

Елемесова Гульнур Тайбековнаның
8D05301 – Химия білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған
Мұнай ұңғымаларының өнімділігін оңтайландыру үшін қолданатын
гидрогель бөлшектерінің (PPG) синтезі және қасиеттері
тақырыбындағы диссертациясына
АНДАТПА

Жұмыстың жалпы сипаттамасы

Диссертациялық зерттеу төмен, орташа және жоғары минералданған қабат суларында ісінуге қабілетті бентонит қосылған акриламид (ААм) негізіндегі жаңа композиттік полиэлектролитті, полиамфолитті және гидрофобты модификацияланған алдын ала тігілген гидрогель бөлшектерін (PPG (Preformed Particle gels) синтездеуге және зерттеуге арналған. Алынған үлгілер әртүрлі физика-химиялық әдістермен зерттеліп, модельдік жағдайларда мұнай өндіру кезінде мұнай қабатының айдау профилін тегістеу процесінде ағынды ауыстырушы агенттер ретінде сынақтан өткізілді.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Қазіргі уақытта мұнай өндіруді ұлғайту бойынша жұмыстарды орындайтын отандық сервистік компаниялар қабаттың айдау профилін тегістеу (фльтрациялық ағындарын қайта бөлу) үшін қолданылатын агенттер ретінде суда еритін және/немесе суда ісінетін полимерлерді пайдаланады. Мұндай полимерлер ретінде молекулалық массамен, гидролиз дәрежесімен, температураға тұрақтылығымен және т.б. қасиеттерімен ерекшеленетін полиакриламидтің әртүрлі модификациялары болуы мүмкін. Алайда, жоғарыда аталған барлық полимерлер Қазақстан аумағында өндірілмейді, осылайша мұнай сервистік компаниялар осы өнімді экспорттаушы шет мемлекеттерге қатты тәуелді болып отыр. Осыған байланысты мұнай кен орындарын игеру тиімділігін арттыру үшін отандық полимерлік материалдарды әзірлеу өте өзекті міндет болып табылады. Мұнай өндіруді арттыратын перспективті материалдардың бірі гидрогель бөлшектері болып табылады, өйткені олар жоғары өткізгіш суланған арналарды немесе жарықшақтарды бітеп тастай алады, осылайша айдалатын сұйықтықты жаңа, бұрын игерленбеген, мұнайға қаныққан аймақтарға бағыттайды. Диссертация тақырыбы жоғары молекулалы қосылыстар химиясы саласындағы ғылымның басым бағытына сәйкес келеді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері

Диссертацияның мақсаты - мұнай ұңғымаларының сулануын азайту үшін әртүрлі полимерлік жүйелер негізінде PPG синтезі.

Қойылған мақсатқа сәйкес келесі міндеттер шешіледі:

1. Ионогенді емес мономер - акриламид негізінде жоғары ісіну, механикалық, температураға төзімді қасиеттерге ие полиэлектролитті, полиамфолитті және гидрофобты – модификацияланған гидрогельдердің синтезі.

2. ИҚ-спектроскопия, сканерлеуші электрондық микроскопия әдістері арқылы синтезделген гидрогель бөлшектерінің құрылымын және олардың термиялық, механикалық және ісіну қасиеттерін зерттеу.

3. Өткізгіштігі жоғары мұнай коллекторының физикалық моделіндегі керндерінде полимерлі материалдардың бітеу қасиеттерін зерттеу.

Зерттеу нысандары

Диссертациялық зерттеу жұмысының нысандары: 2-акриламидо-2-метил-1-пропансульфон қышқылының натрий тұзы (АМПС), (3-акриламидопропил) триметиламмоний хлориді (АПТАХ) және ААм негізінде алынған полиамфолитті гидрогельдер; натрий акрилаты (НА), ААм негізіндегі полиэлектролитті гидрогельдер және ААм-тың гидрофильді қасиеттерің (суда еру қабілеті) және октадецилакрилаттың (лаурилакрилаттың) гидрофобты қасиеттерің біріктіретін гидрофобты-модификацияланған гидрогельдер.

Зерттеу пәні

Диссертацияның зерттеу пәні гидрогельдердің құрылымы, олардың ісіну қабілеті, механикалық беріктігі, температураға төзімділігі және мұнай өндіруді арттыру үшін мұнай керн моделіндегі гидрогельдердің тиімділігін бағалау болып табылады.

Автордың жеке үлесіне диссертациялық зерттеу мақсаттарын өз бетінше қою және тұжырымдау, мәселенің қазіргі жағдайына аналитикалық шолу жүргізу, гидрогельді материалдарды синтездеу, физикалық-химиялық зерттеулер кешенін жүргізу және эксперименттік деректерді талдау кіреді.

