

УДК 665.6:622.276

КЕНІШТІ ИГЕРУ БАРЫСЫНДА ПОЛИМЕРДІ МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ ҮШІН ҚОЛДАНУ

**Джакупова Жанар Ерекеевна, Жатқанбаева Жанна Каланбековна, Бегалиева Райхан
Сабитовна, Салимова Динара Калилуловна**

rabesa@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Отандық мұнай ресурстарын қарқынды өндіру олардың сарқылуына, өндірілетін көмірсутектердің үлесінің азаюына және қабаттарды су алуына алып келеді. Жоғары технологиялы жаңа агенттерді өндіру және енгізудің тиімді тәсілдерін іздестіру мұнай химисы өнеркәсібіндегі өз құндылығын жоғалтпаған негізгі мәселелердің бірі болып табылады.

Құралдардың кең ауқымдағы қолданыстарына қарамастан, жаңа және қосымша құралдарды табу, жаңа талаптарға сай реагенттерді қолдану шарттарына, олардың нақты қасиеттерінің өзгеруіне негізделген. Шикізат базасының өзгеруі, өндіріске заманауи жабдықтарды енгізу, органикалық реагенттер қауіпсіздігіне талаптарды қатайту, қоршаған орта және амфифильді реагенттерді қолдануына әкеледі [1].

Қазіргі таңда су сорғысының қалыңдатқышы ретінде қолданылатын полиакриламид қатарындағы синтетикалық полимерлер жеткілікті дәрежеде тиімсіз және олардың өнімдері экологияға қауіпті. Мұнай орындарындағы әртүрлі жағдайларына және кең ауқымды қоршаған ортамен жақсы сәйкес келетін, жоғары дәрежеде көбіктенетін, жоғары температура, рН пен жоғары тұздылықта таңдалмалы спецификалық белсенділігі зор полимерлі агенттерді іздеу қажеттілігі туындауда [2].

Полимерлерді, соның ішінде амфифильділігі бар композиттерді қолдануының өзектілігі олардың ортаның физика-химиялық факторларының кең аралығында тұтқырлығы жоғары ерітінділер түзетіндігімен тиімді [3]. Геологиялық және физика-химиялық параметрлері ерекше Қазақстан Республикасының мұнай өндіру орындарында жаңа амфифильді полимерге негізделген реагенттерді қолдану, тозған қабаттардан мұнай алу технологиясының тиімділігін жоғарылату мәселесінің шешімі болып табылады. Осының бәрі

олардың мұнай-газ саласында әлеуетті қолданылуын кеңейтеді.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми маңыздылығы мұнай бергіштігін арттырудағы агенттер ретінде полимерлерді қолдану әдістерін құрып, оңтайландыруға негізделінген. Осының негізінде сорбциондық қасиеті бар көміртекті толтырғыштардың мұнай коллекторларының физикалық, механикалық қасиеттеріне әсері белсенді және дисперсті толтырғыштардың композитті материал беріктігіне әсері бар жүйе құрылатын болады.

Сумен тоғыту режимінде игерілетін кен орындарының басымдығы жыл сайын артып келе жатыр. Көптеген кен орындары үшін мұнай алу коэффициентінің мәндері ығыстыру және сумен тоғытудың көрсеткіштері болып табылады. Коллекторлардың мұнайқанықтығы табиғи резервуарларға тән ерекшеліктер мен коллекторлардың әртектілігін анықтайтын зертханалық зерттеулер арқылы ұдайы қадағаланып отырады [4].

Суландырылған күйдегі жабысқақ және жоғары жабысқақ мұнайлы бірнеше жүздеген кен орындарын тәжірибелі түрде игеру ғалымдарға мұнай алу коэффициенті мен ығыстырылатын және ығыстыратын сұйықтықтардың жабысқақты ара салмағының корреляциялық өзара байланысын алуға мүмкіндік берді (API, Америка мұнай институты) [5].

