

6D072100 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Артыкова Жадыра Куанышовнаның «Бұрғылау ерітінділерінің реологиялық қасиеттерін реттеу үшін композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды алу технологиясын құрастыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысының
АҢДАТПАСЫ

Тақырыптың өзектілігі. Соңғы онжылдықтарда полимерлі композициялық тұрақтандырғыштар мұнай-газ өнеркәсібінде, атап айтқанда ұңғымаларды терең бұрғылау кезінде өте кең қолданысқа ие болды. Қазіргі уақытта полимер тұрақтандырғыштарын пайдалану көлемі ұлғаюда, сондай-ақ жоғары пайдалану қасиеттеріне ие полимерлердің жаңа түрлері мен модификациялары әзірленуде. Бұл ұңғымаларды бұрғылау кезінде, сондай-ақ өнімді қабаттарды ашу кезінде қолданылатын бұрғылау ерітінділеріне қажетті талаптарды қамтамасыз етуі керек. Қатты минералданған ортада бұрғылау ерітіндісінің тиімділігін арттыру үшін негізінен полимерлі реагенттер қолданылады. Қазіргі таңда шетелдік компаниялар тарапынан ұсынылған полиэлектролиттер қолданылып және олар валютаға сатып алынуда. Осыған байланысты жоғары температураға және жоғары минералданған ортаға төзімді бұрғылау ерітінділерінің реологиялық қасиеттерін реттеу үшін композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды алу технологиясын әзірлеу міндеті тұр. Бұл жұмыста композициялық полимер тұрақтандырғыштарын алу үшін полимердің макромолекулалық тізбегіне сульфотопты енгізу арқылы бұрғылау ерітінділерінің реологиялық қасиеттерін реттеу мүмкіндіктері қарастырылған.

Зерттеу мақсаты: бұрғылау ерітінділерінің реологиялық қасиеттерін реттеу үшін композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды алу технологиясын құрастыру.

Зерттеу міндеттері:

- акрилонитрилді және винилсульфон қышқылын сополимерлеу арқылы бұрғылау ерітіндісіне арналған САНВСК-1 композициялық полимерлі тұрақтандырғышын алу және оны модификациялау;
- әртүрлі молекулалық массасы бар полиакрилонитрилді гидролиздеу арқылы САНВСК-2 және САНВСК-3 композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарын алу және оларды модификациялау;
- САНВСК сериялы синтезделген композициялық полимерлердің және олардың сулы ерітінділерінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу;
- алынған САНВСК сериялы композициялық полимерлердің Дарбаза бентонит сазының сазды ерітінділерінің реологиялық, сүзу-технологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу;
- тұзды ортаға және жоғары температураға төзімді бұрғылау ерітінділерінің композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарын алу технологиясын құрастыру;
- алынған композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды қоса отырып, бұрғылау ерітінділеріне далалық сынақтар жүргізу;

– композициялық полимерлерді алу процесінің негізгі параметрлерін математикалық оңтайландыру және оларды мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау процесінде қолданудан экономикалық тиімділігі.

Зерттеу нысандары мен әдістері. Зерттеу нысандарына акрилонитрил, полиакрилонитрил, госсиполды шайыр, натрий гидроксиді, винилсульфон қышқылы, бутилметакрилат, калий персульфаты, натрий бисульфиті, натрий тиосульфаты, бентонит сазы жатады және алынған полимерлі композициялық тұрақтандырғыштар: САНВСК-1, САНВСК-2, САНВСК-3 және САНБМА. Алынған полимерлі тұрақтандырғыштарды анықтау INCAEnergy рентгендік энергия дисперсті микроанализаторы (Oxford Instruments), Shimadzu ir Prestige-21 ИҚ-Фурье аспабындағы ИҚ-спектроскопиясы, ISM-6490LV (IED) электронды сұйықтық микроскопы, Полимер РПЭ-1М.1 ротациялық вискозиметр арқылы жүргізілді. Полимерлі реагенттер негізінде алынған бұрғылау ерітінділерінің қасиеттерін, тұтқырлығын, ЫСҚ, қабық қалыңдығын, судың шығымын және тығыздығын өлшеу арқылы зерттелді.

Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар:

– акрилонитрил мен винилсульфон қышқылының мономерлердің қатынасы 80:20, рН=3-6 ортада, 2,0-2,5 сағат ішінде, 20-35°C температурада сополимерленуі, кейін 95-98°C температурада 2,0-2,5 сағатта натрий гидроксидімен гидролизденуі, одан әрі госсипол шайырының май қышқылдарымен 0,5-1,0 сағат ішінде, 60-70°C температурада модификациясы;

– әр түрлі молекулалық массаға ие полиакрилонитрилдің 4-6% натрий гидроксиді және 4% күкірт қышқылымен 95-98°C температурада 2,0-2,5 сағат ішінде гидролизінің рН=4-6 ортада 0,5-0,6 сағат госсипол шайырының май қышқылдарымен немесе формалин және натрий тиосульфатының модификациясы;

