

ӘӨЖ 622.276.523 (043); <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-3.04>
<https://orcid.org/0000-0001-7331-1633>
<https://orcid.org/0000-0002-6000-6477>
<https://orcid.org/0000-0002-4875-5782>

ТҰНБАГЕЛЬТҰЗУШІ ҚҰРАМДАРДА ТҰНБАНЫҢ ТҮЗІЛУ МЕХАНИЗМІН ЗЕРТТЕУ



Г.Ж. МОЛДАБАЕВА¹,
техника ғылымдарының
докторы, профессор,
g.moldabayeva@satbayev.university



З.Б. ИМАНСАҚЫПОВА^{1,2},
доктор PhD,
старший преподаватель
z.imansakypova@satbayev.university



Г.М. ЭФЕНДИЕВ³,
техника ғылымдарының
докторы, профессор,
Galib_2000@yahoo.com

¹SATBAYEV UNIVERSITY

Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

²ЖШС «НЕФТЕГАЗКОНСАЛТ-ҚАЗАҚСТАН»

Қазақстан Республикасы, 010008, Астана қ., көш. Күйші Дина, 14 жаста

³МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ

Азербайджан, AZ1000, Баку қ., Ф. Амиров көш.,9

Кен орындарының кеш өндіру кезеңіне өтуімен ұңғыма өнімдерінің сулануы артады, осыған байланысты сукелімдерін шектеу әдістері мен технологияларын қолдану бойынша шараларды атқару қажеттілігі туындайды. Суланумен күресу шараларының тиімділігін арттыратын сукелімін шектеуші технологияларды және өндіру процесін реттеу әдістерін сәтті қолдану үшін кешенді зерттеу жүргізу қажет, оған геолого-физикалық жағдайды сараптау, пайдаланылатын құрамдардың реологиялық және сүзгішілік сипаттамаларын меңгеру кіреді.

Бұл мақалада ұңғыманы және өңдеу технологиясын сипаттайтын геолого-физикалық, техникалық және технологиялық факторлардың бір тобының өзгеруімен – полимерлі ерітінділер арқылы сукелімдерін оқшаулау тиімділігінің критерийлері ретінде таңдалған көрсеткіштері көрсетілген. Осылайша, жасалған зерттеулер көрсеткендей, әр ұңғыма түп айғын өңдеудің нақты жағдайы үшін полимер мен сілтінің сәйкес концентрациясын таңдай отырып, түзілетін тұнбаның мөлшерін реттеуге болады және осы арқылы сукелімдерін тұнбагельтүзуші құрамдарды ТГТҚ көмегімен шектеу тиімділігі қарстырылды.

Мақалада эксперименталды зерттеулердің нәтижелерін математикалық статистика әдістерін қолдану арқылы өңдедік. Сонымен бірге, полиакриламидтік концентрация мәні тұрақты болғандағы тұнба мөлшерінің сілті концентрациясына тәуелділігін анықтадық.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: Тұнбагельтүзуші құрамдар, полимер, сілті, мұнай, өткізгіштік, концентрация, су ағыны.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДКА В ОСАДКОГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВАХ

Г.Ж. МОЛДАБАЕВА¹, доктор технических наук, профессор, moldabayeva@satbayev.university
З.Б. ИМАНСАКИПОВА^{1,2}, доктор PhD, старший преподаватель, z.imansakipova@satbayev.university
Г.М. ЭФЕНДИЕВ³, доктор технических наук, профессор, Galib_2000@yahoo.com

¹SATBAYEV UNIVERSITY
Республика Казахстан, 050013, Алматы қ, Сәтбаев к., 22

²ТОО "НЕФТЕГАЗКОНСАЛТ-КАЗАХСТАН"
Республика Казахстан, 010008, Астана, ул. Күйші дина, 14

³ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА НАНА
Азербайджан, AZ1000, г. Баку, ул. Ф. Амирова,9

С переходом месторождений в позднюю стадию добычи увеличивается обводнение продукции скважин, в связи с чем возникает необходимость выполнения мер по применению методов и технологий ограничения водозаборов. Для успешного применения ограничивающих воду технологий и методов регулирования процесса добычи, повышающих эффективность мер борьбы с обводнением, необходимо провести комплексное исследование, включающее анализ геолого-физического состояния, освоение реологических и фильтрующих характеристик используемых составов.

