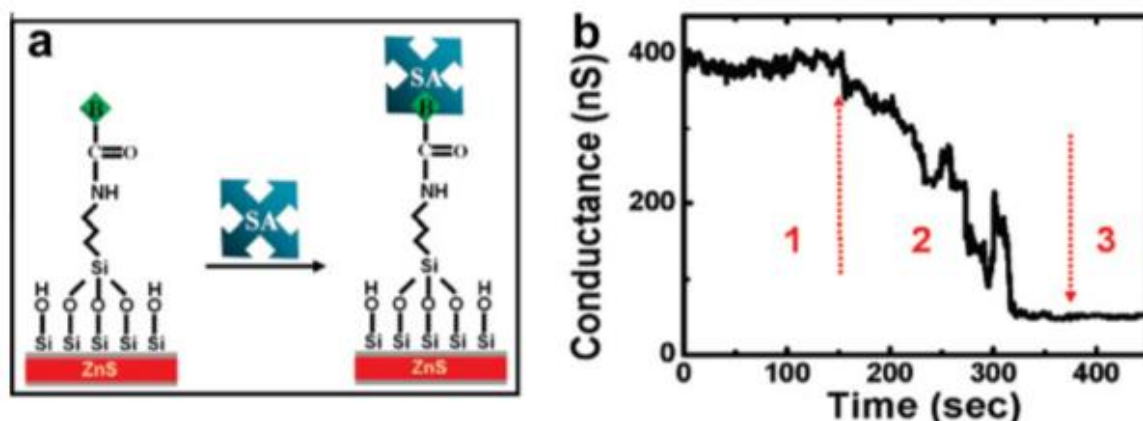
Синтезделген мырыш сульфидінің нанобөлшектері және ZnS / TiO₂ нанокомпозиті, биологиялық жолмен түзілген сульфидтің артық мөлшерін пайдаланып, ағынды сулармен қышқыл шахтасының дренажынан тазартуда қолданылады. Қышқыл шахтасының дренаждық биоремедиация жүйесін металл сульфидінің нанобөлшектері мен нанокомпозиттерінің синтезімен біріктіру арқылы кеңірек қолдануға болады [17].

2.5.4 Сенсорлар

Биосенсорлар: Биосенсор- детектордың биологиялық құрамдас бөлігі мен физика-химиялық құрамдас бөлігін біріктіретін талданатын затты анықтауға арналған құрылғы. Әр түрлі типтегі биосенсорлардың көптеген ықтимал қолданылуы бар. Биосенсорлық тәсілдің негізгі талаптары мақсатты молекуланы анықтау, сәйкес биологиялық тану элементінің болуы және сезімтал зертханалық әдістер үшін қолайлы бір реттік портативті анықтау жүйелерін пайдалану мүмкіндігі болып табылады [18].

Синтезделген хитозан / мырыш сульфиді (CS/ZnS) нанокомпозитті қабықшалар био-минералдану процесін модельдеу арқылы пленкалардың гидротермиялық тұрақтылығы мен флуоресценттік қасиеттері бар. Олар нанокомпозиттің қорғасын иондарын анықтау үшін сезімтал қасиеттері бар. Нанокомпозициялық пленкалардың флуоресцентті сәулеленуінде ZnS

бөлшектерінің өлшемдері 20 нм-ден аз болады. Нанокөпестік қабықшалардың флуоресценция эмиссиясы (363 нм) Рb иондарының болуына өте сезімтал. Пленкаларды судағы Рb иондары үшін сенсорлық пленкалар ретінде жасауға болады. Кремний диоксиді қабықшасының ішінде капсулаланған және оптикалық талшықтың ұшында поливинил спирті (PVA) полимерлі жабыны арқылы иммобилизацияланған CdSe/ZnS нанобөлшектерін синтезделген. Cu^{2+} ионына арналған бұл жоғары өнімді талшықты-оптикалық сенсор химиялық және медициналық анықтауда қолдану үшін тамаша материал болып табылады.



7 сурет - Нақты уақыт режимінде нақты биологиялық тануды электрлік анықтау.