Автор негізгі эксперименттік кезенді жүзеге асыруға тікелей қатысып, сондай ақ мұнай керні моделімен жұмыс жүргізді.

Эксперименттік нәтижелерді талдау, оларды жүйелеу және зерттеу нәтижелерін көрсететін негізгі қорытындылар мен жалпылауларды тұжырымдау автормен ғылыми кеңесшілермен бірлесіп жүргізілді.

Эксперименттік нәтижелерді талдауды, оларды жүйелеуді, сондай-ақ жүргізілген зерттеу нәтижелерін көрсететін негізгі тұжырымдар мен жалпылауларды тұжырымдауды автор ғылыми кеңесшілермен бірлесіп орындады

Зерттеудің теориялық және әдіснамалық базасы

Диссертациялық зерттеу талдаудың физика-химиялық әдістері негізінде жүргізілді. Синтез бос радикалды сополимерлеу әдісімен жүзеге асырылды. Гидрогельдерді зерттеу гравиметрия, ИҚ-Фурье спектроскопиясы,

термогравиметрия, сканерлеуші электронды микроскопия әдістерімен жүргізілді. Механикалық талдау арқылы гидрогельдердің Юнг модулі анықталды. PPG үлгілері мұнай керн үлгісінде сыналған.

Химиялық элементтер мен қосылыстардың құрылымдық формулаларын графикалық сипаттау үшін ChemDraw бағдарламасы қолданылды.

Зерттеу нәтижелерін және олардың графикалық сипаттамаларын статистикалық өңдеу үшін келесі бағдарламалар қолданылды: Origin, Microsoft Office.

Ғылыми жаңалық

Алғаш рет мұнай қабаттарының қабылдау профилін теңестіру үшін қолданылатын әртүрлі қабат сулары мен температураларында ісінуге қабілетті композиттік полиэлектролит, полиамфолит, гидрофобты модификацияланған гидрогель бөлшектері алынды. Бұл тәсілдің артықшылығы - кен орнында қолданылатын қосымша тігуші агентті (хром ацетаты, алюминий цитраты) қажет етпейтін ісінетін гельді алудың бір сатылы әдісі. Сонымен қатар, гидрогельді материалды механикалық ұнтақтау процесінде полимер бөлшектерінің соңғы физикалық өлшемдерін орнатуға болады, бұл технологиялық тұрғыдан сөзсіз артықшылық. Қазақстанның мұнай кен орындарының әртүрлі геологиясын ескере отырып, техногендік жарықшақтар немесе мұнай ұңғымаларының жарықшақты коллекторлары неғұрлым берік бітеу агенттерін қолдануды талап етеді, бұл ретте ісіну процесін бақылайтын гидрогельді бөлшектерді қолдану айтарлықтай ірі жарықтаршақтарды (өлшемі 1 мм және одан да жоғары) берік бұғаттауға мүмкіндік береді. Сызықты гидролизденген полиакриламид - хром ацетаты жүйелерінде жиі байқалатын тігілген полимер жүйесінің синерезисі сияқты өте жағымсыз әсердің болмауы алдын ала химиялық тігілген композициялық гидрогельдерді қолдануды өте перспективті етеді.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар

№1 қағида

[ААм:НА=95:5], [ААм:АПТАХ:АМПС=95:2.5:2.5], [ААм:ЛА]_{15%}, [ААм:ОДА]_{15%} негізіндегі бастапқы мономерлік қоспаларды қолдануы жоғары тұздалған ерітіндіде (150 г/л) тұрақты, механикалық берік (500 Па-ға дейін) және термиялық төзімді (200 °С-қа дейін) полиэлектролитті, полиамфолитті және гидрофобты модификацияланған гидрогель үлгілерін алуға мүмкіндік береді.

№2 қағида

Мономерлердің химиялық табиғаты полимерлі гидрогельдердің функционалдық қасиеттерінің жиынтығын анықтайды: полиэлектролитті гидрогельдер үшін ісіну дәрежесі ең жоғары (29 г/г), ал полиамфолитті және

гидрофобты-модификацияланған жүйелер үшін бұл көрсеткіш едәуір төмен (13-15 г/г); сонымен қатар полиамфолитті гидрогельдер полиэлектролитті және гидрофобты-модификацияланған жүйелермен салыстырғанда температураның (20-80 °С), тұздылықтың (10-150 г/л) және ортаның рН мәнінің (2-12) өзгеруіне жоғары тұрақтылық танытады.

№3 қағида.