В данной статье представлены показатели, выбранные в качестве критериев эффективности изоляции водоносных горизонтов полимерными растворами-с изменением одной группы геолого – физических, технических и технологических факторов, характеризующих скважину и технологию обработки. Таким образом, проведенные исследования показали, что количество образующегося осадка можно регулировать, выбирая соответствующую концентрацию полимера и щелочи для каждого конкретного случая обработки приобойной зоны скважины, и тем самым достигается эффективность ограничения с помощью осадкогелеобразующих составов.

В статье мы обработали результаты экспериментальных исследований с использованием методов математической статистики. Вместе с тем мы установили зависимость количества осадка от концентрации щелочи при стабильном значении концентрации полиакриламида.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: осадкогелеобразующие составы, полимер, щелочь, нефть, проницаемость, концентрация, водоприток.

INVESTIGATION OF THE MECHANISM OF SEDIMENT FORMATION IN SEDIMENTARY ROCK-FORMING COMPOUNDS

G.ZH. MOLDABAYEVA¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, g.moldabayeva@satbayev.university
Z.B. IMANSAKIPOVA^{1,2}, Doctor PhD, z.imansakipova@satbayev.university
G.M. EFFENDIYEV³, Doctor of Technical Sciences, Professor, Galib_2000@yahoo.com

¹SATBAYEV UNIVERSITY,
22, Satpayev str., Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

²LLP «NEFTEGAZCONSALT-KAZAKHSTAN»
Republic of Kazakhstan, 010008, Astana, st. Kuishi Dina, 14

³AZERBAIJAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES,
Baku, the Republic of Azerbaijan AZ1000

For the successful application of water-limiting technologies and methods of regulating the extraction process, which increase the effectiveness of anti-flooding measures, it is necessary to conduct a comprehensive study, including analysis of the geological and physical condition, development of rheological and filtering characteristics of the compositions used.

This article presents the indicators selected as criteria for the effectiveness of isolation of aquifers with polymer solutions - with a change in one group of geological– physical, technical and technological factors characterizing the well and processing technology. Thus, the conducted studies have shown that the amount of sediment formed can be adjusted by choosing the appropriate concentration of polymer and alkali for each specific case of treatment of the bottom-hole zone of the well, and thereby the effectiveness of limiting using sedimentary gel-forming compounds is achieved.

In the article, we have processed the results of experimental studies using methods of mathematical statistics. At the same time, we have established the dependence of the amount of sediment on the concentration of alkali at a stable value of the polyacrylamide concentration.

KEY WORDS: *sedimentary rock-forming compounds, polymer, alkali, oil, permeability, concentration, water inflow.*

К іріспе Суданоқшаулау жұмыстарының тиімділігін арттыру – қажетті технологияны пайдалану үшін геолого-техникалық жағдайдың сәйкестігін жіті меңгеріп-анықтау арқылы, сондай-ақ оқшаулау қасиеті салыстырмалы түрде жақсырақ болып келетін құрамдарды меңгеру, жетілдіру және қолдану арқылы мүмкін болады. Жүргізілген зерттеулер мұнай ұңғымаларының түпкі аймағында тұнбагельтүзуші құрамдардың негізінде суданоқшаулаушы экрандарды жасау кезінде тұнбатүзілетін аумақты басқару әдісі мен өндірістік жұмыстардың технологиялық сұлбасын ұсынуға мүмкіндік берді.

ТГТҚ-мен суданоқшаулау жұмыстарының сәттілігі әлі де болсын жоғары емес. Суданоқшаулау жұмыстарының нәтижелілігін арттыруды – өңделіп жатқан ұңғымалардың нақты жағдайлары үшін ТГТҚ-ды дәйекті түрде таңдау есебінен жүзеге асыруға болады. Осылайша, жасалған зерттеулер көрсеткендей, әр ҰТА өндеудің нақты жағдайы үшін полимер мен сілтінің сәйкес концентрациясын таңдай отырып, түзілетін тұнбаның мөлшерін реттеуге болады және осы арқылы сукелімдерін ТГТҚ көмегімен шектеу тиімділігін арттыруға болады.

Зерттеу әдістері мен материалдары. Тұнба түзілуінің механизмін меңгеру үшін [1,2] жұмыстарында полиакриламид (ПАА) пен сілті-ащы натр (NaOH) негізіндегі ТГТҚ қолданылды. ТГТҚ құрамындағы ПАА концентрациясы 0,025-0,15 шегінде, ал NaOH - 0,1-0,75% шегінде өзгеріп отырды. ТГТҚ ертеректе орындалған жұмыстарға ұқсас дайындалды, жекелей алғанда, [2,3] жұмыстарына сәйкес тұщы су негізінде, бұл судың химиялық сипаттамалары *1-кестеде* берілген.