(а) биотинмен модификацияланған ZnS/кремний диоксиді нанокабелінің схемасы (сол жақта), содан кейін sa нанокабель бетімен байланысады (оң жақта).

(б) биотинмен модификацияланған нанокабель үшін өткізгіштік-уақытты өлшеу [17].

2.5.5 Сутегі генерациясында қолдану

Ni легирлеу кезінде ZnS- графен композиттік фотокатализаторларының фотокаталитикалық H_2 өндірісінің мүмкіндіктері бар. Графенді енгізудің, легирлеудің және безендірілген ZnS-тердің беттік химияға, кристалдық қасиетке, оптикалық қасиетке, беттік морфологияға және фотокаталитикалық сутегі өндірісінің өнімділігіне әсері болып табылады. Графендегі Ni-легирлеу процесі және безендірілген ZnS фотокаталитикалық H_2 өндірістік белсенділігін жақсартты, себебі дисперсиялық қасиеті жақсарады, бетінің ауданы ұлғаяды, сіңірілуі жоғарылайды және фотогенерленген электрондардың тасымалдануы күшейеді. Жеңіл копреципитация гидротермиялық тотықсыздануымен дайындалған асыл металсыз тотықсызданған графен оксиді (RGO)- $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{S}$ нанокөпестігі бойынша

жоғары күн фотокаталитикалық H_2 – өндірістік белсенділігі туралы хабарлады. RGO фотокаталитикалық H_2 өндірісіндегі асыл металдардың перспективалы алмастырғышы екенін дәлелдейді. Фотокаталитикалық сутегі эволюциясы үшін Cu_2S қосылған ZnS нанокөміршіктері дәлелденген. $ZnS-Cu_2S$ нанокөміршіктері көрінетін жарық фотокаталитикалық сутегі өндірісі үшін жақсы нәтиже көрсетті [17].

3 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

Соңғы уақытта әртүрлі нанокұрылымды материалдарды тамаша физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты синтездеуге көп күш жұмсалды. Осы материалдардың ішінде бір өлшемді (1d) наноматериалдар, соның ішінде наноөткізгіштер, нанородтар, нанобелгілер және нанотүтікшелер соңғы онжылдықта нанокұрылымыларда ықтимал қолданылуына байланысты үлкен назар аударды. ZnS—кең жолақты энергиясы 3,7 эВ болатын белгілі маңызды тікелей II-VI топтық жартылай өткізгіш. Бұл жарық шығаратын диодтардағы, электролюминесцентті құрылымылардағы, инфрақызыл (ИК) терезелердегі және өріс эффектісі транзисторларындағы көрнекті оптоэлектрондық қасиеттері мен перспективті қолданбалары үшін соңғы жылдардағы ең ыстық материалдардың бірі. Сонымен қатар, гидротермиялық әдіс, термиялық булану әдісі және беттік-белсенді заттардың көмегімен осы арнайы құрылымдарды синтездеу бойынша көптеген синтетикалық әдістер әзірленді. Осы алынған ZnS нанокұрылымды материалдарының ішінде сфералық құрылымдарға материал саласындағы өнімділіктің жоғарылауына байланысты көп көңіл бөлінді. Бұл жұмыста біз ZnS қатты микросфераларын беттік-белсенді затсыз гидротермиялық әдіспен синтездеу қарастырылады. Алынған ZnS қатты микросфераларының морфологиясы SEM-мен сипатталады.

