

## **2021-2023 жылдарға арналған Жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру жобасы**

**Жобаның атауы:** AP09058456 Smart-шыны өндірісі үшін өнеркәсіп қалдықтарынан алынған ванадий оксидтері негізінде термохромды энергия тиімді толтырғыштардың құрамын зерттеу және әзірлеу.

**Жобаның жалпы қаржысы:** 51 000 000 теңге.

**Жоба жетекшісі:** Т.Ғ.К., қауымдастырылған профессор Аймбетова Индира Оразғалиқызы.

**Тақырыптың өзектілігі:** термохромды энергия үнемдейтін қасиеті бар және smart әйнектері үшін шыны өнеркәсібінде қолданылатын ванадий оксидіне негізделген композиция құру.

Жоба мультидисциплинарлық мәселелерді шешетін термохромды композициялық материалды әзірлеуге бағытталған: бөлмені салқындату арқылы энергияны көп тұтынуды азайтуға мүмкіндік беретін терезелердің термохромды қасиеттері есебінен бөлме ішінде жайлы климат жасау арқылы энергетикалық жүктемені азайту; сырттан келетін инфрақызыл және басқа да сәулелерді нөлге жеткізу және "жасыл" құрылыста қолайлы жағдайлар жасау есебінен ағзаға экологиялық жүктемені азайту; интерьердің эргономикалық заттарын жасау есебінен көптеген сәулет-құрылыс мәселелерін дизайнерлік шешу; өзіндік құны төмен экономикалық бәсекеге қабілеттілігі жоғары жаңа материалдарды алу.

**Тақырыптың мақсаты:** термохромды энергия тиімді қасиетке ие және smart-терезелер үшін шыны өнеркәсібінде қолданылатын ванадий оксиді негізіндегі композицияны әзірлеу, сондай-ақ әртүрлі элементтермен легирленген ванадий оксидінің фазалық ауысу механизмінің мәнін ашу, жылу техникалық қасиеттерімен алу әдістері, микроқұрылым, функционалдық мүмкіндіктері, жақсартылған қасиеттері бар материалдарды жасау кезінде легирлеу дәрежесі арасындағы корреляцияны анықтау болып табылады.

**Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер:** Термохромдық қасиеттердің (жарық-, жылу өткізгіштік) негізгі параметрлерін басқару мақсатында ванадий оксиді негізінде фазалық ауысымды материалдарды легирлеу бойынша зерттеулер жүргізіліп, әдістемесі жасалынды. Ванадий оксидіне негізделген термохромды толтырғыштардың композициясын алудың жасалынған әдістемесі болашақта термохромдық қасиеттердің негізгі параметрлерін басқаруға бағытталған және энергияны үнемдейтін технологияларда қолданылады.

Қазіргі заманда қолданыстағы термохромды композицияларды вольфрам, титан оксидтерімен және басқа легирлеу металдарымен легирлеу әдістеріне зерттеулер жасалынды. Зерттеулер нәтижесінде ванадий оксиді негізінде фазалық-өтпелі материалдарды өндірудің перспективті әдісі магнетронды бүрку екендігі анықталды. Нанотехнологиялық зертхана негізінде ванадий тұғырын (стержень) нанодисперсті магнетронды бүрку жұмыстары рентгенофазалық талдау, сканерлеуші электрондық микроскоп және т.б. заманауи құралдар пайдалана отырып зерттелінді.

Ванадий оксидіне негізделген термохромды толтырғыштар құрамының бастапқы негізгі компоненті ванадий оксиді таңдалды, ол жоғары температурада балқыту арқылы еріген массасын паузасыз жылдам дистилденген суда ерітілді. Осылайша, алынған ванадий ксерогелі термохромды smart шыныларды алу мақсатында шыны субстратқа золь-гель әдісімен жағу арқылы ванадий оксидінің жұқа пленкасы алынды.

Композицияны құру механизмдерін, оксид материалдарындағы ванадий қосылыстарының редокс потенциалын басқару мүмкіндіктерін зерттелінді, өнімдердің фазалық құрамын басқару жолдарының ерекшеліктерін айқындауда зерттеулер жүргізілді.

Ванадий оксиді және термохромдық қасиеттерімен ерекшеленетін легирленген әртүрлі элементтер негізінде фазалық-өтпелі материалдардың пайда болу механизмі зерттелінді.

Зерттеу нәтижелері бойынша ванадий оксидіне негізделген фазалық ауысу материалдарының пайда болу механизмі металл окшаулағышының 69 градус температурада ванадий оксидіне (+4) ауысуы болып табылады, бұл алынған материалдардың оптикалық қасиеттерін зерттеу кезінде пленкалардағы температуралық интервалдың жоғарылауына қарсылықтық серпілісінен көрінетіні анықталынды.

