

8D07202 – «Мұнай инженериясы» білім беру бағдарламасы бойынша PhD философия ғылымдарының докторы ғылыми дәрежесін алуға арналған диссертациялық жұмысқа

## **АҢДАТПА**

### **ОСПАНОВ ЕРЛАН ҚАНАТҰЛЫ**

#### **САЗДЫ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ ҮШІН НАНОБӨЛШЕКТЕР МЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ПОЛИМЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СУ НЕГІЗДІ БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ**

##### **Тақырыптың өзектілігі:**

Қазіргі мұнай-газ өнеркәсібі барған сайын күрделене түсетін геологиялық жағдайларға тап болып отыр, олардың ішінде ең үлкен қиындық туғызатыны – су орталарымен әрекеттескенде ісінуге және бұзылуға бейім сазды шөгінділер. Осындай жыныстар арқылы ұңғымаларды бұрғылау кезінде қабырғалардың тұрақсыздығы, бұрғылау ерітіндісінің сіңірілуі, фильтрациялық шығындардың артуы сияқты қиындықтар жиі байқалады. Соның салдарынан уақыт пен қаржылық шығындар өседі. Мұндай жағдайда глинисті және сланецті жыныстардан өткен кезде ұңғыма қабырғаларының термохимиялық тұрақтылығын қамтамасыз ететін тиімді су негізді бұрғылау ерітінділерін жасау аса маңызды. Экологиялық тұрғыдан қауіпсіз су жүйелерін қолдану тұрақты даму мен экологиялық заңнама талаптарына сәйкес келеді. Алайда дәл осы ерітінділер гидрофильді минералдармен ең белсенді әрекеттеседі. Бұл мәселені шешудің ең тиімді бағыттарының бірі – модификацияланған полимерлер мен наноматериалдарды қолдану. Олар бірнеше функцияны қатар орындай алады: сазды минералдардың ісінуін тежеу, жыныстың өткізгіштігін тығыз фильтрациялық қабық қалыптастыру арқылы азайту, сондай-ақ бұрғылау ерітіндісінің реологиялық және фильтрациялық қасиеттерін жақсарту. Модификацияланған полимерлер жыныс бетінде қорғаныш қабықша түзіп, оның сулығын өзгертеді. Ал нанобөлшектер өздерінің шағын өлшемі мен үлкен беттік ауданы арқасында микротесіктерді тиімді толтырып, сұйықтықтың енуін азайтады. Тақырыптың өзектілігі – нақты қабаттардың жағдайына бейімделген тиімді полимер-нанокомпозиттік қоспаларды синтездеп, тандап, кешенді тәсіл әзірлеу қажеттілігімен анықталады. Бұл бағыт бұрғылау ерітінділерінің технологиялық сенімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға, апат қаупін төмендетуге және күрделі геологиялық жағдайда ұңғымалардың тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

##### **Зерттеу мақсаты:**

Бұл зерттеудің мақсаты – полимерлік және нанокомпозиттік қоспалармен (әсіресе, графен оксиді және наноцеллюлозамен) модификацияланған су негізді бұрғылау ерітіндісінің тиімді құрамын жасап, негіздеу. Мұндай құрам сазды

шөгінділерде ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығын арттыруға және бұрғылау кезіндегі фильтрациялық шығындарды азайтуға бағытталған.

### **Зерттеу міндеттері:**

Қойылған мақсатқа жету үшін мынадай міндеттер шешілді:

1. Су негізді бұрғылау ерітінділерінің сазды жыныстармен әрекеттесуі және ісінуді тежеудің қазіргі әдістері бойынша әдеби деректерді талдау.
2. Графен оксиді мен nanoцеллюлозадан (ГО/НЦ) тұратын нанокомпозитті синтездеу және сипаттау, оның құрылымын, диспергирленуін және сулы ортадағы тұрақтылығын зерттеу.
3. Сазды минералдарға қатысты гидрофобтық және ингибирлеу қасиеттерін арттыру мақсатында полимер қоспасын модификациялау.
4. ГО/НЦ және модификацияланған полимер қамтылған бұрғылау ерітіндісінің рецептурасын әзірлеу және оның реологиялық және фильтрациялық қасиеттерін бағалау.
5. Алынған ерітіндінің фильтрациялық қасиеттерге, фильтрациялық қабық қалыңдығына және сазды үлгілердің тұрақтылығына әсерін тәжірибелік тұрғыда зерттеу.
6. Жаңа ерітіндімен өңделген сланец бетінің сулығын бағалап, гидрофобтылықтың артқанын растау үшін сіңіру бұрышының өзгерісін анықтау.
7. Алынған нәтижелерді сазды жыныстарды бұрғылауда қолданылатын дәстүрлі бұрғылау ерітінділерінің сипаттамаларымен салыстырмалы талдау.