– САНВСК-2 және САНВСК-3 – 0,5% және САНВСК-1 – 0,25% қатысуымен Дарбаза бентонит сазының 15% бұрғылау ерітіндісін тұрақтандыру бойынша реологиялық, сүзу-технологиялық қасиеттерінің нәтижелері;

– САНВСК-2 және САНВСК-3 – 0,5% және САНВСК-1 – 0,25% Дарбаза бентонит сазының суспензияларының 15% тұрақтануының оңтайлы концентрациясы, 180-200°C температурада және 20% NaCl, 2% CaCl₂ концентрациясында құрамында тұз бар ортаға САНВСК-2 тұрақтылығы;

– өнімділігі жылына 7475 тонна тұзды ортада жоғары температураға төзімді 15% Дарбаза бентонит сазы және САНВСК сериясы кіретін бұрғылау ерітінділерінің композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарын алу технологиясы;

– алынған композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды қоса отырып, бұрғылау ерітінділерінің далалық сынақтар нәтижелері;

– эксперименттік деректерді математикалық өңдеу нәтижелері және бұрғылау ерітінділері үшін композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды алу технологиясының экономикалық тиімділік есебі.

Зерттеудің негізгі нәтижелері:

– акрилонитрил мен винилсульфон қышқылының мономерлердің қатынасы 80:20, рН=3-6 ортада, 2,0-2,5 сағат ішінде, 20-35°C температурада сополимерлеу, одан кейін 95-98°C температурада 2,0-2,5 сағатта натрий гидроксидімен гидролиздеу, одан әрі госсипол шайырының май қышқылдарымен 0,5-1,0 сағат ішінде, 60-70°C температурада модификациялау әдістері арқылы жаңа САНВСК-1 композициялық полимерлі тұрақтандырғышы алынды;

– электрондық микроскопия деректеріне сүйене отырып, полимерді модификациялау кезінде жүйенің гидрофилизациясы жүретіні көрсетілген, осылайша макромолекулалардың микроқұрылымы ерімейтін кристалдық күйден аморфты күйге ауысады, оны полимердің ерігіштігін реттеуге болады;

– әртүрлі молекулалық массаға ие полиакрилонитрилді 4-6% натрий гидроксиді және 4% күкірт қышқылымен 95-98°C температурада 2,0-2,5 сағат ішінде гидролиздеу, одан әрі рН=4-6 ортада 0,5-0,6 сағат ішінде госсипол шайырының май қышқылдарымен немесе формалин және натрий тиосульфаты көмегімен ерітінді жүйесінің гидрофилизациясының қалыптасуымен жүретін модификациялау әдісі арқылы САНВСК-2 және САНВСК-3 сериялы композициялық полимерлі тұрақтандырғыштардың шарттары алынды;

– синтезделген композициялық полимерлердің сулы ерітінділерінің физика-химиялық қасиеттерінің нәтижелері және олардың амфотерлі полиэлектролиттерге жататындығының негіздемесі;

– Дарбаза бентонит сазының 15% суспензиясын (0,5%) тұрақтандырудың және 180-200°C температурада тұзды ортаға төзімділіктің және 20% NaCl, 2% CaCl₂ концентрациясының оңтайлы концентрациясы белгіленді;

– ҚР №35935 «Бұрғылау ерітінділеріне арналған композиттік реагент алу әдісі» өнертабысына патент және №IAP06728 «Бұрғылау реагенті» өнертабысына халықаралық патент алынды;

– тұзды ортада жоғары температураға төзімді бұрғылау ерітінділерінің композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарын алу технологиясы әзірленді;

– композициялық полимерлерді алу процесінің негізгі параметрлерін математикалық модельдеу және оларды мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау процесінде қолданудың экономикалық тиімділігі бағаланды.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу:

– САНВСК-1 композициялық полимерлі тұрақтандырғышын алу натрий бисульфиті мен калий персульфатының инициаторлары арқылы акрилонитрил мен винилсульфон қышқылдарының сополимерлену реакциясы рН=3-6 ортада, 20-35°C температурада, мономерлердің қатынасы 80:20, 2,0-2,5 сағатта жүретіні көрсетілді. Май қышқылдарының қатысуымен модификацияның оңтайлы шарттары анықталды; уақыты – 0,5-1,0 сағат, температурасы – 60-70°C;

– 4-6% натрий гидроксиді мен 4% күкірт қышқылының әртүрлі молекулалық массаға ие полиакрилонитрилдің гидролизі 95-98°C температурада 2,0-2,5 сағат ішінде, рН=4-6 ортада, 0,5-0,6 сағатта госсипол шайырының май қышқылдарымен немесе формалин мен натрий тиосульфатының модификациясы арқылы САНВСК-2, САНВСК-3 сериялы тұрақтандырғыштар алынды және оларды алудың тиімді шарттары анықталды;

