

беріп, 4-і оң 4-і теріс нәтиже беріліп нуклеотидтік қатары тексерілді. Зерттеу нәтижелерін талдау бойынша екі бағыттағы әдістер салыстырылып, дәстүрлі әдістер арқылы алынған нәтижелер дәлдігі 83% ті, ал заманауи әдістер 100%-ды құрады. Иттердің қанынан алынған дәстүрлі зерттеу нәтижелері заманауи әдістермен салыстырмалы талданып, тиімді әрі сенімді әдістер заманауи әдістер екені анықталды.

#### Пайдаланылған әдебиеттер

1. Ким Е.А., Котина Ю.А., Сейдулаева Л.Б. Дирофиляриоз // Вестник АГИУВ – 2012. – №4. – С.40.
2. Нагорный С. А., Кулак М. А., Черникова М. П. Зараженность людей дирофиляриозом в Российской Федерации // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями» журнал – 2021. – №22. – С.380-386
3. Genchi M., Ciuca L., Vismarra A., Ciccone E., Cringolli G., Kramer, L., Rinaldi, L.. Evaluation of alternative reagents on the performance of the modified Knott's test // Veterinary Parasitology. – 2021. – №298.
4. Әдістемелік-нұсқаулық. Қан жағындыларын дайындау және оны зерттеу. // Микробиология: тәжірибе нұсқаулығы. 2019. – №3. – СМҮК. – Б.28
5. D. Pietrzhak, Zh. V. Luczak, M. Wisniewski. Detecting *Dirofilaria immitis*: Current Practices and Novel Diagnostic Methods // Phatogenesis. – 2024. – V13. – №950. – P.7
6. Демидов О.Н., Шакула А.В., Гулеватый Г.В., Соболев А.В. Роль клонального гемопоэза в разработке индивидуальных программ ранней диагностики, лечения и реабилитации больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. // «Реабилитация медицина» бюллетень. – 2020. – №3. – С.45-49

**Әкім Г.Б., Жамбет А.Ұ.,** Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, физика-техникалық факультеті, ФЕ-23-1к топ, студенттер  
(*Ғылыми жетекшілер — PhD Омарова Г.С., ж.ғ.м. Садықова А.Е.*)

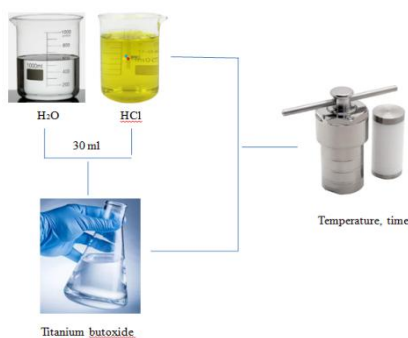
#### ТiO<sub>2</sub> ЖӘНЕ БОЯҒЫШ НЕГІЗІНДЕГІ ФОТОКАТАЛИЗДЫҢ СИНТЕЗІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Күн энергиясы жерге жылына шамамен  $32 \cdot 10^{24}$  Дж жеткізеді, бұл тұтынылатын энергия мөлшерінен едәуір асып түседі. Бұл ретте адамзат тұтынатын энергияның жиынтық көлемі күн сәулесінің небәрі 0,1% от құрайды [1]. Күн энергиясын электр энергиясына айналдыру қазіргі уақытта негізінен күн ұяшықтары арқылы жүзеге асырылады. Алайда, бұл өндірілген энергияны ұзақ уақыт сақтау проблемасын тудырады. Күн энергиясын электр энергиясына айналдырудың тағы бір тәсілі фотокаталитикалық құрылғыларды пайдалану болып табылады. Олардың көмегімен күн сәулесінің әсерінен су молекулаларын ыдырату арқылы сутегі газы мен оттегі түзілуі мүмкін. Алынған газ сақтауға, тасымалдауға жарамды және қажет болған жағдайда отын элементтерін пайдаланып электр энергиясына тиімді түрлендіруге болады. Сонымен қатар, сутегі қазіргі химия өнеркәсібінде шикізат ретінде де қолданылады [2]. Фотокаталитикалық реакциялар басқа қосымшаларда да қолданылады, мысалы, органикалық қоспалардың ыдырауы [3], суды тазарту және көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту [4].