[ААм₉₅-НА₅], [ААм₉₅-АПТАХ_{2,5}-АМПС_{2,5}], [ААм-ЛИА]_{15%}, [ААм-ОДА]_{15%}, негізіндегі гидрогельдерді РРГ ретінде пайдалануы құмды үйінді модельдердегі фильтрациялық эксперименттер жағдайында су өткізгіштігін тиісінше 8000, 5700, 3400 және 1700 есе төмендетеді, бұл олардың мұнай ұңғымаларының жұмысын оңтайландырудағы жоғары әлеуетін растайды.

Зерттеу нәтижелерінің теориялық маңыздылығы

Диссертациялық зерттеу барысында алынған нәтижелер гидрогельдердің физика-химиялық қасиеттерін алу мен зерттеудің теориялық және әдіснамалық негіздерін дамыту үшін маңызды. Диссертациялық зерттеудің нәтижелері жаңа зерттеу міндеттерін қоюға негіз бола алады.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы

Жұмысты орындау нәтижесінде минералды толтырғыштарды құрылымына енгізе отырып, композиттік негізде РРГ прототиптері алынды. Бұл үлгілер механикалық және термиялық төзімділікке ие, сонымен қатар әртүрлі температурада және жоғары минералданған қабат суларында ісінуге қабілетті. Алынған гидрогель бөлшектерін өнеркәсіптік өндіріс процесін жолға қою және мұнай беруді ұлғайту үшін Қазақстанның мұнай кен орындарында қолдану үшін пайдалануға болады.

Зерттеу жұмысының басқада ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарымен байланысы

Диссертациялық жұмыс АР13068286 «Мұнай өндіруді арттыру үшін "smart " полимерлі гельдерді әзірлеу» жобасы аясында орындалды. Бұл жоба Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитетінің 2022-2024 жылдарға арналған гранттық қаржыландыруы негізінде жүзеге асырылды. Жобаның жетекшісі - PhD, Шахворостов А.В.

Зерттеу нәтижелерін апробациялау

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері 6 халықаралық ғылыми конференцияларда ұсынылды: Фараби Әлемі (Қазақстан, 2023, 2024), Polish-Kazakh Meeting: Relationship Between Chemistry and Biology (Poland, 2023, 2024), 11th conference on Times of Polymers and Composites (Italy, 2024), "Экологиялық оқулар-2024" XV ұлттық ғылыми-практикалық конференциясы (халықаралық қатысуымен) (РФ, 2024).

Зерттеу нәтижелерін жариялау

Диссертациялық зерттеудің нәтижелері бойынша импакт-факторы нөлдік емес Scopus және Web of Science халықаралық ақпараттық ресурстарына енгізілген журналдарда 3 мақала және Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған рецензияланатын ғылыми басылымдарда 1 мақала жарияланды.

Әрбір жарияланымды әзірлеудегі докторанттың үлесінің сипаттамасы

Gizatullina N., Yelemessova G., Klivenko A., Shakhvorostov A. Synthesis of Composite Hydrogels for Enhanced Oil Recovery // Macromol. Symp. – 2024 – Vol. 413. – P. 2300258 (3). <https://doi.org/10.1002/masy.202300258> - зерттеу, әдістеме.

Yelemessova G., Gussenov I., Ayazbayeva A., Shakhvorostov A., Orazzhanova L., Klivenko A., Kudaibergenov S. Preparation and Characterization of Preformed Polyelectrolyte and Polyampholyte Gel Particles for Plugging of High-Permeability Porous Media // Gels. - 2024. - Vol. 10, 562. P. 1-24. <https://doi.org/10.3390/gels10090562> - зерттеу, әдістеме, валидация, визуализация, алғашқы нұсқасын жазу, редакциялау;

Yelemessova G., Gussenov I., Klivenko A., Orazzhanova L., Sabitova A., Shakhvorostov A., Bardadym Y., Aseyev V. Hydrophobically Modified Acrylamide Hydrogel Particles for Conformance Control: Synthesis, Characterization and Enhanced Oil Recovery Performance // Journal of Applied Polymer Science. - 2025. - Vol.0:e57900. - P. 1-16. <https://doi.org/10.1002/app.57900> - зерттеу, әдістеме, валидация, визуализация, алғашқы нұсқасын жазу, редакциялау;

Yelemessova G., Orazzhanova L., Klivenko A., Nurgaliyev N., Ayazbayeva A., Shakhvorostov V. Synthesis and characterization of preformed particle Gels (PPG) to increase oil recovery // NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. - 2023. - V.4. - 457. - P.79–91. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.194> - зерттеу, әдістеме, валидация, визуализация, алғашқы нұсқасын жазу, редакциялау.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі

Диссертация мазмұннан, анықтамалар, белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, үш тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Диссертациялық зерттеу көлемі 17 кесте, 51 сурет, 4 формуладан тұратын машинкамен басылған мәтіннің 103 бетін құрайды. Пайдаланылған дереккөздердің тізімі 125 атаудан тұрады.