Полимер мен сілтінің жанасуы кезіндегі түзілген тұнба мөлшері бір литрлік стақан түбіне салынған, шыны пластина бетіне қойылған, алдын-ала салмағы өлшенген қағаз сүзгіштің көмегімен анықталды. Стақанға белгілі концентрациялы 1 л полимерлі ерітінді құйылды, кейіннен сілті бойынша қажетті концентрацияны алу үшін NaOH-тың белгілі мөлшері қосылды. Дайындалған ерітінді 48 с бойына ұсталғаннан кейін, бетінде қағаз сүзгіші бар шыны пластина стақаннан алынып, кептіру шкафына салынды да, 1050С температурада кептірілді, сосын қайта салмағы өлшенді, нәтижесінде стақанға салынғанға дейінгі және кейінгі таразы ай-

Кесте 1 – Тұщы судың химиялық құрамы

Тығыздығы, кг/м ³	Тұздылығы, ОВ	Химиялық құрам, мг-экв							Жалпы минералдылық, мг-экв
		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃	H ^{K-}	Ca ²⁺ +M g ²⁺	Na ⁺ K ⁺	
1002	0,4	0,49	0,19	0,64	-	-	0,49	0,83	2,64

ырмашылығы бойынша түскен тұнба мөлшері анықталды., Миллиграммның 1 л ерітіндіге қатынасы түріндегі алынған нәтижелер 3.2-кестеде берілген [4,5].

2-кестеден байқағанымыздай, ерітіндідегі полимер концентрациясы 0,025 - 0,075% болғанда сілті концентрациясының 0,1-ден 0,25%-ға артуы тұнбаның азаюына алып келеді, кейіннен 0,75%-ға жоғарылауы кезінде тұнба мөлшерінің артуы байқалады. Ерітіндідегі полимер концентрациясы 0,1-0,15% болғанда сілті концентрациясы 0,1-ден 0,75%-ға артуымен тұнба түсуінің тек артқанын көруге болады. Бұл эксперименталды зерттеулердің нәтижелерін біз математикалық статистика әдістерін қолдану арқылы өңдедік. Сонымен бірге, кестеде берілген ПАА-ның концентрация мәні тұрақты болғандағы тұнба мөлшерінің сілті концентрациясына тәуелділігі тұрғызылды. Өртүрлі жағдайлардағы тұнба мөлшерінен сілті концентрациясының аналитикалық тәуелділігі орнатылды. Әрмен қарай осы өрнек параметрлерінің ПАА концентрациясына тәуелділігі анықталады. Осылайша, тұнба мөлшерінің сілті мен ПАА концентрацияларынан тәуелділігін келесідей түрде аламыз $v=f(k\text{NaOH}, k\text{ПАА})$.

Кесте 2 – Түзілген тұнба мөлшерінің ТГТҚ құрамындағы полимер мен сілті концентрациясынан тәуелділігі

Сілті концентрациясы, %	ПАА концентрациясы, %				
	0,025	0,05	0,075	0,1	0,15
	Тұнба мөлшері, мг/л				
0,1	0,285	0,245	0,22	0,16	0,14
0,12	0,25	0,23	0,195	0,18	0,15
0,15	0,24	0,21	0,19	0,185	0,16
0,25	0,17	0,15	0,18	0,25	0,28
0,5	0,35	0,255	0,23	0,33	0,457
0,75	0,45	0,36	0,31	0,47	0,615

Кейіннен есептеулер нәтижелері келтіріледі. 1-суретте белгіленген тәуелділіктер графиктері келтіріледі, яғни ПАА-ның тұрақты концентрациясындағы тұнба көлемінің сілті концентрациясынан тәуелділігі. Статистикалық өңдеу арқылы суретте берілген әр тәуелділіктің аппроксимациясы алынды. Берілген жағдай үшін ең сәйкес келетіні және барлық жағдайлар үшін ортақ болып келетін – дәреже түріндегі тәуелділік, ол келесідей өрнектеледі:

$$V_{oc} = aC_{NaOH}^b, \quad (1)$$

мұндағы: b параметрі полиакриламидтың концентрациясына байланысты болады. b параметрының ПАА концентрациясына сәйкес мәндері. 3-кестеде берілген.

