

8D07107 – «Көмірсутекті қосылыстардың химиялық инженериясы»
білім беру бағдарламасы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD)
ғылыми дәрежесін алуға арналған диссертациялық жұмысқа

АНДАТПА

БОРАНБАЕВА ЛАУРА ЕРГАЛИЕВНА

ПАРАФИНДЕРДІҢ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ ПАРАФИНДІ МҰНАЙДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСARTУ ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі: Қазақстанның мұнай өнеркәсібі үшін өзекті мәселелердің бірі – ел аумағындағы бірқатар кен орындарында өндірілетін парафиндер мен шайырлар мөлшері жоғары мұнайларды тасымалдау болып табылады. Атап айтқанда, Маңғыстау өңірінің жоғары парафинді мұнайлары, Құмкөл тобына жататын кен орындарының мұнайлары және Бозащы түбегінің шайырлы мұнайлары магистралды мұнай құбырларымен тасымалдау барысында елеулі қиындықтар туындатады. Бұл мұнайлар жоғары қату температурасы, аномальды тұтқырлық, жоғары ығысу кернеуі және құбырлардың ішкі қабырғаларында асфальтенді-шайырлы-парафинді тұнбалардың түзілуіне бейімділігімен ерекшеленеді.

Аталған факторлар тасымалдау процесін күрделендіріп, энергия шығындарын арттырады және қосымша пайдалану шығындарын туындатады. Осыған байланысты, мұнайдың төмен температуралық қасиеттерін – оның қозғалғыштығы мен ағымдылығын – жақсарту, сондай-ақ асфальтен-шайыр-парафин шөгінділерінің (АШПШ) түзілуінің алдын алу мұнай тасымалдау инфрақұрылымының тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етудің маңызды міндеттері болып табылады.

Жоғары парафинді мұнайларды тасымалдау шығындарын азайтудың қазіргі әдістеріне Батыс Қазақстан кен орындарынан өндірілетін мұнай қоспасының құрамын реттеу жатады. Компоненттердің оңтайлы арақатынасын қалыптастыру арқылы мұнайдың реологиялық және физика-химиялық қасиеттерін жақсартуға қол жеткізуге болады. Мұнай қоспасына жеңіл Ақтөбе мұнайының үлесін арттыру тұтқырлықты айтарлықтай төмендетіп, ағымдылықты арттыру арқылы тасымалдау үдерісін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мұнайдың фракциялық және компоненттік құрамы, атап айтқанда, парафиндер, асфальтендер мен шайырлардың концентрациясы өзгереді, бұл өз кезегінде мұнай дисперстік жүйесінің құрылымының қайта құрылуына алып келеді.

Дисперстік құрылымның өзгеруі мұнайды термиялық және депрессорлық өңдеуге неғұрлым бейім етеді, бұл парафин тұнбаларының түзілуінің алдын алуға және тасымалдау кезіндегі энергия шығындарын азайтуға ықпал етеді.

Осылайша, парафин тұнбаларының түзілу процестерін зерттеу және жоғары парафинді мұнайлардың тұтқырлығын төмендету әдістерін әзірлеу –

ғылыми тұрғыдан өзекті ғана емес, сонымен қатар елеулі практикалық мәнге ие міндет болып табылады. Мұндай зерттеу жүргізу мұнайды тасымалдаудың тиімді технологияларын жасауға, пайдалану шығындарын азайтуға және Қазақстандағы мұнай өндіру мен тасымалдаудың жалпы рентабельділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл бағыттың диссертациялық жұмыс шеңберінде орындалуын ерекше маңызды және негізделген етеді.

Зерттеу мақсаты: Жоғары парафинді мұнайлардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу, термиялық өңдеу процестерін оңтайландыру және реологиялық сипаттамаларын жақсартуға бағытталған инновациялық химиялық реагенттерді енгізу арқылы парафин тұнбаларының түзілуінің алдын алуға және мұнайды тасымалдау тиімділігін арттыруға негізделген ғылыми тұрғыдан дәлелденген әдістерді әзірлеу, сондай-ақ пайдалану шығындарын барынша азайту.

