

Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	AP14870472 «Жоғары фотокаталитикалық белсенділігі және бактерияға қарсы қасиеттері бар металл сульфидтерінің құрылымдық түрлендірілген нанокөмірдің жасыл синтез технологиясы»
Жоба өзектілігі	<p>Жоба су мен ауаны органикалық ластағыштардан тазарту үшін фотокатализатор ретінде және бактерияға қарсы агент ретінде пайдалану үшін өтпелі металл сульфидтеріне негізделген нанокұрылымды нанокөмірдің экологиялық таза «жасыл» механохимиялық синтезіне және олардың легирленген модификациясына арналған. Жоба аясында металл сульфидтерінің (MeS) ішкі құрылымдық ақаулары бар жеке наносульфидтер, $^1\text{Me}@^2\text{MeS}$ гетерокұрылымды екілік нанокөмір және $^1\text{MeS}@^2\text{MeS}$ ядро/қабық типті құрылымдалған сфералық нанобөлшектер өндірісі жоспарланған, мұндағы Me = Cu, Zn, Pb, Sn, Cd, Bi, Ag. Нанокөмірді асыл металдармен легирлеудің фотокаталитикалық және бактерияға қарсы белсенділікке әсері зерттелетін болады. Түрлі прекурсорларды пайдалану мүмкіндігі зерттеледі, яғни металл мен күкірт немесе осы элементтері бар түрлі қосылыстар бірге механохимиялық жолмен синтезделеді. Атап айтқанда, ацетаттар мен нитраттар металдардың прекурсорлары ретінде пайдаланылады, ал натрий сульфиді, тиомочевина және жұмыртқа қабығының мембранасы күкірт прекурсорлары ретінде қолданылады. Сульфидтерді аз мөлшерде наноөлшемді күміспен легирлеу мүмкіндігі MeS-ті AgNO_3-пен бірге механосинтездеу арқылы немесе бір сатылы процесте сульфид синтезі кезінде AgNO_3-ті тікелей енгізу арқылы зерттеледі. Нанокөмір нақты қолданыстар үшін сульфидтердің көп мөлшерінен синтезделеді. MeS, Ag/MeS және $^1\text{MeS}/^2\text{MeS}/\text{Ag}$ алу планетарлық шар диірмендерінде жүзеге асырылады, онда қатты прекурсорлар енгізіледі, ал механосинтез әр түрлі мөлшердегі синтездеу шарлары бар камераларда жүзеге асырылады.</p> <p>Алынған әрбір өнім жүйесі зерттеу тобына қол жетімді барлық әдістермен зерттеледі: Ритвельдті нақтылауды қолдана отырып рентгендік фазалық талдау (РФТ), Раман спектроскопиясы, сканерлейтін электронды микроскопия (СЭМ), трансмиссионды электронды микроскопия (ТЭМ), EDX талдауы, ультракүлгін көрінетін спектроскопия, фотолюминесценттік спектроскопия, спецификалық беттік ауданды өлшеу ($S_{\text{вет}}$), Фурье-ИК спектроскопиясы, рентгендік фотоэлектрондық спектроскопия.</p> <p>MeS, $^1\text{Me}/^2\text{MeS}$ және $^1\text{MeS}@^2\text{MeS}$ – бұл фотокатализ, сутегі өндірісі және биомедицина салаларында қолданылатын наноматериалдар. Қолдану саласына қарай мыналар зерделенетін болады: биологиялық белсенділік (бактерия және микробқа қарсы қасиеттер), фотокаталитикалық белсенділік және сутектің фотокаталитикалық өндірісі.</p> <p>Жобада сипатталған әдістеме коммерцияландырудың үлкен әлеуетіне ие, өйткені ресурстар мен энергияны үнемдеу, сондай-ақ материалдардың жоғары өнімділігі арқасында металл</p>