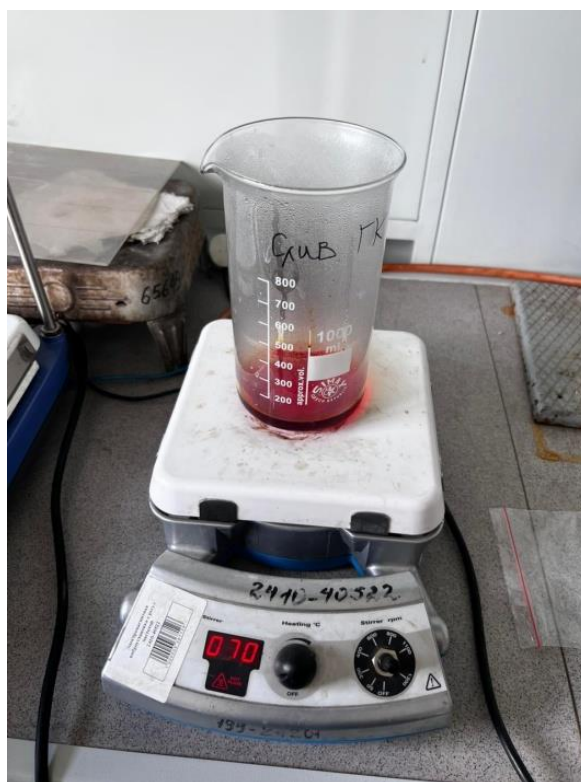
3.1 Кремний төсеніші мен жұқа қабықшаны тазалау процесі

ZnS нанокұрылымдары құрылымыларда мысалы, фотокатализаторлар, оптоэлектроника құрылымыларды жасау мен сенсорлар, сутегі генерациясы мен наногенераторлар және т.б кеңінен қолданылады.

Наноөлшемді ZnS жұқа қабықшалары төсеніштер ретінде кремний төсеніштері және шыны слайдтар қолданылады. Ең алдымен барлық үлгілерді мұқият тазалап алу қажет. 2- кестеде үлгілерді тазалау кезеңдері көрсетілген.

2 кесте – Төсеніштерді тазалау процесі

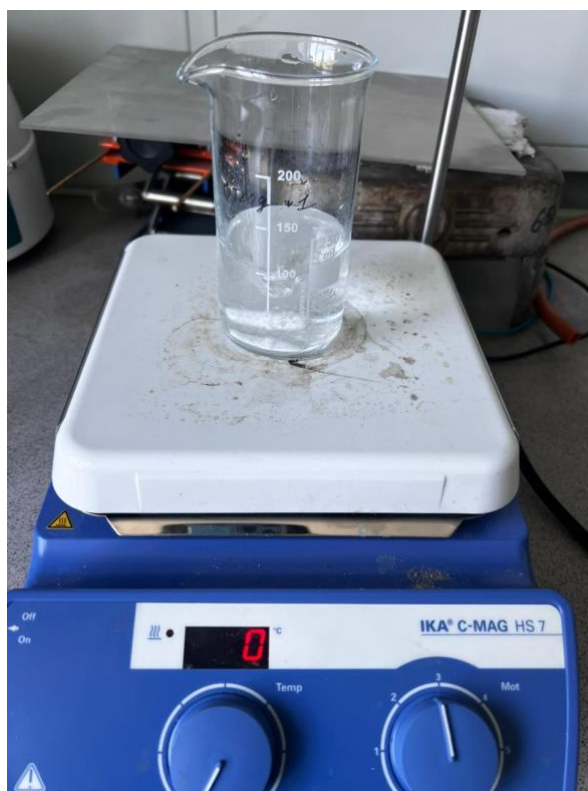
№	Спиртпен тазалау	97%	Ең алдымен спиртпен мұқият тазалынады.
1	«Хромпик» ерітіндісінде майсыздандыру	70°C температурада 30 минут көлемінде ұстау	25г калий бихроматына ($K_2Cr_2O_7$) азот қышқылын (HNO_3) қосу арқылы «Хромпик» ерітіндісі дайындалды.
2	Дистелденген сумен шаю	1-2 минут	2-3 рет дистелденген сумен шайып, тазаланды.
3	Дистелденген суда қайнату	20 минут	100°C температурада қайнатылды.
4	Арнайы реагентте қайнату	30 минут	Ерітінді 100 мл дистелденген суға, 25 мл аммиак (NH_4OH), 25 мл асқын тотығы (H_2O_2) арқылы дайындалды.
5	Ерітіндіде қайнату	3 сағат	80°C температурада 3 сағат қайнатылды.
6	Төсеніштерді кептіру	1 сағат	100°C температурада кептіру шкафында ұсталды.



