

Баяндинова Молдир Болеухановнаның
8D05301 – «Физика» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы
дәрежесін алуға дайындалған диссертацияға
АНДАТПА

**Диабаз – минералды толтырғыштың аса жоғары молекулалық
полиэтиленнің құрылымы мен физика-механикалық қасиеттеріне әсері.**

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс минералды диабаз-толтырғышы бар аса жоғары молекулалық полиэтилен қаптамаларының құрылымы мен физика-механикалық қасиеттерін зерттеуге арналған. Жұмыста диабаз-минералды толтырғыштың аса жоғары молекулалық полиэтиленнің құрылымы мен физика-механикалық қасиеттеріне әсер етуінің негізгі заңдылықтары анықталған.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі.

Полимерлі композициялық материалдар заманауи техникада, соның ішінде машина жасау, көлік, өңдеу және өндіру салаларында кеңінен қолданылады. Полимерлі материалдардың ішінде аса жоғары молекулалық полиэтилен (АЖМПЭ) практикалық маңызды қасиеттердің ерекше үйлесімі арқасында ерекше орын алады. Оны машина жасаудың әртүрлі салаларында қолданудың қосымша перспективасы әртүрлі толтырғыштарды, соның ішінде минералды толтырғыштарды енгізу болып табылады, бұл оның негізінде композициялық материалдардың механикалық және трибологиялық қасиеттерін едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Алайда, әдебиеттерді талдау көрсеткендей, зерттеулер жүргізу барысында АЖМПЭ негізіндегі композициялық материалдардың қалыптасатын құрылымы мен оның қамтамасыз ететін қасиеттері арасындағы өзара байланысты анықтау маңызды аспект болып табылады. Осыған байланысты әртүрлі минералды толтырғыштардың АЖМПЭ құрылымы мен қасиеттеріне әсерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі сондай-ақ келесі жобалар аясында жүргізілген зерттеулермен расталады: Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің іргелі зерттеулер жобасы ИРН № AP09259925 «Аса жоғары молекулалық полиэтилен негізінде коррозияға қарсы қаптаманы қолданудың жоғары тиімді технологиясын әзірлеу және енгізу» (2021-2023 жылдар) және ИРН № AP19679461 «Аса жоғары молекулалық полиэтилен негізіндегі толтырғыштары бар радиацияға және коррозияға төзімді қорғаныс композициялық материалын әзірлеу және енгізу» (2023-2025 жылдар).

АЖМПЭ негізіндегі қаптамалар мен оның композициялары бойынша зерттеулер қарқынды жүргізілуде және жетекші рецензияланатын ғылыми журналдардың беттерінде кеңінен ұсынылған. Бұл бағыттағы маңызды жұмыстарды әртүрлі авторлар, соның ішінде Mohammed Abdul Samad, Jing Han, S.M. Kurtz, V. Saikko, K.G. Plumlee, C.J. Schwartz, C.B. Панина, А.А. Охлопкова, М.Д. Соколова, С.Д. Калошкин, В.О. Алексенко және басқа да көптеген зерттеушілер жүргізгенін атап өтуге болады.

Мәселен, R.M. Kumar, Jiongrun Chen, Wenying Zhou, M. Naffakh, G. Wang, K. Yang полимерлі композициялардың механикалық қасиеттерін жақсарту мүмкіндігі тұрғысынан минералды толтырғыштардың функционализациясының әсерін зерттеді. Jing Han және оның әріптестері аса жоғары молекулалық полиэтилен қаптамаларының құрылымы мен қасиеттеріне графен нанопластинкасының (ГНП) әсерін зерттеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, АЖМПЭ құрылымы бүрку әдісімен өңдегеннен кейін айтарлықтай өзгеріске ұшырамаған, ал ГНП қоспасы оның кристалдылығының азаю төмендеуіне және термиялық тұрақтылығының жақсаруына алып келген. Сонымен қатар, құрамында 1,0 масс.% ГНП бар қаптама тозу жылдамдығын шамамен 20%-ға және үйкеліс коэффициентін 25%-ға төмендетті. АЖМПЭ мен ГНП негізіндегі қаптамалардың айтарлықтай жақсарған коррозияға төзімділік қасиеттері коррозия потенциалының, коррозиялық ток тығыздығының және импеданс модулінің артуымен расталды.