– физика-химиялық зерттеу, яғни элементтік талдау, электронды микроскопия және ИҚ-спектроскопия деректері негізінде синтезделген композициялық полимерлер амфотерлі полифункционалды полимерлерге (амидті, имидті, карбоксилді, сульфотоптар және т.б.) жататындығы көрсетілді;

– реологиялық, сүзу-технологиялық қасиеттері, реагенттердің өзара әрекеттесу механизмі және бұрғылау ерітіндісінің құрамындағы тұрақтандыру тиімділігі (0,25 және 0,5% концентрациясы) анықталды;

– полимерлі бұрғылау реагентінің 180-200°C құрайтын агрессивті ортаға төзімділігі дәлелденді және 200°C-тан жоғары температурада полимерлі бұрғылау реагенті бастапқы қасиетін жоғалтатыны дәлелденді.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы. Теориялық маңыздылығы акрилонитрилді винилсульфон қышқылымен сатылы гидролизбен сополимерлеу процестерін жүргізу және алынған жаңа полифункционалды (амидті, имидті, карбоксилатты, сульфотопты және т.б.) бұрғылау ерітінділерінің термо-тұзға төзімді САНВСК-1 композициялық полимерлі тұрақтандырғышын модификациялау болып табылады. САНВСК-2, САНВСК-3 сериялы тұрақтандырғыштарды әртүрлі молекулалық массаға ие полиакрилонитрилді және натрий гидроксиді мен күкірт қышқылын қолдана отырып гидролиздеу әдісімен, госсипол шайырының май қышқылының немесе формалиннің және натрий тиосульфаттың қатысуымен модификациялау арқылы алу. Жұмыстың практикалық маңыздылығы жоғары тұзды ортада және жоғары температураға төзімді және тұрақтылықты сақтайтын композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды алу технологиясын жасау болып табылады. Диссертация нәтижелері бойынша №35935 «Бұрғылау ерітінділеріне арналған композиттік реагент алу әдісі» ҚР өнертабысқа патенті және №IAP 06728 «Бұрғылау реагенттері» өнертабысқа халықаралық патенті алынды. Бұрғылау ерітінділері үшін композициялық полимерлі тұрақтандырғыштарды пайдалану тұрғысынан «Мұнайгазпроект» ЖШС-де тәжірибелік-далалық сынақтар жүргізілді. Зерттеу нәтижелері «Chemistry and physics of polymers» пәні бойынша оқу процесіне енгізілді.

Диссертацияның ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмыс КЕАҚ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университетінің «Бейорганикалық және мұнайхимия өндірістерінің технологиясы» кафедрасында, «Мұнайхимия және композиттік полимерлік материалдар» ғылыми зерттеу зертханасында, АР14972915 «Терең ұңғымаларды бұрғылау

үшін бұрғылау ерітінділерінің термиялық-тұзға төзімді композитті полимерлі тұрақтандырғыштарын алу технологиясын жасау» тақырыбында «Жас ғалым-2022» гранттық қаржыландыру аясында орындалды.

Докторанттың әрбір басылымды дайындауға қосқан жеке үлесі.

Диссертацияның негізгі ережелері, нәтижелері, қорытындылары мен түйіндері 13 баспа жұмыстарында баяндалған, оның ішінде, Scopus дерекқорына кіретін Халықаралық ғылыми баспаларда – 1; ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған журналдарда – 4; Халықаралық конференциялардың материалдарында – 6 мақала жарияланған және 2 өнертабысқа патент алынған.

1. Rasayan Journal of Chemistry журналындағы «Synthesis and preparation polyacrylonitrile and vinyl sulfonic acid in the presence of gossypol resin for drilling fluids» мақаласында шолуды дайындау және деректерді талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

2. «Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ Хабаршысы» журналындағы «Получение и исследование фильтрационно-технологических свойств буровых растворов на основе акрилонитрила, винилсульфата и фумаровой кислоты» мақаласында әдеби деректерге шолу дайындау және талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

3. «Получение композиционных полимерных материалов для улучшения реологических свойств буровых растворов» мақаласы «Нефть и газ» журналында әдеби шолу дайындау, алынған мәліметтерді жинақтау және өңдеу жүргізді.

4. «Изучение реологических свойств бентонитовых глин, стабилизированных сополимерами бутилметакрилата и акрилонитрила, в присутствии госсиполовой смолы» мақаласы «ҚБТУ Хабаршысы» журналында әдеби деректерге шолу дайындау және талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

5. «Термическая устойчивость синтезированных водорастворимых полимеров для буровых растворов» мақаласы «Нефть и газ» журналында эксперименттік деректерді алу және талқылау жүргізді.

Автордың әр жарияланымды дайындауға қосқан үлесі диссертацияда келтірілген.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 105 бетте, сонымен қатар 10 бет қосымшада, 16 кесте, 38 сурет баяндалған. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 185 әдебиетті құрайды.