8 сурет - «Хромпик» ерітіндісінде майсыздандыру

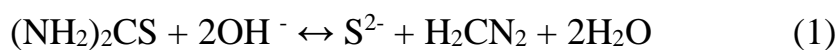
3.2 ZnS негізіндегі төсеніштерді гидротермиялық әдіспен синтездеу

ZnS қабықшаларын алу үшін атмосфералық қысымда 70-90°C температурада жүргізіледі. Қабықшаларды алу үшін гидротермиялық әдіс тиімді болып табылады. Реагенттер ретінде алдын-ала дайындалған мырыш ацетаты ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$), тиокарбамид ($(NH_2)_2CS$) ерітінділері қосылды. Бастапқыда реагенттердің концентрация мөлшері 0,1 ден 0,36 М-ге дейін өзгеріп отырады. Мырыш ацетаты дистелденген суда ерітіліп, магнитті араластырғышта бөлме температурасында 30 минут араластырылды. Кейін алынған ерітіндіге 0,3 М-ден 0,5 М-ге әртүрлі концентрленген тиокарбамид қосылып, магнитті араластырғышта бөлме температурасында 30 минут бойы араластырылды. Ерітіндіге алдын ала тазартып алған кремний мен шыны төсеніштері салынды. рН мәнін бақылау үшін дайындалған ерітіндіге 4-5 тамшы NH_4OH қосылады. Кейін синтезді қыздырылған магнитті араластырғышта 3-12 сағат аралығында жүргізілді.



9 сурет - Ерітінді магнитті араластырғышта 1800 айн/мин

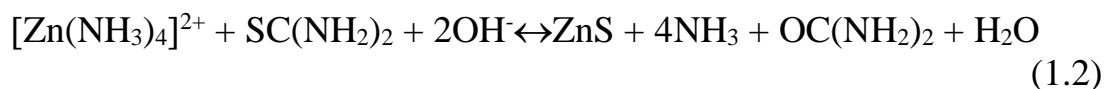
ZnS жұқа қабықшалары сілтілік ортада синтезделген. Мырыш негізі қалдыққа түсіп кетуі үшін ерітіндінің рН рөлі оннан жоғары болмауы керек. Синтез стехиометриясының талабын және рН-ның төмен рөлін ескере отырып, қауырсынға ұқсас бөлшектер пайда болатыны белгілі, сондықтан мырыш сульфидін тиімді синтездеу үшін күкірттің қанағаттанарлық резервтері қажет. Сілтілік ортада мырыш ыдырап негізі мырыш кешені бірге ыдырайды. Сонымен қатар, сілтілі сфераның қалыптасуы синтездің жылдамдығын едәуір арттырады, өйткені тиомочевина сілтілі сферада тұрақтылығын жоғалтады, ал ыдыраудың болуы күкірт иондары пайда болады, бұл металл тұздарының ерітіндісінде болуы тиісті сульфидтерді құрайды. Сілтілік ортадағы тиокарбамидтің ыдырауы сәйкестікпен сипатталады:



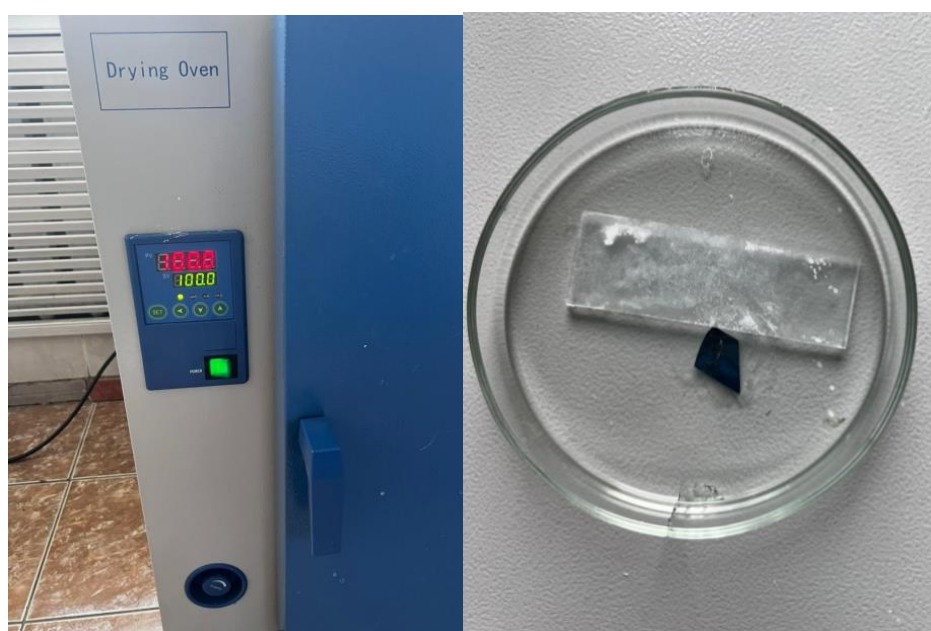
Бұл өзара әрекеттесу тепе-теңдігінің жылдамдыққа ауысуы тек S^{2-} ерімейтін сульфид иондарымен біріктірілген жағдайда ғана жүзеге асырылады, осы себепті оның қарқынды бағыты жойылады. Мырыш сульфидінің түзілуі уақыт өте келе жасалады, бірақ араласқаннан кейін бірден емес, біртіндеп жүреді, сонымен қатар өзара әрекеттесу процесін келесі жолмен көрсетуге болады:



Мырыш сульфиді химиялық өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болады, оны келесі теңдеу арқылы көрсетуге болады:



Субстраттарда жұқа қабаттардың пайда болуы субстрат жазықтығындағы тиокарбамид негізіндегі координациялық комбинациялардың кезенді түзілуінен, термиялық жоюдан, жұқа қабықтың ұлғаюы, қиын комбинациялардың жанасуынан және жоғарғы жабынның жанасуынан және ZnS тұндыру арқылы жүзеге асады.



10 сурет – Кептіру процесі.

Қабат синтезі аяқталғаннан кейін және жоғалып бара жатқан ZnS ұнтақтары тазартылған сумен 2-3 рет жуылды, сонымен қатар 16 сағат ішінде 60°C температурада кептірілді. Кептірілген қабаттар және ZnS ұнтақтары пеште 200°C, 250°C, 300°C және 500°C болады.

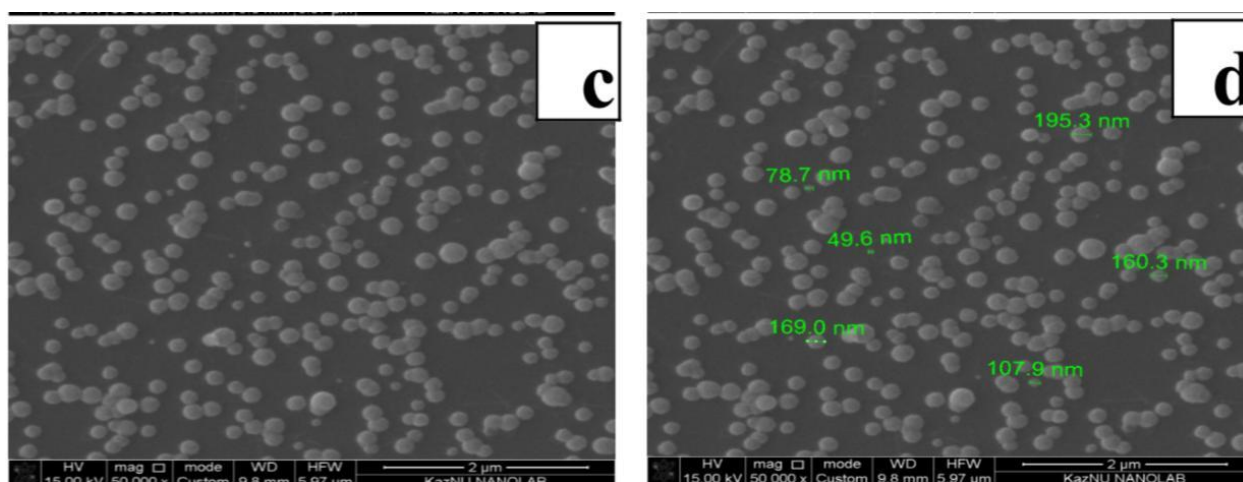
4. ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

Тәжірибелік жұмыстың қорытындыларынан, синтезделіп алынған үлгілердің морфологиясы пайдалануға алынған элементтердің температурасына, концентрациясына, синтез параметрлеріне тікелей қатысты. Процесс сипаттамаларын бақылап, мырыш сульфидінің түссіз, ұқсас бір қабықшалары синтезделді. 3-кестеде синтез кезінде қолданылатын негізгі сипаттамалар келтірілген.