С.В. Панин АЖМПЭ матрицасын базальт бөлшектерімен арматуралауды зерттеген. Олар құрғақ үйкеліс жағдайында 20 масс.% толтырғыш қосу арқылы композициялық материалдардың тозуға төзімділігі 3 есеге артатынын анықтады. Сонымен қатар, аса жоғары молекулалық полиэтиленге базальт талшықтарын қосу абразивті тозуға төзімділікті арттырды, бұл көрсеткіш толтырғыштың массалық үлесі 10-20% аралығында өзгергенде 2,5 есеге жоғарылаған.

Алдыңғы зерттеулердің нәтижелерін талдау негізінде АЖМПЭ физика-механикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында оған минералды толтырғыш бөлшектерін енгізу идеясы пайда болды. Минералды толтырғыш ретінде диабазды қолдану АЖМПЭ қаптамаларының оңтайландырылған құрылымын қалыптастыруға ықпал етеді деп болжануда, бұл оның физика-механикалық, трибологиялық және коррозияға төзімділік қасиеттерінің жақсаруына әкеледі.

Айта кету керек, диабаз базальтқа ұқсас минералды шикізат ретінде жақсы механикалық қасиеттерге және агрессивті орталарға жоғары химиялық төзімділікке ие, сонымен қатар оның қолжетімді құны мен экологиялық қауіпсіздігі маңызды артықшылықтар болып табылады. Диабаз – вулканогенді магмалық тау жынысы, оның негізгі құрамдас бөлігі – жақсы сақталған плагиоклаз, сондай-ақ сирек кездесетін пироксен. Бұл минералдың балқу температурасы 1005-1250°C аралығында.

Алайда, біздің көзқарасымыз бойынша, диабаз толтырғыш ретінде АЖМПЭ негізіндегі композициялардың құрылымы мен қасиеттеріне әсері әлі толық зерттелмеген. Осы себепті диабаздың АЖМПЭ құрылымына, сондай-ақ оның механикалық, трибологиялық және коррозиялық қасиеттеріне әсерін жүйелі түрде зерттеу маңызды ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – минералды толтырғыш ретінде диабаздың АЖМПЭ құрылымы мен физика-механикалық және коррозиялық қасиеттеріне әсер ету заңдылықтарын анықтау.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі **негізгі міндеттер** шешіледі:

- диабаз толтырғышын енгізу нәтижесінде АЖМПЭ қаптамаларының құрылымындағы өзгерістерді зерттеу және толтырғыштың әсер ету механизмдерін анықтау;

- әр түрлі құрамдағы диабаз толтырғышының АЖМПЭ қаптамаларының физика-механикалық қасиеттеріне әсерін бағалау;

- АЖМПЭ негізіндегі композициялық қаптамалардың агрессивті ортадағы коррозияға төзімділігін эксперименталды түрде зерттеу;

- эксперименттік деректер негізінде минералды диабаз толтырғышы бар АЖМПЭ негізіндегі композициялық қаптамалардың қолданбалы әлеуетін негіздеу және олардың практикалық маңыздылығын патентпен және енгізу актілерімен растау.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:

1. 1. Газжалынды бүрку әдісі арқылы алынған АЖМПЭ негізіндегі модификациялаған қаптамалар диабаз минералды толтырғышының қатысуымен аморфты және кристалдық фазалардың гетерогенді құрылымын түзейді. Диабаздың 10-40 масс.% концентрациясын арттыру аморфты матрицада ішкі кернеулерді ұлғайтып, полимер тізбектерінің қозғалысын шектейді. Бұл құбылыс кристалдардың өсу кинетикасын баяулатады және олардың өлшемдерінің ұсақталуына алып келеді.

2. Диабаз минералды толтырғышының енгізілуі АЖМПЭ негізіндегі композициялық қаптамалардың физика-механикалық қасиеттерін айтарлықтай жақсартады. Диабаз бөлшектері аморфты матрицада орналасып, ішкі кернеулердің өсуіне және макромолекулалардың қозғалысын шектеуге ықпал етеді, бұл қаптаманың құрылымдық беріктігін арттырады. Нәтижесінде композициялық қаптамалардың микроқаттылығы 5,34-тен 7,27 Нv-қа дейін өседі, үйкеліс коэффициенті 0,17-ден 0,05-ке дейін төмендейді, ал тозуға төзімділігі бастапқы АЖМПЭ-мен салыстырғанда екі еседен астам артады.