Міндеттері:

1. Жоғары парафинді мұнайлардың негізгі сипаттамаларын және парафин шөгінділерінің түзілу процестерін зерттеу;
2. Реологиялық параметрлерді жақсарту әдістерін әзірлеу және термиялық өңдеу мен құрамның парафин шөгінділеріне әсерін зерттеу;
3. Депрессорлық қоспаны синтездеу және әзірленген реагенттердің парафин-шайырлы шөгінділерді ингибирлеу және жою тиімділігін бағалау.

Зерттеу нысандары: Құмкөл, Ақшабұлақ, Ақтөбе және Батыс Қазақстан мұнай қоспалары.

Зерттеу әдістері: Эксперименттік зерттеулер жоғары дәлдіктегі заманауи құрал-жабдықтарды (дәлдік класы 0,3–1,0) пайдалану арқылы жүргізілді. Қолданылған барлық аналитикалық әдістер ГОСТ стандарттарының талаптарына толық сәйкес келді, ал алынған нәтижелердің қайталануы үш мәрте қайталау арқылы тексерілді. Зерттеу барысында инфрақызыл (ИК) спектроскопия, реологиялық сынақтар, электрондық микроскопия және хроматографиялық талдау сияқты әдістер қолданылды.

Ғылыми жаңалығы: Жұмыс аясында алғаш рет мұнайдың физика-химиялық қасиеттерін, парафиндердің кристалдану механизмдерін терең талдау және инновациялық технологияларды кешенді қолдану негізінде парафин түзілуімен күресу әдістері ұсынылып, жүйелі түрде талданды. Сонымен қатар, парафин түзілу процестерін тиімді түрде тежейтін жаңа РТЕ депрессорлық реагенті алғаш рет синтезделіп, пайдалануға ұсынылды. РТЕ реагентін мұнай шикізатына енгізу мұнайдың тұтқырлығын төмендетіп, асфальтен-шайыр-парафин шөгінділерінің (АШПШ) түзілуін барынша азайтатыны дәлелденді. Бұл өз кезегінде ауыр мұнайларды тасымалдау тиімділігін арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Жұмыстың теориялық маңыздылығы жоғары парафинді мұнайларда парафин шөгінділерін талдау, болжау және алдын алу бойынша түбегейлі жаңа тәсілдерді әзірлеумен айқындалады. Парафиндердің кристалдану механизмдерін кешенді зерттеу, сондай-ақ оларды басу бойынша инновациялық химиялық және физикалық әдістерді жасау осы саладағы іргелі

білімді тереңдетіп қана қоймай, сонымен қатар мұнай өнеркәсібі үшін тиімді технологиялық шешімдер әзірлеуге мүмкіндік береді. Зерттеу барысында синтезделген РТЕ реагентінің парафин кристалдарының морфологиясына, олардың таралуына және құрылымына әсер ететін әсер ету механизмдері айқындалды.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

1. Мұнайдың бастапқы физика-химиялық қасиеттері, сондай-ақ оның құрамындағы қалыпты алкандардың құрылымы мен табиғаты зерттелді. Аталған қосылыстардың мұнай дисперстік жүйесінің агрегативтік тұрақтылығына әсері анықталды. Айқындалған заңдылықтар жоғары парафинді мұнайларды тасымалдаудың оңтайлы шарттарын әзірлеуге мүмкіндік берді, бұл тұтқырлықты төмендетуге және парафин түзілуінің алдын алуға жағдай жасайды. Мұндай шарттарды іске асыру магистральдық құбырлар арқылы мұнайды тасымалдау кезінде энергетикалық шығындарды азайтуға ықпал етеді.