3 кесте – Синтез кезінде алынған нәтижелер

Үлгі нөмері	Концентрациясы, М	Уақыт, сағат	Температура, °C	рН	Көлемі, мл
№1	0,3 М (Zn(CH ₃ COO) ₂ ·2H ₂ O),	3	80	5	100
	0,5 М ((NH ₂) ₂ CS)				

Кремний және шыны төсеніштерінде гидротермиялық әдіспен синтезделген ZnS қабаттарының морфологиясын зерттеу мақсатында пайдаланылған материалдар, Quanta 200i 3D СЭМ құрылғысы қолданылды. 11- суретте ZnS қабаттарының микробейнесін көрсетеді.



11 сурет – СЭМ микробейнесі, рН=5; Т=80°С, t=3сағ.

ZnS кремний және пленкаларының синтезінің болуы және бос пайдаланылған материалдар пайдаланылған материал жазықтығында пайдаланылатын бөлшектер сфералық пішінге ие болды. СЭМ-нің микрографында №1 стандарттың 11-суретінде ZnS наносфералары байқалады. Синтез кезеңі-3

сағат 80°C қыздыру температурасында болды. ZnS наносфераларының масштабы 49,6 нм-ден 195,3 нм-ге дейінгі спектрде болатыны көрсетілген. pH өзгерістері және өзгеріске ұшыраған жоқ, бірақ егер жылу 95°C -қа дейін көтерілсе, сфера пішінінің масштабы 49-дан 306 нм-ге дейін өзгереді бұл олардың көлемінің жоғарылауы және температураның жоғарылауынан болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Наноөлшемдегі ZnS морфологиясы барлық бейорганикалық жартылай өткізгіштердің ішіндегі ең байларының бірі екендігі дәлелденді. Өртүрлі қасиеттердің ішінде ZnS нанокұрылымдарының оптикалық қасиеттерін зерттеу өте маңызды. Сол сияқты, жұмысымызда тәжірибенің нәтижелері синтезделіп отырған үлгілердің температурасына, концентрациясына және өзара әрекеттесуіне, синтез параметрлеріне тікелей байланысты. ZnS наноматериалдарын өсіру кезінде төсеніштерде пайда болған нанокөпозиттер сфералық пішінде пайда болды. 80°C температурада 3 сағат синтезделді. Біздің жұмысымызда ZnS жартылай өткізгіш жұқа қабықшалары болды. Гидротермиялық әдіспен, мырыш ацетатымен $[Zn(CH_3COO)_2]$ және, тиокарбамидпен бірге $((NH_2)_2CS)$ синтезделді. Мырыш қасиетінде және күкірт, және азот қышқылы (HNO_3) жабу қасиетінде қолданылды. Сонымен қатар, Концентрациялардың әсері және прекурсорлардың сипаттамалары зерттелді. ZnS наносфераларының өлшемдері 49,6 нм-ден 195,3 нм-ге дейінгі спектрде болғаны байқалды. Морфологиялық қасиеттері орналастырылатын электрондық микроскопта зерттелді. Ұсынылған синтезделген нанобөлшектердің нәтижелері (СЭМ) де жүргізілді.

