Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	Плазмалық технологияның экологиялық және энергия тиімділігі: сандық модельдеу және эксперимент
Жоба өзектілігі	Отын-энергетика балансының жаһандық ұзақ мерзімді болжамдары көмірдің 2050 жылға дейін ең маңызды жаңартылмайтын энергия көзі болып қала беретінін растайды. Халықаралық энергетика агенттігінің мәліметтері бойынша көмірдің дүние жүзіндегі қоры 1 триллион тоннаға бағаланады. Қазіргі тұтыну деңгейінде бұл қорлар 250 жылға жетеді. Салыстыру үшін табиғи газдың және мұнайдың қоры сәйкесінше 65 және 45 жылды құрайды. Дүниежүзілік көмір тұтыну жылына шамамен 2%-ға өсуде, сонымен бірге көмір бағасы мұнай мен газға қарағанда айтарлықтай тұрақты. Қазақстанда ашық әдіспен өндіруді қолдану арқылы арзан өндірілетін жылу көмірінің үлкен қоры бар. Мысалы, Екібастұз көмір бассейнінде ашық әдіспен өндіруге қолайлы бірегей қалыңдықтағы (бассейнде барлығы 8 млрд. тоннаға жуық) қабаттарда күлді көмір қорының жоғары концентрациясы бар. Қазіргі уақытта жылу энергетикасында күлділігі төмен, ұшпа көмірлердің жану тиімділігін арттыру және жануын тұрақтандыру үшін келесі әдістер қолданылады: ауа/отын қоспасын жоғары қыздыру (410 К дейін) және екіншілік ауаны (673 К дейін), ұнтақтау ұсақтығын арттыру (R90=6-8%-ға дейін) және көмірқышқыл газының жоғары концентрациясына (50 кг-ға дейін) беру. кейінгі жылыту, сондай-ақ көмірді мазутпен бірге жағу. Дегенмен, жоғарыда аталған әдістердің айтарлықтай кемшіліктері бар. Атап айтқанда, ұнтақтау ұсақтығын арттыру ұнтақтауға энергияның айтарлықтай артық жұмсалуына әкеледі, бұл қазандықтың тиімділігін (нетто) төмендетеді. Ауа/отын қоспасының температурасын 410 К жоғары және қайталама ауаны 673 К жоғары көтеру өрт қаупіне байланысты рұқсат етілмейді. Ұнтақталған көмір алауының жануын тұрақтандыру және қазандықтарды жағу үшін көмір мен ауыр мұнайды (мазут) бірге жағу қолданылады, бұл ванадий бесоксидінің, күкірт оксидтерінің және азоттың шығарындыларын арттырады, сонымен бірге қоршаған ортаға теріс әсер ететін отынның механикалық күйіп кетуі. Соңғы жылдары электр энергиясының 40% және жылу энергиясының 25% өндіретін ұнтақ көмір ЖЭС-терінде энергия өндіретін көмірді жағу кезінде экологиялық қауіпсіздік пен тиімділікті арттыруға көп көңіл бөлінуде. Сонымен қатар, қатты отын сапасының теріс өзгерістерінің тенденциясы жобадан тыс отынды пайдаланудың артуына және қазандық қондырғыларының техникалық, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеледі. Осыған байланысты энергия өндіретін көмірді тиімді жағудың жаңа инновациялық технологияларын енгізу және құру өте өзекті мәселеге айналып отыр. Бақылауларға сәйкес, плазмалық технологияларды пайдалана отырып, энергия өндіретін көмірлердің жануын және жануын тұрақтандыру процестері жоғары экологиялық қауіпсіздік пен өнімділікпен, сондай-ақ салыстырмалы түрде қымбат емес

	жабдықпен сипатталатын айтарлықтай даму мен таратуға ие болды. Бұл технологияда ауа қоспасын (көмір бөлшектерінің ауамен қоспасы) қыздыру газ тәріздес, сұйық немесе қатты отынды, электр доғалық плазманы немесе жылу энергиясын берудің басқа әдісін жағу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Сондықтан ол әртүрлі сапалы көмірлерді (әртүрлі күлділік, ылғалдылық және ұшпа шығымдылықпен) пайдаланған кезде де сенімді жұмысты қамтамасыз етуі керек. Электр доғалық плазманы пайдалану, әдетте, дәстүрлі тұтану әдістеріне