### **Зерттеу әдістері:**

Зерттеуді жүргізу әдістемесін таңдау негізделген, ал әдістеменің өзі диссертацияда толық сипатталған. Жұмыс нәтижелері қазіргі заманғы ғылыми зерттеу әдістерін қолдану арқылы алынды, соның ішінде мәліметтерді өңдеу мен интерпретациялаудың компьютерлік технологияларды пайдаланатын заманауи тәсілдері бар. Теориялық тұжырымдар, ұсынылған модельдер, анықталған өзара байланыстар мен заңдылықтар тәжірибелік зерттеулер арқылы расталды, бұл алынған нәтижелердің сенімділігін қамтамасыз етеді. Қолданылған әдістер қатарына ИҚ-спектроскопия, реологиялық сынақтар, электрондық микроскопия және OFITE құрылғысында глинаның ісіну сынағы жатады.

### **Зерттеудің ғылыми жаңалығы:**

1. Модификацияланған гидрофобты полимер мен графен-оксид-наноцеллюлоза (ГО/НЦ) нанокомпозитін қамтитын жаңа су негізді бұрғылау ерітіндісінің құрамы ұсынылып, негізделді. Ол глинисті жыныстарға қатысты ингибирлеу қасиеттерін арттырып, фильтрациялық шығындарды азайтады.
2. Наноматериалдар мен полимерлерді кешенді пайдалану тәсілі жасалды, мұнда синергетикалық әсерге қол жеткізіледі: ГО/НЦ нанобөлшектері тығыз фильтрациялық қабықша түзіп, жыныстың өткізгіштігін төмендетеді, ал модификацияланған полимер глина бетіне адсорбцияланып, құрылымды тұрақтандырады және оның сымдалуын өзгертеді.
3. Алғаш рет ГО/НЦ-композиттің ылғалдану бұрыштарына және ВБР-дың фильтрациялық қасиеттеріне әсері тәжірибелік тұрғыда бағаланды, бұл жаңа

ерітіндімен өңделген сланецті жыныстардың гидрофобтылығының жақсарғанын сандық түрде дәлелдеуге мүмкіндік берді.

4. Нанобөлшектер мен полимерлік қоспаның оңтайлы қатынасы арқылы фильтрациялық қабықшаның құрылымы мен қалыңдығын басқару мүмкіндігі көрсетілді, бұл ұнғыма қабырғаларының орнықтылығын арттырып, бұрғылау ерітіндісінің жынысқа енуін азайтады.

5. Дамытылған қоспалардың бұрғылау ерітіндісінің реологиялық және фильтрациялық сипаттамаларына әсер ету заңдылықтары анықталды, бұл нақты геологиялық қиманың қасиеттеріне байланысты құрамды мақсатты түрде таңдауға мүмкіндік береді.

#### **Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы:**

Диссертациялық жұмыс теориялық та, практикалық та маңызға ие. Теориялық тұжырымдар бұрғылау ерітінділерін әзірлеу және глинисті жыныстардың орнықтылығы саласындағы ғылыми түсініктерді кеңейтеді, ал алынған нәтижелер осы бағыттағы әрі қарайғы зерттеулерге негіз бола алады. Жұмыстың практикалық құндылығы – ұсынылған шешімдерді күрделі жағдайда бұрғылау ұнғымаларын жобалау мен пайдалану кезінде қолдану мүмкіндігі. Барлық практикалық ұсыныстардың жаңалығы бар, қолданбалы сипатқа ие және бұрғылау жұмыстарының тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін өнеркәсіпте енгізілуі мүмкін.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырымдар:**

1. Графеноксид-наноцеллюлоза (ГО/НЦ) нанокомпозитімен және гидрофобты полимермен модификацияланған су негізді бұрғылау ерітіндісінің ғылыми негізделген рецептурасы, ол фильтрациялық шығындарды азайтып, сазды жыныстардағы ұнғыма қабырғаларының тұрақтылығын арттырады.

2. ГО/НЦ-тің ерітіндінің фильтрациялық қасиеттеріне әсері тәжірибе жүзінде дәлелденген: төмен және жоғары қысымда фильтрат көлемінің азаюы және фильтрациялық қабықшаның қалыңдығының кемуі.

3. ГО/НЦ бар ерітіндімен өңдеу кезінде сазды жыныстар бетінің сыланбағыштығының өзгеруі дәлелденді: бұл құбылыс жанасу бұрышының ұлғаюы және гидрофобты қабаттың түзілуі есебінен болады.

4. Модификацияланған қоспалардың бұрғылау ерітіндісінің реологиялық сипаттамаларына және сазды мен сланецті интервалдарда бұрғылау кезіндегі тұрақтылық шарттарына әсер ету заңдылықтары анықталды.