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

- ZnS**- Мырыш сульфиді
- СЭМ**- сканерлеуші электронды микроскоп
- ТЭМ**- трансмиссиялық электронды микроскоп
- CVD**- химиялық бумен тұндыру
- PL**- фотолюминесценция
- CL**- катодолюминесценция
- ECL**- электрохимилюминесценция
- TL**- термолюминесценция
- NPS**- нанобөлшектер
- NSM**- наноқұрылымды материалдар
- FET**- өріс эффектісі транзисторы
- УК**- ультракүлгін
- VLS**- бу-сұйық-қатты
- VS**- бу-қатты
- PLV**- импульстік лазерлік булануы
- XAS**- рентгендік абсорбциялық спектроскопия
- CNT**- көміртекті нанотүтікшелер
- ИҚ**- инфрақызыл
- PVA**- поливинил спирті
- ZB**- кристалды фаза
- WZ**- вюрцитті фаза
- MONP**- металл оксиді нанобөлшектері

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 → Fang XS, Bando Y, Gautam UK, Ye CH, Golberg D. Inorganic semiconductor nanostructures and their field-emission applications. *J Mater Chem* 2018.
- 2 → Please cite this article as: Wang C, Hu B, Chen L, Liu N, Li J, Preparation and characterization
- 3 → of ZnS nanostructures, *Optik* (2020)
- 4 → G.-J. Lee and J. J. Wu, “Recent developments in ZnS photocatalysts from synthesis to photocatalytic applications — A review,” *Powder Technology*, vol. 318, pp. 8–22, Aug. 2017.
- 5 → S. Senthilkumar and R. T. Selvi, “Formation of hexagonal shaped wurtzite zinc sulphide nano rods,” *Appl. Phys. A*, vol. 94, no. 1, pp. 123–129, Jan. 2009.
- 6 → T. Shobana, T. Venkatesan, and D. Kathirvel, “A Comprehensive Review on Zinc Sulphide Thin Film by Chemical Bath Deposition Techniques,” vol. 9, 2020.
- 7 → Zhenqian Zhang, Yongzhou Lin, Fang Liu. Preparation and characterization of CdS/ZnS core-shell nanoparticles[J], *Journal of Dispersion Science and Technology*, (2019)
- 8 → Nanostructured ZnS:Cu phosphor: correlation between photoluminescence properties and local structure, *Journal of Luminescence*, 263 (2018)
- 9 → R. Nasser, H. Elhouichet, M. Ferid, *Applied Surface Science*, 351 (2015)
- 10 → X. Wu, Z. Han, X. Zheng, S. Yao, X. Yang, T. Zhai, Core-shell structured $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{NiCo}_2\text{O}_4$ electrodes grown on flexible carbon fibers with superior electrochemical properties, *Nano Energy* 31 (2017)
- 11 → Faculty of Physics and Research Department, T.B.M.L. College (Affiliated to Bharatidasan University), Porayar, Nagapattinam, Tamil Nadu, India 102249, 2020
- 12 → Hydrothermal Synthesis of Nanomaterials, Correspondence should be addressed to Yong X. Gan; Received 21 January 2020;
- 13 → C. Jiang, W. Zhang, G. Zou, W. Yu, and Y. Qian, “Hydrothermal synthesis and characterization of ZnS microspheres and hollow nanospheres,” *Materials Chemistry and Physics*, vol. 103, no. 1, pp. 24–27, May 2007
- 14 → Metal oxides nanoparticles via sol-gel method: a review on synthesis, characterization and applications, , part of Springer Nature 2020
- 15 → Chemical synthesis methods in the synthesis of nanomaterials and nanoparticles by chemical deposition: review, *BioNanoScience* June 3, 2022
- 16 → Prospects of Colloidal Nanocrystals for Electronic and Optoelectronic Applications | *Chemical Reviews*.”

17 → Stabilization of ZnS nanoparticles by polymeric matrices: syntheses, optical properties and recent applications, RSC Adv., 2016

18 → He JH, Zhang YY, Liu J, Moore D, Bao G, Wang ZL. ZnS/silica nanocable field effect transistors as biological and chemical nanosensors. J Phys Chem C 2007.