Фотокаталитикалық реакцияны жүзеге асыру үшін өткізгіштік аймағының қолайлы позициясы бар жартылай өткізгіш қажет. Фотокатализаторлардың бірі ретінде титан диоксиді болып табылады. Ол өте жоғары қол жетімділікке ие және физикалық, химиялық әсерлерге төзімді. Үлкен жолақ ені (~3.0-3.2 эВ) тек ультракүлгін сәулені жұтады. Бұл мәселені шешу мақсатында соңғы жылдары бояғыштармен сенсбилизациялау әдісі белсенді зерттелуде. Бояғыш молекулаларын TiO<sub>2</sub> бетіне бекіту арқылы көрінетін жарық аймағында да фотосезімталдық қасиеттерін арттыруға болады. Мұндай гибриді жүйелердің фотокаталитикалық тиімділігі, олардың оптикалық және құрылымдық қасиеттері синтез әдістеріне, бояғыш түріне және олардың TiO<sub>2</sub> бетімен өзара әрекеттесуіне тікелей байланысты.

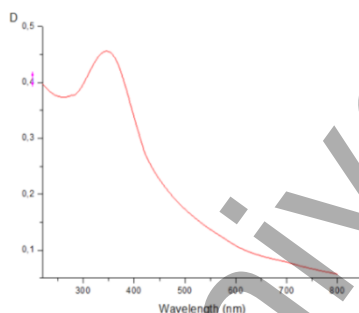
TiO<sub>2</sub> наноқұрылымдары (TiO<sub>2</sub> НҚ) негізіндегі наноқұрылымдалған қабыршақтар көлемі 100 мл фторопласт қондырмасы бар тот баспайтын болаттан жасалған автоклавта синтезделді. Синтез үшін құрамында 35 мл деиондалған су (H<sub>2</sub>O), 35 мл тұз қышқылы (HCl, 36.5%, Sigma-Aldrich) және 0,25 мл титан бутилаты (C<sub>16</sub>H<sub>36</sub>O<sub>4</sub>Ti, 97%, Sigma-Aldrich) бар ерітінді қолданылды. TiO<sub>2</sub> НҚ қабаттары алдын ала тазартылған, өткізгіш қабаты бар FTO шыныларында (беткі кедергісі 8 Ом/см<sup>2</sup>) өсірілді. FTO төсемелері синтез алдында деиондалған су, ацетон және 2-пропанол қоспасында (көлемдік қатынасы 1:1:1) ультрадыбыстық ваннада 30 минут бойы тазартылды. Дайындалған FTO төсемелері автоклавқа өткізгіш қабаты төмен қаратып орналастырылды. Әртүрлі морфологиядағы қабыршақтар алу үшін синтез температурасы мен уақыты өзгертіліп отырды: пеш температурасы 160°C дейін, ал синтез ұзақтығы 6 сағат аралығы таңдалды. Синтез уақыты аяқталғаннан кейін автоклав табиғи жағдайда бөлме температурасына дейін салқындатылды. Одан кейін үлгілер автоклавтан шығарылып, алдымен изопропил спиртімен, кейін деиондалған сумен мұқият жуылды және кептіруге қалдырылды.

Кристалдану дәрежесін арттыру және синтездің жанама өнімдерін жою мақсатында TiO<sub>2</sub> НҚ қабыршақтары жоғары температуралы пеште 500°C температурада 2 сағат бойы күйдірілді (термиялық өңдеуден өткізілді). Кеуекті титан диоксиді негізіндегі ұяшықтардың фотокаталитикалық қасиеттерін зерттеу үшін фотоиндукцияланған тоқты тіркеуге арналған арнайы қондырғы әзірленді (1-сурет).