Бұл кен орындарын сумен тоғыту кезінде жабысқақты ығыстырудың басым болатынының Л.Ленорманың теориялық растамасы болып табылады. Қойнауқаттың мұнайқаныққан моделін пайдалана отырып, ығыстырылатын және ығыстыратын сұйықтықтар ретінде су мен мұнайдың ара салмағының су қанықтығының өзгеруіне тигізетін әсері көрсетілген. Мұнайдың жабысқақтығының артуы кезіндегі заңға сәйкесті деформациялайтын өзгерістер фракталь құрылымдардың құрылуымен туындайды [6].

Кең ауқымда, сумен тоғытумен қамтылмаған, кәсіпшілік үшін проблемалы аймақтар пайда болады. Мұнайды ығыстыратын сулы ортаның жабысқақтығының артуы осындай проблеманың шешілу салдарына айналды.

Полимерлер мен жоғары молекулалы қосылыстар химиясының дамуы бірегей қоюлу қабілеті бар суда еритін полимерлерді шығарудағы келешекті әдіс болып шықты. Полимерлік сумен тоғыту жобасы тұңғыш рет Америкадағы Ниагара кен орнында қолданылды (1959ж., Кентукки штаты). Құбылыстың сол кездері ұсынылған физикалық механизмнің қарапайымдылығы мен айқындылығы полимерлік сумен тоғытуды пайдаланумен игерудің гидродинамикалық моделіне арналған компьютерлік бағдарламаларды әзірлеуге мүмкіндік берді [7].

Қаттық қысымды қолдау үшін тек қана жабысқақты арттыруға саятын полимерлік қоспалардың айдалатын суға әрекет ету механизмі туралы түсініктер шеңберінде математикалық модель құрылып, есептеулер жүргізілді. Жоғары көлемді полимерлік ортаның құрылуы мұнай өсімін арттырды.

Жер қойнауын пайдаланушылардың есептілігіне сүйенсек, полимерлік сумен тоғытудың жүзеге асырылған жобалар санының өсуіне қарай полимерлік ерітінділерді пайдалана отырып, мұнайбергіштікті арттыру жөніндегі жұмыстардың табыстылығы төмендей бастады және бұл жағдай қабылдарлық түрде түсіндірілген жоқ. Дегенмен, қазіргі уақытта әлемде полимерлік сумен тоғыту бойынша бірнеше ондаған тәжірибе жалғасып жатыр, олардың көп бөлігі Қытайда жүргізіледі. Мұнда мұнайбергіштікті арттыру үшін полимерлерді өндірудің өзіндік құны аса төмен болып табылады [8].

Полимерлік сумен тоғытудың айқын оң әсерін анықтау ұзақ болғандықтан, жер қойнауын пайдаланушылар бұл процестен алшақтап жүрді. Өндіру көрсеткіштері қойнауқатты сумен ажыратудың көптеген техникалық іс-шараларымен негізделеді және, сәйкесінше, полимерлік сумен тоғытудың әсері уақыт жағынан созылыңқы.

Дисперстік жүйелердің классикалық көрсеткіштерінен белгілі бір ауытқуға қарамастан, полимерлерді пайдалану жоғары тұздылық жағдайында резервуарлардан мұнайды ығыстыру коэффициентінің айтарлықтай артуын айқындады [2]. Осылайша, қалдық мұнайды толықтай шығарудың мүмкін еместігі және, сәйкесінше, суланғандығы 99%-дан астам мұнайды өндіру тиімділігінің төмендеуі туралы түсінік күмән тудыра бастады.

Қойнауқаттардың мұнайбергіштігінің артуы іріктемелі тығындау және т.б. арқылы сумен тоғыту ауқымының артуын ғана қамтыды. Қойнауқаттағы қалдықты мұнайқанықтықты реттеудің ғылыми негіздері іс жүзіндегі нәтижелерді айқындап келді. Осылайша, «капиллярлы қыспақталған суландырылған мұнайдың жылжымалылығы оның құрылымымен және капиллярлығының санымен анықталады. Жағдай өзгергенде осындай мұнайды ығыстыру да өзгеруі мүмкін. Әсіресе, аса ірі кеуектердегі қысымның гидродинамикалық түсуі артқан кезде, локальді гидродинамикалық қысымдық градиент локальді капиллярлық түсуден асуы мүмкін және қалдық мұнайдың глобуласы жылжымалылыққа ие болып, өзінің кеуегінен шығуы мүмкін [5]. Бұдан кейін, басқа глобулалармен біріге отырып, қалдық мұнай байланысқан жүйе құрып, жылжымалылыққа ие бола алады.