	<p>сульфидтерінің нанокұрылымдары негізінде фотокатализаторлар өндірісінің өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді. Бұдан басқа, оңтайландыру Қазақстанның минералдары мен ресурстарын пайдалануға бағытталған, бұл еліміздің коммерциялық фотокатализаторларға арналған материалдарды өндіруші ретінде дамуына әкелуі мүмкін. Ғылыми топтың нанобөлшектерді синтездеуде тәжірибесі бар, сонымен қатар синтездің барлық кезеңдерін, сондай-ақ физика-химиялық талдауды жүргізуге қажетті барлық құралдары бар.</p>
Жоба мақсаты	<p>Бұл жоба органикалық ластағыштарды ыдырату және сутегіні бөлу кезінде жоғары фотокаталитикалық белсенділігі, сондай-ақ бактерияға қарсы қасиеттері бар өтпелі металл сульфидтері негізінде құрылымдық түрлендірілген нанокомпозиттерді синтездеудің экологиялық таза және қалдықсыз технологиясын әзірлеуге бағытталған.</p>
Жоба міндеттері	<ol style="list-style-type: none"> 1. Өтпелі металл сульфидінің нанобөлшектерін (MeS) механохимиялық синтездеудің экологиялық таза технологиясын жасау. 2. Физика-химиялық талдау әдістерімен алынған MeS нанобөлшектерінің құрылымдық, сапалық және морфологиялық сипаттамалары. 3. Алынған нанокұрылымдардың фотокаталитикалық белсенділігін сулы ерітінділердегі органикалық ластағыштардың ыдырауы кезінде және көрінетін және күн сәулесі жағдайында сулы-алкоголь ерітінділерінен сутектің фотокаталитикалық генерациясын зерттеу. Нанобөлшектердің фотокаталитикалық және бактерияға қарсы қасиеттерінің бөлшектердің мөлшері мен морфологиясына тәуелділігін анықтау. 4. MeS нанобөлшектерін асыл металдармен легирлеу жағдайларын анықтау және құрылымдық биметалдық нанокомпозиттердің металл сульфидтерінің ядросы/қабығы және $^1\text{MeS}@^2\text{MeS}$ механохимиялық синтезі үшін оңтайлы жағдайларды таңдау. Алынған үлгілердің фотокаталитикалық қасиеттерін жақсарту үшін жоғарыда аталған әрекеттер жасалады. Екі түрлі металл сульфидтерінің үйлесуі және металл сульфидтерінің легірленуі фотокатализ процесінде сутектің жұмысын едәуір жақсарты алады. 5. Жасыл химияның барлық принциптеріне сәйкес келетін металл сульфидтері негізінде фотокатализаторлар өндірісінің принципіалды сызбасын жасау. Бұл технология жанама өнімдерді екінші рет пайдалануды қамтамасыз етеді. Бұдан басқа, технологиялық сызба қоршаған ортаға зиянды шығарындылардың болмауына байланысты болады. Механохимиялық синтез стратегиясы ресурстарды тұтынуды азайту арқылы қол жеткізілетін жақсартуға бағытталған, осылайша түпкілікті өнімнің құнын төмендетеді.
Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер	<p><i>Күтілетін нәтижелер</i></p>

	<p>MeS, $^1\text{Me}^2\text{MeS}$, and $^1\text{Me}^2\text{MeS}@^3\text{MeS}$ нанокомпозиттерінің механохимиялық синтезінің оңтайлы шарттары анықталады.</p> <p>Алынған нанокомпозиттердің химиялық құрамына, кристаллиттердің мөлшеріне, меншікті бетіне, құрылымына, морфологиясына (нанокристалдар мен нанобөлшектердің мөлшері мен формасына), тыйым салынған аймақтың еніне, жылу, спектрлік және фотолюминесценттік қасиеттеріне толық сипаттама беріледі.</p> <p>Өтпелі металдар сульфиді MeS нанобөлшектері механохимиялық синтездеудің "жасыл" технологиясы әзірленеді.</p> <p>MeS нанобөлшектерінің фотокаталитикалық және бактерияға қарсы қасиеттерінің бөлшектердің мөлшері мен морфологиясына тәуелділігі анықталады.</p> <p>MeS нанобөлшектерін асыл металдармен легирлеу шарттары және $^1\text{Me}^2\text{MeS}$ металл сульфидтерінен құрылымдық биметаллдық ядро/қабық нанокомпозиттерін механохимиялық синтездеу үшін оңтайлы шарттар анықталады.</p> <p>Алынған $^1\text{Me}^2\text{MeS}@^3\text{MeS}$ құрылымдалған асыл металдармен легирленген ядро/ қабықты нанокомпозиттердің антибактериалды қасиетін агар ұңғысы әдісін қолдана отырып зерттелетін болады.</p> <p>Жасыл химияның барлық қағидаттарына сәйкес келетін металл сульфидтерінің негізінде фотокатализаторлар өндірісінің принципіалды схемасы жасалатын болады.</p> <p><i>Қол жеткізілген нәтижелер</i></p> <p>1 мақала Scopus деректер базасында индекстелген журналда және 1 мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналда жарияланды.</p>
<p>Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PhD – Шалабаев Ж.С. (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3465-8241). Scopus ID: 57203060099. • PhD – Матей Балаж – (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6563-7588). Scopus ID: 55305604900. • PhD – Хан Н.В. (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1794-0018). Scopus ID: 57214114418. • Бурашев Г.Б. (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4812-4112). • Сейсембекова А.Б. - (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7791-3145). Scopus (ID: 57193852937).
<p>Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baláž P., Achimovičová M., Baláž M., Chen K., Dobrozhan O., Guilmeau E., Hejtmanek J., Knížek K., Kubičková L., Levinský P. Thermoelectric Cu–S-based materials synthesized via a scalable mechanochemical process // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2021. – Т. 9, № 5. – С. 2003-2016. 2. Baláž M., Dobrozhan O., Tešínský M., Zhang R.-Z., Džunda R., Dutková E., Rajňák M., Chen K., Reece M. J., Baláž P. Scalable and environmentally friendly mechanochemical synthesis of

nanocrystalline rhodostannite (Cu₂FeSn₃S₈) // Powder Technology. – 2021. – T. 388. – C. 192-200.