1-сурет. Материалды синтездеудің гидротермиялық әдісінің схемасы

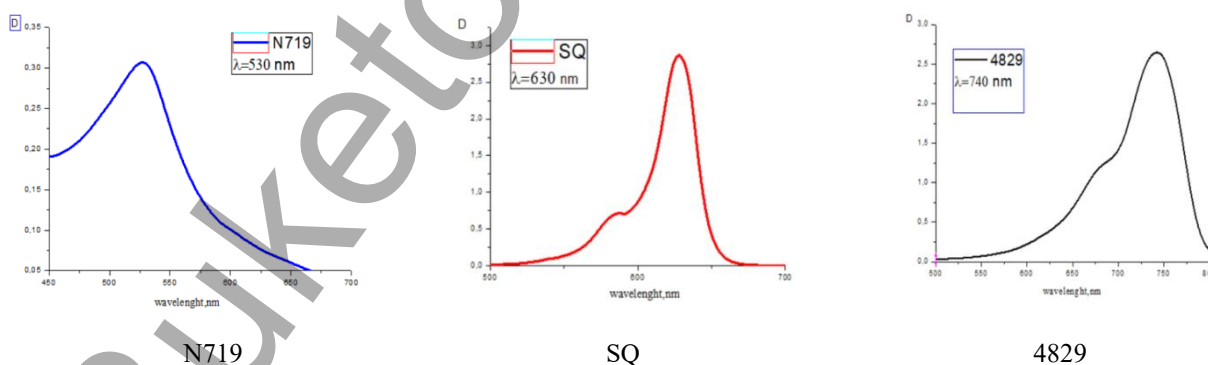
TiO<sub>2</sub> ультракүлгін сәулемен қоздырылғанда люминесценция береді. Бұл қасиет оның беткі ақауларына, оттегінің бос орындарына және электрондық өтулерге байланысты. TiO<sub>2</sub> жұтылу жолағының шеті анатаз немесе рутил құрылымына байланысты шамамен 380-400 нм спектрдің УК аймағында көрінетіні белгілі (2-сурет).



2-сурет. Титан диоксидінің жұтылу қасиеті

Титан диоксиді кең тыйым салынған аймаққа ие жартылай өткізгіш болып табылады. Анатаз фазасының тыйым салынған аймағы шамамен 3.2 эВ, ал рутил фазасы – 3.0 эВ. Бұл қасиет оған ультракүлгін аймақта ( $\lambda < 400$  нм) жарықты тиімді жұтуға мүмкіндік береді.

Наноөзекшелердің құрылымы мен бағыттылығы жарықты шашырату және жұту тиімділігін арттырады. Наноөзекшелердің жоғары меншікті беткі ауданы жарықпен өзара әрекеттесу аймағын кеңейтеді. Бұл бояғыш-сезімтал күн ұшықтары үшін бояғыш молекулаларымен жақсы байланыс орнатуға жағдай жасайды. Наноөзекшелердің тік орналасуы мен біркелкілігі жарықтың ішке терең өтіп, бірнеше рет шағылуына мүмкіндік береді, бұл жұтылу коэффициентін арттырады. Нәтижесінде, жарықтың көбірек бөлігі электрон-кемтік жұптарын генерациялауға жұмсалады.



3-сурет. Бояғыштардың жұтылу қасиеттері

N719 – рутений негізіндегі кешенді бояғыш, оның молекулалық құрылымы TiO<sub>2</sub> бетіне тиімді байланысуға мүмкіндік береді. N719 көрінетін жарық спектрінің кең диапазонын жұта алады, бұл күн сәулесінің тиімді пайдаланылуына септігін тигізеді. Жарықтың жұтылу қабілеті 530 нм толқын ұзындығында максималды мәнге жетеді. N719 бояғышы жоғары фототұрақтылыққа ие, бұл оны ұзақ мерзімді қолдануға мүмкіндік береді. N719 бояғышы бояғыш-сезімтал күн батареяларында (DSSC) кеңінен қолданылады, себебі ол жоғары тиімділік пен тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

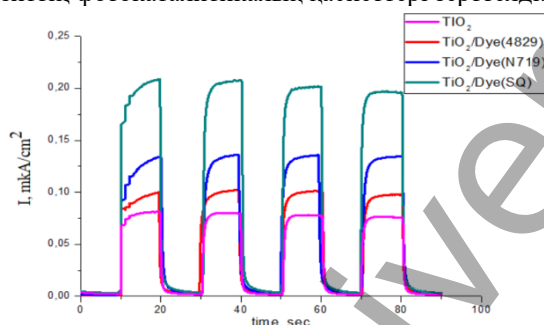
SQ бояғыштары – бұл органикалық бояғыштардың ерекше тобы, олар көрінетін және жақын инфрақызыл (NIR) аймақтарда жарықты тиімді жұта алады. Олар жоғары молярлық жұту коэффициентіне ие

және фотохимиялық тұрақтылығымен ерекшеленеді, сондықтан олар күн энергиясын түрлендіру және биомедициналық бейнелеу салаларында кеңінен қолданылады.