ГИДРОТЕРМАЛДЫ СИНТЕЗДЕУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН ZnS ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

С.З. Абдуллаева, Ж.А. Досымханова, Г.С. Миталиева

Satbaev University, Алматы қ., Қазақстан

Бұл жұмыста гидротермалды әдіспен синтездеу арқылы мырыш сульфидінің (ZnS) морфологиясы бақыланатын жұқа қабықшалары алынды. Гидротермалды синтездеу әдісі меңгеріліп, алу технологиялары мен режимдері анықталды. Технологиялық параметрлерді реттей отырып, синтезделген ZnS үлгілерінің морфологиясы сканерлеуші электрондық микроскопия әдісімен, кристалдық құрылымы рентгенді құрылымдық талдау көмегімен, жұтылу және өткізу спектрлері оптикалық спектроскопия арқылы зерттелді.

In this work, thin films were obtained, controlled by the morphology of zinc sulfide (ZnS) by synthesis by hydrothermal method. Methods of hydrothermal synthesis are mastered, technologies and modes of production are defined. The morphology of the synthesized ZnS samples with the adjustment of technological parameters was studied by scanning electron microscopy, using x-ray structural analysis of the crystal structure, absorption spectra and transmission through optical spectroscopy.

Түйін сөздер: Мырыш сульфиді, гидротермалды синтез, сканерлеуші электрондық микроскоп, рентгенді құрылымдық талдау, спектрофотометр.

Key words: Zinc sulfide, hydrothermal synthesis, scanning electron microscopy, x-ray diffraction, spectrophotometer.

Қазіргі таңда ғылым мен техниканың дамуына бейорганикалық заттардың алатын орны ерекше. Атап айтсақ, бейорганикалық заттар болып табылатын жартылай өткізгіш (ЖӨ) негізіндегі материалдар алынады. ЖӨ материалдардың қасиеттерін бақылау $A^{II}B^{VI}$ тобындағы қосылыстар үшін өте маңызды. $A^{II}B^{VI}$ тобы негізіндегі материалдарды алуға басты қызығушылық – қабықшаларды алу процесі қарапайым және арзан болып келеді. Сондай-ақ бұл топтағы қосылыстар және олардың негізіндегі қатты ерітінділерге деген қызығушылық олардың электрлік, фотоэлектрлік және оптикалық қасиеттеріне байланысты. Бұл топтың негізіндегі материалдардың аз зерттелуі және ақаулық әрекеттесу процесінің басқарудың күрделі болуына байланысты әр түрлі материалдарды жасап шығаруда әлі күнге дейін орнын таппай келеді [1].

Синтезделген мырыш сульфидінің наноөлшемді қабықтарының морфологиясы және құрылымы пайдаланылған компоненттердің концентрациясы, температурасы және өзара әрекеттесуі сияқты синтез параметрлеріне тікелей тәуелді.

Синтез нәтижесінде процесс параметрлерін бақылау арқылы мырыш сульфидінің мөлдір, біртекті тұтас қабықшалары алынды. Бір өлшемді ZnS қабықшаларын өсіру кезінде субстрат бетінде пайда болған нанобөлшектер сфералық пішінге ие болғаны атап өтілді. 80°C температурада 3 сағат бойы синтезделгенде, ZnS наносфераларының өлшемдері 43,7 нм-ден 271 нм-ге дейін болды. Температура 95°C-қа дейін көтерілгенде, сфера пішіндерінің өлшемдері 49-дан 306 нм-ге дейін болды бұл температура көтерілген кезде олардың мөлшерінің ұлғаюын көрсетеді.

Рентгендік құрылымдық талдау нәтижелері үлгілердің құрылымы поликристалдарға, яғни сфалерит түріндегі мырыш сульфидінің құрылымына сәйкес келетінін көрсетті. Бұл мырыш пен күкірт атомдары бір-бірімен тығыз байланысты текше торды құрайды деп болжайды. Температура жоғарылаған сайын үлгілер поликристалды күйден кристалды күйге ауысады.

ПАЙДАЛЫНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1 Юрий Шретер, Юрий Ребане, Валерий Зыков, Валерий Сидоров, Широкозонные полупроводники // Наука. Ленинградское отделение, 2001.

2 Мидерос Мора Даниэль Алехандро, Оптические свойства соединений $A^{II}B^{VI}$ с изоэлектронной примесью кислорода с позиций теории пересекающихся зон: на примере системы ZnS-ZnSe // Москва, 172 с.