Кесте 3 – b параметрының ПАА концентрациясына сәйкес мәндері

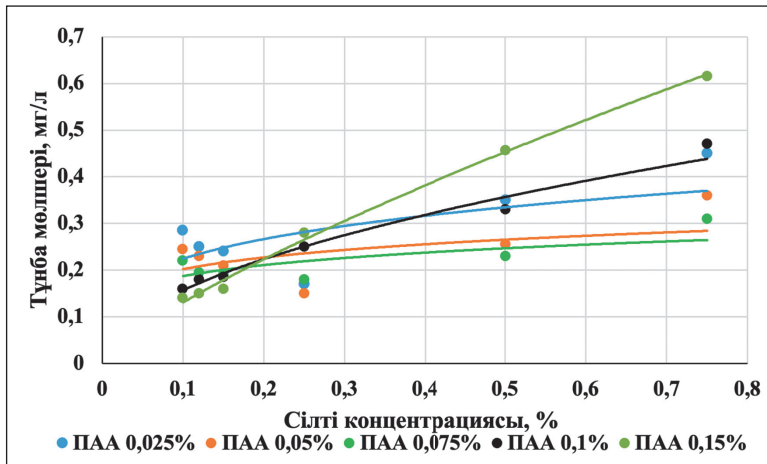
ПАА	b
0,025	0,2477
0,05	0,169
0,075	0,1713
0,1	0,5083
0,15	0,7706

Осы мәндер бойынша 3.2-суретте келтірілген тәуелділік тұрғызылған. Суретте көрсетілген тәуелділік экспоненциалды тәуелділік түрінде аналитикалық аппроксимацияланған. Бұл тәуелділік (3.1) формулаға қойылып, тұнба көлемінің сілті мен полиакриламид концентрациясынан тәуелділігі келесідей түрде алынды:

$$V_{oc} = 0,3289 \cdot C_{NaOH}^{0,0716} \cdot e^{1,1582 \cdot C_{ПАА}} \quad (2)$$

Осы өрнек бойынша есептеулер жасалды (4-кесте) да, нақты эксперименталды мәндермен салыстырылып, олардың едәуір ұқсастығын байқауға болады.

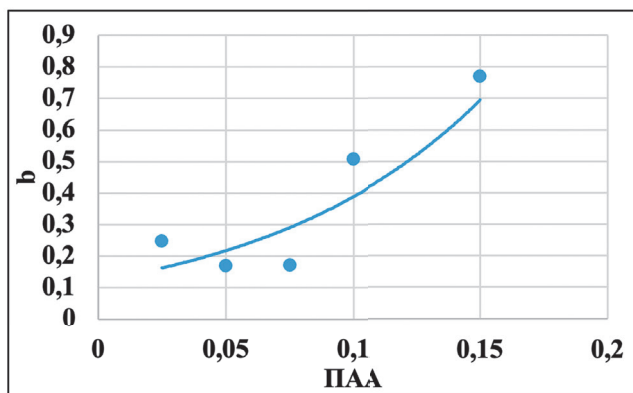
Концентрацияларына байланысты полимер мен сілтінің жанасуы кезінде тұнба мөлшерінің өзгеруі бірнеше себептердің әрекетінен туындаған. Бір жағынан, поли



Сурет 1 – ПАА-ның әртүрлі концентрациясындағы түзілген тұнба көлемінің сілті концентрациясынан тәуелділігі

мерлі ерітіндіге сілтіні енгізгенде оның бір бөлігі судың құрамындағы поливалентті катиондармен (Ca^{2+} , Mg^{2+}) әрекеттеседі, нәтижесінде тұнбаға қатты майдадисперсты фаза түріндегі азеритін $Ca(OH)_2$ типті гидрооксид түседі. Сілтінің басқа бөлігі полимердің макромолекулаларына адсорбцияланып, тұнба түзілуге қатыспайды.