Шетелде ағылшын тілінде сирек металдарды өндіру үшін техногенді қалдықтарды пайдалану мәселелері бойынша 1 монография жарияланды (ISBN 978-601-08-1483-7). Монографияда техногендік қалдықтардың түрлері, сирек кездесетін металдарды алу әдістері, соның ішінде шлактардан, пайдаланылған катализаторлардан ванадий оксидін алу әдістері егжей-тегжейлі сипатталған, таза ванадий оксидін алудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген, оны терең тазарту кезінде шыны өткізгіш төсемде оксид пленкаларын алуға болатыны мәлімделген.

Дайындалған ванадий оксидінің ксерогелі ITO/FTO шыны төсеміне 3000-3500 айн / мин центрифугалау арқылы қолданылды. Әрі қарай, материал 24 сағат ішінде тотықсыздандырушы сутегі ортасында кептіріледі. Алынған пленка мен шыны төсемде тотықсыздандырылған ванадий диоксидінің көп болуына байланысты көк-жасыл түсті болды.

Алынған материалдардың морфологиясы мен архитектурасы фотокаталитикалық жүйелердегі материал арқылы өтетін ток тығыздығына әсері зерттелді. Алынған нано қабаттарының беткі морфологиясы JSM-6360 JEOL сканерлейтін электронды микроскопиямен зерттелінді.

Электромагниттік толқындардың оптикалық өткізгіштік қасиеттері SPECORD 210 спектрінің ультракүлгін көрінетін аймағының спектрофотометрін қолдану арқылы зерттелінді. Осылайша, тиімді термохромды және электрохромды қасиеттер көлденең өлшемі 2 микрометрден жұқа болатын қабықшалардан байқауға болады.

Spin-coating режимінде V2O5 қолданудың 3 және 5 циклінде қалыптасқан үлгілері - 300-ден 1100 нм-ге дейінгі спектрдегі электромагниттік толқындарына оптикалық өткізгіштік қасиеттері өте ұқсас. V2O5 (3) spin coated және V2O5 (5) spin coated үлгілерінің оптикалық өткізу спектрлері электромагниттік толқындардың өтуіне байланысты ерекшеленеді. (5) spin coated бүкіл спектрдің өтуін 1.5% - дан төмен деңгейде көрсетеді, екінші жағынан, (3) spin coated үлгісінде 15% - дан астам оптикалық өткізу қабілеті бар екендігі анықталынды.

#### Зерттеу тобының мүшелері:

№	Аты-жөні	Scopus Author ID	Researcher ID	ORCID	Ескерту
1	И.О.Аймбетова	56543509900	V-2979-2019	0000-0002-9060-0813	Жоба жетекшісі, бас ҒЫЛЫМИ ҚЫЗМЕТКЕР
2	Э.О.Аймбетова	54400061300	AAQ-8511-2020	0000-0003-4514-4289	жетекші ҒЫЛЫМИ ҚЫЗМЕТКЕР
3	И.Ф. Исаев	7006736391	AAQ-9518-2020	0000-0002-2126-5548	ҒЫЛЫМИ ҚЫЗМЕТКЕР
4	Ө. Байгенженов	56543741900	AAG-	0000-0001-	ҒЫЛЫМИ

			8604-2019	5803-7680	қызметкер
5	Д. Берді	56922103300	-	0000-0001-8441-9412	ҒЫЛЫМИ ҚЫЗМЕТКЕР
6	Г.К.Мейрбекова	-	-	-	-

## 2021 жылғы күнтізбелік жоспарға сәйкес жарияланған жұмыстардың тізімі

1. Aimbetova I.O. Industrial waste of chemical - metallurgical industries containing rare and rare earth metals: methods of obtaining primary concentrates. – Moscow, 2021. – 191 p.

ISBN 978-601-08-1483-7



2. Аймбетова И.О., Исаев Ғ.И. Литий-иондық өткізгіштігі бар шыны материалдарының ерекшеліктері // «Заманауи ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер мен инновация» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік онлайн конференциясының материалдары.- Түркістан, 2021. – 29-32бет.
3. Аймбетова И.О., Исаев Ғ.И. Химиялық ток көздерінде шыны тәрізді материалдарды қолдану ерекшеліктері // «Заманауи ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер мен инновация» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік онлайн конференциясының материалдары.- Түркістан, 2021. –32-36 бет.