2. Температуралық өңдеудің мұнай қоспаларының реологиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Құмкөл-Ақшабұлақ мұнай қоспасы (ҚАМҚ) үшін 60°C температурадағы оңтайлы термиялық өңдеу мұнай тұтқырлығын едәуір төмендетеді. Батысқазақстан мұнай қоспасы (БҚМҚ) жағдайында 90°C температурадағы өңдеу ньютондық қасиеттердің 10°C-қа дейін сақталуын қамтамасыз етеді. Мұнай қоспаларының реологиялық көрсеткіштерін жақсарту әсері 5 күнге дейін сақталады, содан кейін тұтқырлықтың біртіндеп өсуі байқалады. Бұл нәтижелер жоғары парафинді мұнайларды тиімді тасымалдау үшін термиялық өңдеудің оңтайлы параметрлерін ұсынуға негіз болады. Ақтөбе мұнайының үлесін арттыру БҚМҚ-ның реологиялық сипаттамаларын (тұтқырлық, ығысу кернеуі) жақсартуға әкеледі, ал оның құрамы 20% және одан жоғары болған жағдайда 60°C температурадағы термиялық өңдеуге бейімділік айтарлықтай артады.

3. Термиялық өңдеуді және жаңа синтезделген РТЕ депрессорлық реагентін біріктіріп қолдану жоғары парафинді мұнайлардың реологиялық қасиеттерін едәуір жақсартатыны дәлелденді. БҚМҚ үшін ағымдылықты жоғалту температурасының ең жоғары төмендеуі 90°C температурадағы термоөңдеу және 1000 ppm концентрациядағы РТЕ реагентін енгізу арқылы 15°C-қа жетеді. Құмкөл-Ақшабұлақ қоспасы үшін бұл көрсеткіш 9°C-ты құрайды. РТЕ реагентін 500 ppm концентрацияда және 90°C температурада енгізу БҚМҚ мен ҚАМҚ үшін тұрақты ингибирлеуші әсер көрсетеді, бұл тұтқырлықты, ығысу кернеуін және ағымдылықты жоғалту температурасын 10 тәулік бойы оңтайлы деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік береді. Бұл реагенттің ұзақ мерзімді тиімділігі мен сенімділігін, сондай-ақ парафин түзілуін азайту мен ағымдылықты арттырудағы жоғары әлеуетін дәлелдейді.

Зерттеудің ғылымды дамыту бағыттарына және мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: Жұмыс Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2024–2026 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруы аясында орындалды (жоба нөмірі BR24992868) «Жоғары тұтқыр мұнай ұңғымаларының өнімділігін арттыруға

арналған көпкомпонентті қоспаларды қолданудың инновациялық технологиясы мен бағдарламалық өнімдерін әзірлеу» тақырыбы бойынша. Шарт № 375 ПЦФ 24-26, 2024 жылғы 1 қазанда жасалған.

Автордың жеке үлесі, жарияланымдары және жұмыстың нәтижелерін апробациялау: Автор әдеби деректерді талдау, эксперименттік зерттеулер жүргізу, физика-химиялық талдау әдістерін қолдану, алынған нәтижелерді жүйелеу және интерпретациялау, сондай-ақ ғылыми қорытындыларды тұжырымдау жұмыстарын орындады.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың материалдары 2021 жылғы 17–19 қараша аралығында Башқұртстан Республикасында (Уфа қ., Ресей Федерациясы) офлайн және онлайн форматта өткен профессор Борис Константинович Марушкиннің 100 жылдығына арналған «Химиялық технология мен инженерияны инновациялық дамытудың перспективалары» атты VI Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда ұсынылып, талқыланды (Марушкин оқулары – VI). Сонымен қатар, диссертация материалдары 2025 жылғы 29–30 қыркүйекте Берлин қаласында (Германия) аралас (очно-дистанциялық) форматта өтетін «4th Global Summit on Advances in Earth Science and Climate Change» (Adv. ESCC 2025) халықаралық конференциясында баяндама жасау үшін жолданды.

Жарияланымдар: Диссертациялық зерттеу жұмысы барысында алынған негізгі нәтижелер үш ғылыми басылымда жарияланды. Олардың ішінде екеуі Scopus дерекқорына енген, процентиі 60 болатын халықаралық журналдарда, ал біреуі процентиі 76 болатын журналда жарық көрді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми конференциялар материалдарында жарияланған екі еңбекте де көрініс тапты.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі: : Жұмыс 107 беттен тұрады, 19 кесте мен 62 суретті қамтиды. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 134 атаудан тұрады.