3. Baláž M., Goga M., Hegedus M., Daneu N., Kováčová M. r., Tkáčiková L. u., Balážová L. u., Bačkor M. Biomechanochemical solid-state synthesis of silver nanoparticles with an antibacterial activity using lichens // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2020. – T. 8, № 37. – C. 13945-13955.

4. Shalabayev Z., Baláž M., Daneu N., Dutková E., Bujňáková Z., Kaňuchová M., Danková Z., Balážová L., Urakaev F., Tkáčiková L., Burkitbayev M. Sulfur-mediated mechanochemical synthesis of spherical and needle-like copper sulfide nanocrystals with antibacterial activity // ACS Sustainable Chemistry and Engineering -2019. - Vol. 7, № 15. - P. 12897-12909. DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b01849 (IF: 7.632, Q1).

5. Balaz M., Zorkovska A., Blazquez J.S., Daneu N., Balaz P. Mechanochemistry of copper sulfides: phase interchanges during milling // Journal of Materials Science. - 2017. - Vol. 52, № 20. - P. 11947-11961. DOI: 10.1007/s10853-017-1189-0 (IF: 3.282, Q2).

6. Baláž M., Dutková E., Bujňáková Z., Tóthová E., Kostova N.G., Karakirova Y., Briančin J., Kaňuchová M. Mechanochemistry of copper sulfides: Characterization, surface oxidation and photocatalytic activity // Journal of Alloys and Compounds. - 2018. - Vol. 746, № - P. 576-582. DOI: 10.1016/j.jallcom.2018.02.283 (IF: 4.082, Q2).

7. Balaz M., Daneu N., Balazova L., Dutkova E., Tkacikova L., Briančin J., Vargova M., Balazova M., Zorkovska A., Balaz P. Biomechanochemical synthesis of silver nanoparticles with antibacterial activity // Advanced Powder Technology. - 2017. - Vol. 28, № 12. - P. 3307-3312. DOI: 10.1016/j.appt.2017.09.028 (IF: 3.78, Q1).

8. Dutková E., Čaplovičová M., Škorvánek I., Baláž M., Zorkovská A., Baláž P., Čaplovič L. Structural, surface, and magnetic properties of chalcogenide Co₉S₈ nanoparticles prepared by mechanochemical synthesis // Journal of Alloys and Compounds. – 2018. – T. 745. – C. 863-867.

9. Tatykayev B. Chouchene B, Balan L, Gries T, Medjahdi G, Girot E, Uralbekov B, Schneider R.. Heterostructured g-CN/TiO₂ Photocatalysts Prepared by Thermolysis of g-CN/MIL-125 (Ti) Composites for Efficient Pollutant Degradation and Hydrogen Production //Nanomaterials. – 2020. – Vol. 10. – №. 7. – P. (Q=1, IF=5.076, Percentile =79, CiteScore 2020 = 5.4) 1387. <https://doi.org/10.3390/nano10071387>

10. Tatykayev B., Donat F, Alem H, Balan L, Medjahdi G, Uralbekov B, Schneider R.. Synthesis of core/shell ZnO/rGO nanoparticles by calcination of ZIF-8/rGO composites and their photocatalytic activity //ACS omega. – 2017. – Vol. 2. – №. 8. – P. 4946-4954. (Q2, IF=3.90, Percentile =70, CiteScore 2020=3.9) <https://doi.org/10.1021/acsomega.7b00673>

11. Urakaev F.K., Khan N.V., Shalabaev Z.S., Tatykaev B.B., Nadirov R.K., Burkitbaev M.M. Synthesis and Photocatalytic Properties of Silver Chloride/Silver Composite Colloidal Particles // Colloid Journal. - 2020. - Vol. 82, № 1. - P. 76-80. DOI: 10.1134/S1061933X20010160 (IF: 0.856, Q4).

	<p>12. Ketegenov T., Tyumentseva O., <u>Khan N.</u>, Karagulanova A., Myrzabekova M. New composite fillers on the base of fly-ash cenospheres modified with titanium dioxide // <i>Materials Today: Proceedings.</i> - 2019. - Vol. 12, № - P. 128-131. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.03.080.</p> <p>13. <u>Khan N.</u>, Burkitbayev M., Urakaev F. Preparation and properties of nanocomposites in the systems S–AgI and S–Ag₂S–AgI in dimethyl sulfoxide // <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.</i> - 2019. - Vol. 704, № 1. - P. DOI: 10.1088/1757-899X/704/1/012007.</p> <p>14. Shalabayev Z., <u>Baláz M.</u>, <u>Khan N.</u>, Nurlan Y., Augustyniak A., Daneu N., <u>Tatykayev B.</u>, Dutková E., <u>Burashev G.</u>, Casas-Luna M., Džunda R., Bureš R., Čelko L., Ilin A., Burkitbayev M. Sustainable Synthesis of Cadmium Sulfide, with Applicability in Photocatalysis, Hydrogen Production, and as an Antibacterial Agent, Using Two Mechanochemical Protocols // <i>Nanomaterials.</i> MDPI AG. - 2022. - Vol. 12, № 8. - P. 1250. DOI: 10.3390/nano12081250</p>
<p>Патент туралы ақпарат</p>	