Сондықтан, сілтінің аз концентрациясында (0,1-0,15%) полимердің ерітіндідегі концентрациясы 0,025-тен 0,15%-ға артуы кезінде тұнба мөлшерінің азаюын байқаймыз,



Сурет 2 – Өрнегіндегі b параметрінің полиакриламидтың концентрациясынан тәуелділігі

Кесте 4 – Алынған (2) формула бойынша есептік мәндер

Сілті концентрациясы, %	ПАА концентрациясы, %				
	0,025	0,05	0,075	0,1	0,15
	Тұнба мөлшері, мг/л				
0,1	0,264	0,245	0,222	0,195	0,129
0,12	0,269	0,251	0,229	0,203	0,139
0,15	0,274	0,258	0,238	0,213	0,152
0,25	0,288	0,276	0,260	0,240	0,187
0,5	0,308	0,301	0,292	0,281	0,248
0,75	0,320	0,317	0,313	0,308	0,293

өйткені сілтінің бір бөлігі полимерге адсорбциялануына мүмкіндігі артады. Осы механизм ерітіндідегі полимер концентрациясы 0,025-0,075% кезінде сілті концентрациясы 0,25%-ға жеткенге дейін, сілті мен полимер сәйкесінше 0,5-0,75 және 0,025-0,075%-да да жүреді. Ал егер екі реагенттің де концентрациясы жоғары болса, тұнба көлемі артады.

Екінші жағынан алып қарасақ, сілті полимердің функционалды топтарын ірілеу түзілімдерге бірігуіне септігін тигізеді [6,7,8], нәтижесінде олар тұнбаға түсе алады. Сонымен қатар, полимер де бөлек түзілетін дисперсты бөлшектерді өзара байланыстыруға және олардың тұнбаға түсуіне себепкер болуға қауқарлы.

Сондықтан, сілтінің де, полимердің де концентрациясы жоғарыда көрсетілген шектен асатын болса, барлық аталған механизмдер іске қосылады. Осының нәтижесінде тұнба мөлшері артады – азеритін гидрооксид түрінде де, ірі полимерлі-сілтілі агрегаттар түрінде де.

Осылайша, жасалған зерттеулер көрсеткендей, әр ҰТА өңдеудің нақты жағдайы үшін полимер мен сілтінің сәйкес концентрациясын таңдай отырып, түзілетін тұнбаның мөлшерін реттеуге болады және осы арқылы сукелімдерін ТГТҚ көмегімен шектеу тиімділігін арттыруға болады.

Қазақстанның кен орындарында қолданылатын полимерлі жүйелердің сүзгіштік сипаттамаларын меңгеруге арналған зерттеулер нәтижелерін сараптау.

Соңғы жылдары зерттеушілер - әркім қабаттардың өткізгіштігі жоғары аралық қабаттары бойынша судың өтіп кету салдарын жою үшін технологиялық шешімдерді

іздеуге өз назарын қатты бөлуде және осы ретте ағынды кері қайтаратын технологияларды (АКҚТ) да қолдануда [9,10]. Көп жағдайда АКҚТ қызметтері суданоқшаулаушы экранды түзуге бағытталған, ол сәйкес құрамды айдау ұңғымаларына енгізу арқылы іске асады. Соның нәтижесінде кеніштің қалыңдығы бойынша да, ауданы бойынша да судың енгізілу көлемі қайта үлестіріледі және қабаттың ертеректе қамтылмаған немесе аз қамтылған аймақтары суалу арқылы өндіріске қосылады. Ескере кететін жәйт, суданоқшаулаушы экранның түзілу механизміндегі басты рөлдердің бірін полимерлі ерітінді ойнайды. Кейбір жүргізілген зерттеулерде басты назар «FP-307» маркалы ПАА полимерлі ерітінді мен хром ацетаты біріктіргішінің негізіндегі құрамдардың кеуекті ортадағы қозғалысына аударылды. Суда еритін полимерлермен қабатқа әсер еткенде оның сүзгіштік сипаттамаларының өзгерісі жайында шешім қабылдауға мүмкіндік беретін көрсеткіштердің бірі – қалдық кедергі факторы болып табылады (Rқалд) яғни суда еритін полимерлердің кеуекті ортамен жанасуы кезінде адсорбция мен майда кеуектердің физикалық бітелуі нәтижесінде оның өткізгіштігін төмендете алу қасиеті. Сондықтан, полимерлі ерітіндінің сүзгіштік сипаттамаларын білу оның кеуекті ортаға (әсіресе қатпарлы-әркелкі қабаттың аралық қабаттары бойынша) ену тереңдігін, суданоқшаулаушы экранның орналасу жерін, сәйкесінше АКҚТ-ның тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Полимерлі жүйелердің сүзгіштік сипаттамаларын меңгеру үшін жұмыстарында Қазақстан кен орындарында қолдануға арналған полимерлі жүйелердің сүзгіштік сипаттамаларын бағалау бойынша эксперименталды зерттеулердің нәтижелері беріледі. Біріккен полимерлі жүйелердің (БПЖ) сүзгіштік сипаттамаларын бағалау бойынша зерттеулерді жүргізу кезінде арнайы қондырғы қолданылды. Бұл қондырғы қабаттың өзара параллельді байланысқан екі сызықты модельдерінен, суға арналған қысқыш, сығылған ауасы бар баллон, дозатор-сораптан, манометрлерден тұрады. Қабаттың сызықты модельдері гидродинамикалық тұрғыда өзара байланыспаған аралық қыртыстары бар қабат моделін жасауға мүмкіндік береді. Өткізгіштігі әртүрлі қыртыстары бар қабаттың екіқабатты моделін жасау үшін фракциясы 0,1 мм болған кварцты құм мен оның маршаллитпен қоспасы пайдаланылды. Қабаттың екіқабатты моделінің құрылымы – сұйықтықты өткізгіштігі жоғары (k1) және өткізгіштігі төмен (k2) қыртыстарға бірге, сондай-ақ әр қыртысқа жеке-жеке енгізуге және қыртыстардан өндіруді бөлек жүргізуге мүмкіндік береді. Тәжірибелер тек кеуекті суға қаныққан орталарда ғана жүргізілді. Қабаттың екіқабатты моделі Қаражанбас кен орнынан алынған қабаттың кәріс суымен толтырылды.