Қыспақталған мұнайдың жылжымалылығына басқа әдістермен де қол жеткізуге болады, мысалы, қолданыстағы локальді капиллярлық қысымды беткі белсенді заттарды (ББЗ) пайдалану арқылы төмендету немесе ығыстыратын агенттің жабысқақтығын арттыру есебінен. Қойнауқаттардың мұнайбергіштігін арттырудың кейбір әдістері осы факторлардың әрекетіне негізделген» [6].

Мұнайды полимерлік ерітінділермен ығыстыру бойынша көптеген зертханалық тәжірибелер ығыстыру коэффициентінің айтарлықтай артқанын (сумен салыстырғанда) айғақтайды. Себебі, мұнайды кеуектік кеңістіктің құрылымына әсер етпейтін сұйықтықпен ламинарлы араласпайтын ығыстыру кезінде ығыстыру коэффициенті өзгермеуі тиіс. Бұл факт мұнайшылар пайдаланатын жабысқақ сұйықтықтар ретіндегі полимерлік ерітінділер туралы модельдік түсініктер және фазааралық керілістің өзгеруінің мұнайды ығыстыруға деген салыстырмалы ықтимал әсері шеңберінде қабылдарлық түрде түсіндірілген жоқ.

Осыған байланысты, полимерлік ерітінділер мен ББЗ-дың шоғыршақтарынан өткеннен кейін қойнауқаттағы қалдықты мұнайқанықтықтың өзгерістеріне жүргізілетін бірегей зерттеулерге сүйенген орынды. Қойнауқатқа тұтқыр серпімді қасиеттерге ие полиакриламид пен оксипропилендиол ерітінділерін айдау кезінде қалдықты мұнайқанықтықтың айтарлықтай төмендегені (20%-ға дейін) анықталды.

Сондай-ақ зерттеушілердің көбі еріген күйдегі көлемі бірнеше микронға жететін, яғни кеуектік каналдардың диаметрлерімен өлшемдес болатын полимер макромолекулаларының адсорбциясы нәтижесінде кеуектік каналдарды ішінара тығыздау есебінен сүзүлік кедергінің ауытқыма өсуін өткізгіштіктің төмендеуімен байланыстырды. 70-ші жылдары полимерлік ерітінділердің ағынына жалпы нормадан қатты ауытқыған сүзүлік кедергі полимердің адсорбциясымен және осындай ерітінділердің тұтқыр серпімді қасиеттерінің болуымен байланысты болатыны анықталғанын атап өткен жөн [9, 10, 11].

Полимерлік ерітіндінің ағуы кезінде кеуектік ортаның тарылыстарында тиімді жабысқақтық артады [10]. Бірақ араластырылған ерітінділердің жоғары жабысқақтығының мәндері барлық полимерлер үшін серпімді кернеудің ұзақ уақыт бәсеңделуімен сипатталмайды. Сондықтан сумен тоғытумен қамтуды арттыру үшін жабысқақтығы жоғары, бірақ серпінді емес полимер ерітінділерін пайдалану қойнауқатта коллектордың кеуектік кеңістігінен кемінде 30% көлемді шоғыршақты құруды қажет ететін болады («ECLIPSE» бағдарламалық кешенінің POLYMER модулі).

Серпінді кернеулердің бәсеңдеу уақытының үлкен мәндері бар полимерлік ерітінділердің сүзілу ағысын көрнекі ету бойынша тәжірибелердің нәтижелері мұнайбергіштікті арттыру үшін осындай ерітінділерді пайдалануға қосымша дәлел болып табылады.