3. Агрессивті ортаның АЖМПЭ қаптамалары мен минералды толтырғыш композиттердің коррозияға төзімділігіне әсері анықталды. Диабаз мөлшерінің 40-тан 10 масс.% дейін төмендеуі қаптаманың коррозияға төзімділігін арттырады (0,058 г-нан 0,02119 г-ға дейін), бұл полимер матрицасындағы кристалдық компоненттің үлесінің артуымен және диффузиялық процестердің баяулауымен байланысты. Сонымен қатар, диабаздың оңтайлы мөлшері қаптама бетінде тығыз әрі гомогенді қорғаныш қабат түзілуіне ықпал етіп, агрессивті орталардың әсерінен болатын деградациялық процестерді шектейді. Бұл композиттердің қызмет ету мерзімін ұлғайтып, олардың эксплуатациялық сенімділігін арттырады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесілерден тұрады

1 Алғаш рет диабаз - минералды толтырғышының газ жалынымен бүрку әдісімен алынған АЖМПЭ негізіндегі композиттік қаптамалардың құрылымдық-фазалық күйіне әсер ету заңдылықтары анықталды. АЖМПЭ құрамына 10-40масс.% құрамындағы диабазды енгізу қаптаманың кристалдылық дәрежесіне және оның химиялық құрылымына айтарлықтай әсер етпейді.

2 Алғаш рет АЖМПЭ негізіндегі композиттік қаптамалардың физика-механикалық қасиеттерін жақсартудағы диабаз-минералды толтырғыштың рөлі анықталды және сандық бағаланды. Диабаз - минералды толтырғышпен АЖМПЭ негізіндегі композиттік қаптамалардың физика-механикалық қасиеттерін жақсарту. АЖМПЭ негізіндегі композиттердің механикалық қасиеттерін арттыруда диабаз - минералды толтырғышының құрамы маңызды рөл атқарады. Сонымен, таза АЖМПЭ қаптамасы үшін микроқаттылық 5,34 Нv; АЖМПЭ+10 мас.диабаз қаптамасы үшін.% - 5,67 Нv; АЖМПЭ +20 және 30 мас.% диабаз қаптамалары үшін 6,15 Нv және 6,95 Нv; тиісінше, АЖМПЭ +40 мас.% диабаз қаптамасы үшін 7,27 Нv құрайды. N массасы қосылған АЖМПЭ негізіндегі композиттердің тозуға төзімділігі. матрица толған сайын диабаздың % жоғарылайды. Сонымен, толтырғыштың мөлшері 40 мас-қа дейін артады.% тозуға төзімділік таза АЖМПЭ -мен салыстырғанда 2 еседен астам артады, ал кедір-бұдырлық 1,237-ден 4,311 мм-ге дейін артады. Диабазды қосу қаптаманың үйкеліс коэффициентінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі: таза АЖМПЭ ~ 0,17 қаптамасы үшін; АЖМПЭ + 10 мас Диабаз.% ~ 0,14; АЖМПЭ +Диабаза 20 мас.% ~ 0,09; АЖМПЭ + Диабаз 30 мас.%, 0,06; АЖМПЭ + Диабазды жабу үшін 40 мас.% ~ 0,05.

3 Алғаш рет агрессиялық ортаның әсеріне минералды - диабаз толтырғышы бар АЖМПЭ негізіндегі композиттердің тұрақтылығы анықталды. 10мас.% диабаз бар АЖМПЭ композит және таза АЖМПЭ үлгілері қышқылдық ортаға ең жақсы химиялық төзімділікке ие. Химиялық әсерден кейін таза АЖМПЭ қаптамасының кристалдылығы 22%-ға, ал 10% диабаз-минералды толтырғышы бар АЖМПЭ композиті 18% - ға азаяды.

Зерттеу пәні.

Минералды диабаз-толтырғышы бар АЖМПЭ негізіндегі композиттік қаптамалар, композиттік қаптамалардың құрылымы мен физика-механикалық қасиеттері.

Зерттеу нысаны.