5. Полимерлі-нанокомпозитті қоспалардың тиімділігін бағалау әдістемесі жасалды, ол бірқатар параметрлер бойынша жүргізіледі: фильтрация, сыланбағыштық, фильтрациялық қабықша қалыңдығы, ерітіндінің құрылымдық-механикалық қасиеттері.

#### **Диссертацияның ғылымды дамыту басымдықтарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:**

Диссертация ғылымды дамытудың басым бағытына сәйкес келеді, нано-бөлшектер мен модификацияланған полимерлерді қолдана отырып су негізді бұрғылау ерітінділерін жетілдіруге бағытталған. Жұмыс барысында алынған нәтижелер, қорытындылар мен ұсынымдар тәжірибелік тұрғыдан маңызды және ұнғымаларды күрделі жағдайларда бұрғылау технологияларын

жетілдіруде, жаңа бұрғылау ерітінділері құрамын жасауда, сондай-ақ ғылыми-зерттеу және оқу іс-әрекетінде қолдануға пайдалы бола алады.

### **Автордың жеке үлесі, жарияланымдары мен жұмыстың практикалық нәтижелерін апробациялау:**

Бұл зерттеу жұмысында автор дербестік қағидатын ұстанып, қойылған міндеттерді шешуде кешенді ғылыми тәсілді қолданды. Автор зерттеу әдістемесін өзі әзірледі, бұрғылау ерітінділерінің құрамдарын таңдап жасады, зертханалық тәжірибелер жүргізді, сондай-ақ алынған нәтижелерді өңдеп, талдау жасады. Зертханалық деректер жүйелі түрде ұйымдастырылған тәжірибелер барысында ГОСТ және API стандарттарының талаптарын сақтай отырып алынды. Барлық қорытындылар мен ұсынымдар автордың өз эксперименттік деректері мен ғылыми интерпретациясына негізделген.

### **Жұмыстың апробациясы:**

Диссертациялық зерттеу материалдары екі халықаралық ғылыми конференцияда ұсынылып, талқыланды:

1. *International Conference on Polymers, Composites, Nanocomposites and Biocomposites – 2023*, 2023 жылғы 11–13 желтоқсан аралығында Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінде (Алматы қ., Қазақстан) өтті;
2. *International Conference on Nano Structured Materials and Nanocomposites*, 2024 жылғы 10–12 мамыр аралығында Махатма Ганди университетінде (Коттаям қ., Керала штаты, Үндістан) өтті.

### **Жарияланымдар:**

Диссертациялық зерттеу барысында алынған негізгі нәтижелер Scopus деректер қорына енгізілген үш ғылыми мақалада жарияланды. Оның ішінде: екі мақала Q2 квантиліне кіретін халықаралық журналдарда жарияланды:

1. *A Comprehensive Review of Carbon Nanomaterials in the Drilling Industry*, Y.K. Ospanov, G.A. Kudaikulova, DOI: 10.1002/pol.20240220;
2. *Improving Shale Stability through the Utilization of Graphene Nanopowder and Modified Polymer-Based Silica Nanocomposite in Water-Based Drilling Fluid*, Yerlan Kanatovich Ospanov\*, Gulzhan Abdullaevna Kudaikulova, Murat Smanovich Moldabekov, Moldir Zhumabaevna Zhaksylykova, DOI: 10.3390/pr12081676; бір мақала Q1 квантиліне кіретін журналда жарияланды;
3. *Synergistic Effects of Graphene Oxide and Nanocellulose on Water-Based Drilling Fluids: Improved Filtration and Shale Stabilization*, Yerlan Kanatovich Ospanov\*, Gulzhan Abdullaevna Kudaikulova, DOI: 10.3390/polym17070949.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі:**

Диссертациялық жұмыс нормативтік сілтемелерді, белгілер мен қысқартулар тізімін, кіріспені, төрт тарауды, қорытындыны және пайдаланылған дереккөздер тізімін қамтиды. Жұмыстың жалпы көлемі 100 бет, оның ішінде 8 кесте және 29 сурет бар. Пайдаланылған дереккөздер тізіміне 148 атау енгізілген.

### **Алғыс:**

Автор өз ғылыми жетекшілеріне – техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор **Кұдайкулова Гүлжан Абдуллаевнаға**, сондай-

ақ геология-минералогия ғылымдарының докторы, Өзбекстан Республикасы Тау-кен өнеркәсібі және геология министрлігінің Геология ғылымдары университеті жанындағы "Мұнай-газ кен орындарын геология және барлау институты" мемлекеттік мекемесінің бас ғылыми кеңесшісі **Шоймуротов Туйчи Халикуловичке** – құнды кеңестері, жан-жақты қолдауы және осы зерттеуді орындау барысында көрсеткен баға жетпес көмегі үшін шынайы алғыс білдіреді.