Вейсенберг параметрінің сыни мәніне қол жеткізілгенде сүзүлік кедергінің өсуі ағу тұрақтылығының жоғалуымен және ерекше «иілімді» турбуленттіліктің туындауымен байланысты екені анықталған. Жоғарыда тұжырымдалған мұнайбергіштікті арттыру механизмі туралы түсініктерді жүзеге асырудың келешегі араластырылған ерітінділері полиакриламид пен оның аналогтарына тән кемшіліктерден айырылған жаңа полимерлерді өндіру қажеттілігін айқындады [12].

1995-2000 жылдары Батыс Сібірде жаңа полимерлерді қолдана отырып 1305 операция жасалынған, ол өз кезегінде қосымша 1 млн т мұнай өңдеуге негіз болды. Қосымша мұнай өңдеудің өз бағасы (жер қойнауын пайдаланушылардың ақпараты бойынша) тоннасына 10-12 АҚШ долларынан аспаған болатын. Барлығына таныс, көпкөлемді полимерді суару технологияларды енгізудегі негізгі кедергі ол, технологияны жүзеге асыруға кеткен қаражатты кешіктіру болып табылады [2].

Дегенмен, атақты жұмыстардың алдын-ала анализдерінің қорытындысы келесі тұжырымға келеді, жер салымдарын амфифильді полимерлерді пайдалана отырып қосымша өңдеу, суару режимінде әзірленуде, және жыл өткен сайын көбейіп келеді. Көптеген жер салымдары үшін мұнайалу коэффициенті көрсеткіші шығару мен суару көрсеткіштері болып табылады.

Ғылымдық негіздеме зерттеу нәтижелерін алып, өңдеп және оңтайландыру әдістемелері мұнайалмасу агенттерінде полимерлерді қолдану болып табылады. Осы нәтижелердің негізінде көміртек толықтырғыш әсері орнатылған, олар сорбциялық және физикалық және механикалық қасиеттері бар мұнай коллекторларын, дисперсті толықтырғыштардың қаттылыққа композитті материалдарын әсері зерттелінді.

Зерттеудің пайдаланбалы маңыздылығы таңдалған полимерлік агенттердің Ақтөбе облысындағы АҚ «КМК Мұнай» базасында жоғары тұтқырлы мұнайларына қолданылатындығы. Яғни жұмыстың практикалық маңызы ол – лабораториялық жағдайда жасалынған полимерді агенттерді Ақтөбе облысындағы «КМК Мұнай» базасындағы салымда жоғарытұтқыр мұнайында қолдануы.

Зерттеулер қазіргі заманғы химия ғылымынадағы принциптер мен жағдайларға негізделген, сонымен қатар ол АҚШ, Қытай, Ресей ғылыми мектептеріндегі деңгейге сай жасалған, және мұнайды шектеудегі физикалық-химиялық процесстерді тереңдетіп көрсетеді.

Алынған мәліметтер мен нәтижелер көптеген, бір –біріне қайшы келмейтін, факторларды мұнайды шектеуде полимерді агенттарды зерттеуде мәлімет алады.

Сараптама негізінде алынған деректер, тұтқыр сұйықтықтарды мұнай құтқару коэффициентінің максималды мәнін және мұнай көмірсутегілерінің өнімділігі деңгейін алуға теңгеру кезінде және су басу кезеңінде жоғары тұтқырлықтағы мұнай кен орындарының басқа да технологиялық параметрлерін жоғарылату кезінде белгіленген коэффициенттің тиімді агенттерін кеңейту қажеттілігін негіздейді [13].

Амфифильді полимерлерді қолданған технологияны негізгі бағыты ол , тұтқырқатты сұйытықтарды соңғы стадиясында жұмсаруына негізделінді. Суландыру үшін полимерлерді алу жоғарлайды, және қазіргі таңдағы технологиялық құрылғылардың жаңаруына алып келеді.

Инновациялық технологияларды кеңауқымды мұнайқайтару жоғарлатуға пайдалану, мұнайқаннықандығына төмендетуге тұтқырқатты сұйықтықтарды мұнайдан шектеу төмендетуге негізделген, осы жоғары айтқан әдістер еліміздегі Көкжиде, Қумсай, Мортук және көптеген салымдарға жоғары кезеңді алуды қамтамасыз ететін еді.