Минералды диабаз толтырғышы бар аса жоғары молекулалық полиэтилен негізіндегі қаптамалардың микроқұрылымы мен физика-механикалық қасиеттерінің өзгерісі. Газ-жалынмен бүрку әдісі арқылы алынған қаптамалардың коррозияға төзімділігін анықтау.

Зерттеу және сынау әдістері

Зерттелген үлгілердің макро- және микроструктурасын, фазалық құрамын талдау үшін жалпы ғылыми металлографиялық зерттеу әдістері, соның ішінде сканерлеуші электрондық микроскопия және рентгенқұрылымдық талдау қолданылды. Үлгілердің элементтік және фазалық құрамын анықтау үшін рентгенспектральдық микроанализ және инфрақызыл спектроскопия әдістері пайдаланылды. Механикалық, трибологиялық және коррозиялық қасиеттер арнайы құрылғылар мен сынақ стендтерінде аттестатталған әдістемелер негізінде зерттелді.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы

Алынған нәтижелер АЖМПЭ минералды диабаз толтырғышымен әрекеттесу кезіндегі физика-механикалық қасиеттерін түсінуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері «PlasmaScience» ЖШС өндірісіне енгізіліп, болашақ жобаларда қолдануға ұсынылды. Сонымен қатар, олар оқу процесіне енгізіліп, келесі білім беру бағдарламалары бойынша студенттердің дипломдық жұмыстарында пайдаланылды: 6B05305 – «Қолданбалы физика, наноматериалдар және инновация», 6B05303 – «Ядролық физика және атом энергетикасы», 7M05301 – «Физика, 8D05301 – «Физика». Диссертациялық жұмысқа сәйкес материалдар қосымшаларда келтірілген.

№ 8197 патенті алынған: «Полимерлі қаптамаларды газотермиялық бүркеуге арналған ұнтақ материалы», Қазақстан Республикасы Әділет министрлігіне қарасты «Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ, ресми бюллетень № 2023-06-23.

Диссертациялық жұмыс Ұжымдық пайдалану ұлттық ғылыми зертханасының (технопарк «Shygys Bastau») және С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінің «Беттің инженериясы және трибология» ғылыми-зерттеу орталығында (Өскемен, Қазақстан), сондай-ақ Назарбаев Университетінде және Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университетінің Ядролық технологиялар инженерлік мектебінің эксперименттік физика бөлімшесінде (Томск, Ресей) орындалды.

Автордың жеке үлесі. Автордың жеке үлесі диссертациялық зерттеу тақырыбына қатысты ғылыми әдебиеттерді іздеу және талдаумен, атап айтқанда, АЖМПЭ негізіндегі газ-жалынмен бүркелген қаптамаларға арналған еңбектерді зерделеумен байланысты. Ғылыми кеңесшілермен бірлесіп зерттеудің мақсаты мен міндеттері анықталды, композициялық қаптамаларды тұндыру және зерттеу әдістері таңдалды. Диссертация авторы келесі жұмыстарға тікелей қатысты: Үлгілерді дайындау, фазалық құрамды және қаптамалардың беттік морфологиясын зерттеу, қаптамалардың микроқаттылығы мен тозуға төзімділігін өлшеу, агрессивті, қышқыл орта әсерінің микроструктура мен коррозияға төзімділікке ықпалын зерттеу, зерттеу нәтижелерін талдауға және ғылыми мақалалар жазуға, сонымен қатар ғылыми кеңесшілер мен зертхана мамандарымен бірлесіп жариялауға белсенді қатысу.

Зерттеу тақырыбының ғылыми-зерттеу бағдарламаларымен байланысы

Осы диссертациялық жұмыстың эксперименттік нәтижелері Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен келесі ғылыми жобалар аясында алынды: 1) «Аса жоғары молекулалық полиэтилен негізінде коррозияға қарсы қаптама қолданудың жоғары тиімді технологиясын әзірлеу және енгізу», 2021-2023 жылдар, ИРН № AP09259925; 2) «Аса жоғары молекулалық полиэтилен негізіндегі толтырғыштары бар радиацияға және коррозияға төзімді қорғаныс композициялық материалын әзірлеу және енгізу», 2022-2025 жылдар, ИРН № AP19679461.

Зерттеу нәтижелері полимерлер физикасының мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келеді және конденсацияланған күй физикасы саласындағы өзекті мәселелерді шешуге бағытталған.