қарағанда тиімдірек. Жоғары энергия концентрациясы бар плазма көптеген химиялық белсенді атомдардың, иондардың, радикалдардың және электрондардың болуымен сипатталады. Бұл көмірдің және тотықтырғыштың термохимиялық түрлену процесін айтарлықтай жеделдетеді, бұл ұнтақталған көмір алауының неғұрлым толық және жылдам жануына әкеледі. Қазақстанның ұнтақ көмір электр станцияларында қазандықтарды жағу үшін ауыр мазут қолданылады. Мәселен, Екібастұз ГРЭС-1 осы мақсаттарға 6,6 мың тоннаға жуық мазут немесе жылына 1 млрд теңге жұмсайды, бұл еліміздің экономикасы мен экологиясына кері әсерін тигізуде. Отандық мұнай өңдеу зауыттарын жаңғырту мазут өндірісіне кері әсер етуде, ол 2023 жылдың қаңтар-шілдесінде 2022 жылдың сәйкес кезеңімен салыстырғанда 12%-ға, 1,284 млн тоннадан 1,126 млн тоннаға дейін төмендеді. Бұл тоннасына 52 800 теңгеден (2017 ж.) 140 000 теңгеге (2023) дейін көтерілген мазут бағасына да әсер етеді. Қазандық қондырғыларын майсыз жағудың перспективалы технологиясы ЭКСПО-2017 халықаралық көрмесінде ұсынылған және қазірдің өзінде әлемде кеңінен қолданылып жүрген плазмалық көмір оттығы болып табылады. Мысалы, Қытайда осы технологияны пайдаланатын қондырғылардың үлесі елдегі жалпы орнатылған қуаттың шамамен 40% құрайды. Плазма-көмір оттығы жұмыс істегенде жоғары реактивті отын (мазут, дизельдік отын немесе табиғи газ) ұсақталған қатты отынмен (көмір шаңы) ауыстырылады. Оттық ауа қоспасын (көмір шаңы мен ауа қоспасы) электр доғалық плазмамен ұшпа көмірдің шығу температурасына дейін қыздыру және кокс қалдықтарын ішінара газдандыру принципі бойынша жұмыс істейді. Нәтижесінде, осы қондырғының шығысында пайда болатын отын қоспасы немесе жоғары реактивті екі компонентті отын (газ + кокс қалдығы)
Жоба мақсаты	Жобаның негізгі мақсаты – ұнтақ көмір ЖЭС-те плазмалық технологияны қолданудың экологиялық және энергия тиімділігін бағалау.
Жоба міндеттері	Жобаның мақсатына жету үшін тапсырмаларға бөлінген егжей-тегжейлі жұмыс жоспары жасалды. Әр тапсырманың өзіндік ғылыми маңызы бар, сонымен бірге олардың барлығы өзара байланысты. Жобаның міндеттеріне мыналар кіреді: төмен сортты энергетикалық көмірді пайдалану немесе жағу тиімділігін арттырудың талдауы мен әдістері; Terra компьютерлік бағдарламасын қолдана отырып, аэроқоспадағы көмірдің әртүрлі

	концентрациясында отынды плазмалық-көмір оттығында (ПОК) жағуға термохимиялық дайындау өнімдерін термодинамикалық талдау; PlasmaKinTherm компьютерлік бағдарламасын қолдана отырып, төмен сұрыпты жоғары күл көмірінің ПОК-ғы тұтану процестерінің кинетикалық есептеулері; әсерін анықтау жылутехникалық көрсеткіштері (температурасы, жылдамдығы және концентрациясы жану өнімдерінің дәрежесі көміртегінің газдандыру деңгейі зиянды) және механизмдерін жатқан бұл қазанды жағу процесінің тиімділігін көмегімен салыстыру зерттеулерді қолдану және плазмалық технологиялар үшін тұтану жануын тұрақтандыру және шаң-көмірлі қатты отын жағу қазандығын; негізінде талдау, алынған нәтижелерді таңдалып алынады оңтайлы параметрлерін жүзеге асыру процестерін тұтану және жану қатты отын; шаң-көмір ЖЭС және қазандықтардың экологиялық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру үшін технологиялық ұсынымдар әзірлеу; ПОК-тың экологиялық-энергетикалық тиімділігін бағалау; шаң-көмір отынымен жұмыс істейтін ЖЭС-те ПОК-ты пайдалану тиімділігінің техникалық-экономикалық негіздемесін (ТЭН) жасау.
Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер	• Күнтізбелік жоспардың күтілетін нәтижесіне сәйкес (*Күнтізбелік жоспардың бөлімі: № 6.1 докторлық диссертацияны қорғау*): №PhD00033152926 диплом (тіркеу №673), 2026 жылғы "06" ақпандағы №920-б/а бұйрығы, 2026 жылғы "03" ақпандағы №50 қорғау хаттамасы • Күнтізбелік жоспардың күтілетін нәтижесіне сәйкес (*Күнтізбелік жоспардың бөлімі: № 8 ПКО-ның экологиялық-энергетикалық тиімділігін бағалау*): *ПКО-ның* экологиялық-энергетикалық тиімділігін бағалау жүргізіледі. • Күнтізбелік жоспардың күтілетін нәтижесіне сәйкес (*Күнтізбелік жоспардың бөлімі: №12 конкурстық құжаттаманың талаптарына сәйкес рецензияланатын ғылыми журналдарда мақалаларды дайындау жариялау*): Web of Science дерекқорында импакт-фактор бойынша алғашқы үш квартилден немесе Scopus дерекқорында Citescore бойынша кемінде 50 процентилі бар журналдарда екі мақала жарияланды.
Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер	• Орынбасар Мағжан Нұрланұлы (Жоба жетекшісі) Web of Science ResearcherID – LNQ-7892-2024, ORCID – 0009-0009-4392-1022, Scopus Author ID – 58659841700; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58659841700 https://www.webofscience.com/wos/author/record/LNQ-7892-2024 https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0009-4392-1022 • Мессерле Владимир Ефремович (Ғылыми кеңесші) Web of Science ResearcherID – B-1735-2016, Researcher ID in Publons – B-1735-2016, ORCID – 0000-0003-4281-1429, Scopus Author ID – 6602472315. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602472315 https://www.webofscience.com/wos/author/record/441231

	https://orcid.org/0000-0003-4281-1429
Қолдану	Бұл плазмалық технологияны, соның ішінде плазматронмен жабдықталған арнайы оттықты пайдалану жылу энергетикасы, жылу техникасы, жылуфизикасы, плазма химиясы және экология саласындағы кадрлардың біліктілігін арттыруға көмектеседі және Қазақстан Республикасындағы төмен сұрыпты жылу көмірінің жануын тұрақтандыру процесінің тиімділігін арттыру бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын белсендіруге көмектеседі.
Нақты аналогтардан басымдық	• Қазандықтың тұрақтылығын жақсарту үшін мазутты толығымен алып тастау және төмен сұрыпты көмірдің жану режимдерін оңтайландыру. • Жылу электр станцияларының өз қажеттіліктеріне энергия тұтынуды азайту және отын сатып алуда жылына 1 миллиард теңгеге дейін үнемдеу. • Толық және бақыланатын жанудың арқасында NOx және SO2 шығарындыларын 30–40%-ға азайту. • Плазма химиясы бойынша мамандарды оқыту және металлургия мен қалдықтарды қайта өңдеу саласындағы технологияны кеңейту үшін негіз жасау.
Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)	1. **Orynbasar M.**, Messerle V., Ustimenko A. (2024). Modeling and experiments on plasma ignition of Ekibastuz coal in the form of dust. *Combustion and Plasma Chemistry*, *22*(3), 179-186. https://doi.org/10.18321/cpc22(3)179-186 2. **Orynbasar M.N.**, Messerle V.E., Ustimenko A.B. (2026) Electrothermochemical Preparation of Steam Coal for Combustion. *IEEE Transactions on Plasma Science* (Early Access), pgs. 1-7. https://doi.org/10.1109/TPS.2026.3655428 3. **Orynbasar M.N.**, Messerle V.E., Ustimenko A.B., Aknazarov S.K. (2026). Production of Synthesis Gas by Plasma–Steam Gasification of Solid Fuels with Different Ash and Volatile Matter Contents: An Experiment and Thermodynamic Calculations. *Gases*, *6*(1), 11. https://doi.org/10.3390/gases6010011 4. Messerle V.E., Ustimenko A.B., Aknazarov S.Kh., **Orynbasar M.N.** (2026) Direct reduction of iron ore pellets with high-potential reducing gas obtained by plasma-steam gasification of solid fuel. *IEEE Transactions on Plasma Science* (баспада).
Патент туралы ақпарат	-