Алғаш рет амфифильді полимерлерді мұнайдың қалпына келуін арттыру және олардың экологиялық үйлесімділігін арттыру үшін бетаинцивинтертер-ион топтамасымен тиімді пайдалану бойынша зерттеулер нәтижелері алынады, Олар агенттерді отандық қана емес, жақын және алыс шет елдердің мұнай кен орындарына да ұсынатын болады.

Алынған зерттеу деректері бірнеше элеуметтік маңызды талаптарға жауап береді, өнеркәсіптік және экологиялық жағдайдағы полимерлік агенттерді пайдалану экологиялық құрамдас бөлікті шеше отырып, жұмыс істейтін халықты жақсартуға - қауіпсіз реагенттер мен қызмет әдістерін (халықтың өнеркәсіптік қауіпсіздігі) қамтамасыз етуге шексіз үлес қосады.

Зерттеулер іске асыру белгілі бір дәрежеде «Білім және ғылым» бағдарламасының мақсаттарына, табиғатта жаһандық сипатқа ие және оның гуманистік маңыздылығына байланысты және экологиялық дағдарыстың салдарын еңсерудің күрделі міндеттерімен

тығыз байланысты болғандықтан ықпал етеді.

Жоспарланған дамудың әлеуетті тұтынушылары - мұнай кен орындарының кәсіпорындары, коммерциялық фирмалардың ғылыми-зерттеу бөлімдері, университеттік ғылым.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Максимов В.М. О современном состоянии нефтедобычи, коэффициенте извлечения нефти и методах увеличения нефтеотдачи // Бурение и нефть. – 2011. – № 2. – С. 12–16.
2. Шувалов С.А., Винокуров В.А., Хлебников В.Н. Применение полимерных реагентов для увеличения нефтеотдачи пласта и водоизоляции. - РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Минобрнауки РФ, 2003г. – 200 с.
3. Алтунина Л.К., Камьянов В.Ф. Увеличение нефтеотдачи пластов композициями ПАВ. - Наука, 1995, 191 с.
4. Джакупова Ж.Е., Бейсембаева Л.К., Убайдуллаева Н.А. Образование стойких эмульсий и их влияние на свойства резервуарной нефти // Труды Международного Беремжановского съезда по химии и химической технологии, Алматы, 9-10 декабря, 2016, С. 100-104.
5. Косков В.Н. Комплексная оценка состояния и работы нефтяных скважин промыслово-геофизическими методами: учеб. пособие / В.Н. Косков, Б.В. Косков, И.Р. Юшков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010, – 226 с.
6. Желтов Ю.П., Михайлов Н.Н. Физико-геологические проблемы остаточной нефтенасыщенности. – М: Наука, 1993, 173 с.
7. Крянев Д.Ю., Жданов С.А. Применение методов увеличения нефтеотдачи пластов в России и за рубежом // Бурение и нефть – 2011. – № 2. – С. 22–26.
8. Karmakar G.P., Chandrima Chacraborty. Improved oil recovery using polymer gelants: a review // Indian Journal of Chemical Technology. – 2006. – № 13. – P. 162–167.
9. Дворкин В.И. Исследование остаточной нефтенасыщенности // Реферативный журнал, Горное дело, - 1978. - т.10. – С.75 - 83.
10. Баренблатта Г.И., Ентова В.М. и Рыжика В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. - М.: Недра, 1984, 112 с.
11. Сургучев М.Л.. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. - М.: Недра, 1985, 307 с.
12. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/energostrategy>.
13. Джакупова Ж.Е., Берденов С.М., Убайдуллаева Н.А., Махамбетова Ж.К., Отарова С. Изучение физико-химических закономерностей образования устойчивых нефтяных эмульсий и способов их разрушения // Материалы Международной научно-практической конференции. Инновации в производстве и подготовке технических кадров. Актобе. 25 ноября 2016. С.231.