Жұмыстың практикалық құндылығы. Зерттеу нәтижесінде АЖМПЭ негізіндегі минералды диабаз толтырғышы бар қорғаныш қаптамалар алудың ғылыми негізделген тәсілі ұсынылды, бұл материалдардың тозуға, үйкелуге және коррозияға төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Газжалынды бүрку технологиясы арқылы алынған композиттік қаптамалар агрессивті химиялық ортада жұмыс істейтін металл беттерін тиімді қорғауға арналған, бұл олардың өнеркәсіптік қолданысын кеңейтеді. Алынған нәтижелер негізінде ұнтақ қоспаның пайдалы моделі әзірленіп, патентпен қорғалды, ал технологиялық шешім өндірістік жағдайда енгізіліп, оның тиімділігі өндірістік сынақтармен дәлелденді. Зерттеу нәтижелері оқу үрдісіне енгізіліп, болашақ мамандарды даярлау сапасын арттыруға үлес қосты.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми негізділігі мен сенімділігі

Жұмыста алынған нәтижелердің негізділігі мен сенімділік дәрежесі жүргізілген эксперименттік зерттеулердің дұрыстығы мен жүйелілігімен, сондай-ақ жақсы сыналған жалпы ғылыми зерттеу әдістерін қолданумен қамтамасыз етіледі. Диссертацияның негізгі нәтижелері ҚР ҰӘҚ ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ғылыми қызмет нәтижелерін жариялау үшін ұсынған басылымдарда, сондай-ақ Scopus және WEP of Science дерекқорына кіретін рецензияланатын шетелдік ғылыми журналда жарияланды.

Диссертациялық жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыстың материалдары отандық және халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалып, талқыланды:

1. 2nd International Conference on «Functional Materials and Chemical Engineering» (04-05, Сәуір, 2022, Оңтүстік Королина, АҚШ);
2. "Микитаев оқулары «Жаңа полимерлі композициялық материалдар» XVIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (4-9 шілде 2022, Эльбрус, КБР, Ресей);
3. С. Аманжолов атындағы ШҚУ-дың 70 жылдығына арналған «Увалиев оқулары-2022» «Қазіргі заманғы сын-тегеуріндер жағдайындағы ғылым мен білімнің өзекті мәселелері» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы;
4. Әл Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Қазіргі заманғы физиканың өзекті мәселелері» Әбділдин оқулары Халықаралық конференциясы (12-15 сәуір 2023) Алматы қ., Қазақстан;
5. «Жаңа материалдар мен технологиялар: Ұнтақты металлургия, композициялық материалдар, қорғаныс қаптамалары, дәнекерлеу» тақырыбындағы XV халықаралық ғылыми-техникалық конференция. академик О. В. Роман атындағы Ұнтақ металлургия институты. (14-16 қыркүйек, 2022. Минск, Беларусь)
6. С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінде өткен «Білім – ғылым – бизнес интеграциясы: Мәселелері мен

перспективалары» тақырыбындағы X Халықаралық ғылыми-практикалық конференция, 2024 жылдың сәуір айы, Өскемен қ.;

7. Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінде өткен «Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына» атты X Халықаралық ғылыми-техникалық конференция, 2024 жылғы 11–12 сәуір, Өскемен қ.

Негізгі нәтижелер С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінің, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің ғылыми семинарларында және Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университетінің Ядролық технологиялар инженерлік мектебі жанындағы эксперименттік физика бөлімінің отырысында баяндалды және талқыланды.

Жарияланымдар

Диссертациялық жұмыста келтірілген зерттеу нәтижелері бойынша 13 баспа жұмысы жарық көрді, оның ішінде ҚР Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған, рецензияланатын ғылыми басылымдарда – 3, Scopus және Web of Science дерекқорларында индекстелетін журналда – 2, сондай-ақ халықаралық конференциялар материалдар жинақтарында – 8 мақала, оның ішінде 3 мақала шетелдік халықаралық конференциялар материалдар жинақтарында жарияланған.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.

Диссертация кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жалпы көлемі – 121 бет, 67 сурет, 19 кесте, 145 пайдаланылған әдебиеттер тізімі, 3 қосымшамен қамтылған.