4829 бояғыштарының жұтылу жолақтары күн ұяшықтарына тиімді болып саналады. DSSC жүйелерінде SQ бояғыштарының күшті жұтуы фотогенерацияланған электрондардың тиімді инжекциялануын қамтамасыз етеді. Кеңейтілген  $\pi$ -конъюгацияланған жүйе қозған күй энергиясының жартылай өткізгіштің өткізгіштік аймағына берілуіне жағдай жасап, фотоэлектрлік тиімділікті арттыруға ықпал етеді. SQ көрінетін жарық спектрінің кең диапазонын жұта алады, бұл күн сәулесінің тиімді пайдаланылуына септігін тигізеді. Жарықтың жұтылу қабілеті SQ үшін 630 нм, ал 4829 бояғышы үшін 740 нм толқын ұзындықтарында максималды мәндерге жетеді

Жартылай өткізгіштің нанобөлшектері фотокаталикалық ұяшықтарда қолданылғанда, генерацияланған заряд тасымалдағыштарды электродтарға жеткізу тиімділігі төмендеп, гломераттарды оңай құрайды. Бояғыштарды пайдалану кезінде бұл мәселе шешілуі мүмкін. Бұл ретте  $\text{TiO}_2$  нанобөлшектері бояғыштарда біркелкі бөлінеді, химиялық байланыстарды немесе басқа да ақауларды оңай түзеді.

Бұл жұмыста  $\text{TiO}_2$  және бояғыштар негізіндегі материал синтезделді. Бұдан әрі NaOH электролитіндегі синтезделген көлемді нанокөмірдің фотокаталикалық қасиеттері зерттелді.



4-сурет. Қабыршақтардың фотокаталикалық қасиеттері

4-суретте  $\text{TiO}_2$ /бояғыштардың барлық үлгілері үшін фотоиндуцияланған ток таза  $\text{TiO}_2$  қарағанда жоғары. Барлық дайындалған үлгілердің арасында фототоктың ең үлкен мәні айналу қабыршақтары үшін алынды.

Зерттеу барысында синтезделген  $\text{TiO}_2$  наноматериалдарының морфологиялық құрылымы, беткі ауданы және кристалдық фазасы олардың фотосезімталдық қабілетіне және электрон тасымалдау механизмдеріне айтарлықтай әсер ететіні көрсетілді. Әртүрлі бояғыштарды (мысалы, N719, SQ, 4829)  $\text{TiO}_2$  бетіне енгізу арқылы көрінетін жарық аймағындағы жұтылу қабілеті жоғарылап, фототок генерациясы жақсарды. Бұл органикалық ластаушы заттарды тиімді ыдыратуға мүмкіндік береді және күн сәулесін тиімді пайдалануға жол ашады. Фотокаталикалық белсенділік синтезделген титан қабыршақтарның бояғыш қосылмаған мәніне, яғни  $0,08 \text{ мкА/см}^2$  тең. Ең жоғарғы фототоктың мәні  $0,21 \text{ мкА/см}^2$  бояғыш SQ жұту нәтижесінде алынды. Бұл мән токтың 2,6 есе өскенін көрсетеді.

#### Әдебиеттер тізімі:

1. Ahmad H., Kamaruddin S.K. Hydrogen from photo-catalytic water splitting process: A review // Renewable & Sustainable Energy Reviews. – 2015. – Т.43, С.599-610.
2. Walter M.G. et al. Solar Water Splitting Cells // Chemical reviews. – 2010. – Т.110, №11. – P.6446-6473.
3. Maeda K. Photocatalytic Water Splitting Using Semiconductor Particles: History and Recent Developments // Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. – 2011. – Т.12, №4. – P.237-268
4. Zhang L, Cole JM. Anchoring groups for dye-sensitized solar cells. ACS Appl Mater Interfaces. 2015;7(6):3427–3455.