Эксперименттердегі өткізгіштіктердің мәндері – Қаражанбас кен орны бойынша нақты мәліметтерге негізделіп таңдалды, ондағы коллектордың орташа өткізгіштігі 1-ден 15 мкм² аралығында [11].

[12] жұмыс авторларының жүргізген зерттеулері көрсеткендей – БПЖ-ді қатпарлы әркелкі қабатқа айдау кезінде оның негізгі бөлігі өткізгіштігі жоғары қыртысқа енеді және өткізгіштік қатынастарының мәндері жоғары болған сайын, БПЖ де соғұрлым көп мөлшерде өткізгіштігі жоғары қыртысқа енеді. Осыдан шығатын нәтиже, БПЖ (біріктіргіш ретінде хром ацетаты бар FP-307 полимер (ПАА) негізінде) сүзгіш ағындардың бағытын тиімді түрде реттеу үшін және өткізгіштігі төмен қыртыстарды іске қосу үшін жағдай жасайды. Жасалған сараптама бұл технологияны геология-физикалық жағдайлардың кең диапазонында, әсіресе Қаражанбас кен

орны сияқты көпқабатты өндіру объектілері үшін, қолдана алу мүмкіндігін көрсетті.. Осы процесс барысында біріккен FP-307 (концентрациясы 1-0,3%, 2-0,4%, 3-0,5%) полимерлі жүйе тұтқырлығының Қаражанбас кен орнында енгізіліп жатқан судағы ығысу жылдамдығынан тәуелділігі, концентрациясы белгіленген FP-307 біріккен полимерлі жүйенің реологиясы (кернеудің ығысу жылдамдығынан тәуелділігі), және де Қазақстанның кен орындарындағы ағынды кері қайтаратын технологияларда қолданылатын біріккен полимерлі жүйелердің сүзгіштік тексерулері зерттелді [13].

Қорытынды. Тұнбагельтүзуші құрамдардың реологиялық қасиеттеріне оның құрамына кіретін компоненттер де, қабаттық судың минералдану дәрежесі де өз әсерін тигізетіні зерттеулермен анықталды. Тұщы суда кальций мен магний иондары болмауының нәтижесінде полимерлердің ерігіштігі мен ерітінділердің тұтқырлығын арттыру қасиеті жақсы болады. Ығыстырушы агент концентрациясы жоғарылаған сайын, ерітінділер тұтқырлығы да артады. Берілген бөлімде алынған нәтижелер келесідей қорытындыларға келуімізге мүмкіндік берді:

Тұщы суда дайындалған ТГТҚ тұтқырлығы қабаттан жиналған суда дайындалған ТГТҚ тұтқырлығынан жоғары. Тұщы суда дайындалған ТГТҚ-ға сілтіні қосқанда еріткіштің минералдануы артады да, ТГТҚ тұтқырлығы төмендейді. Қабаттан жиналған суда дайындалған ТГТҚ-ға сілтіні қосқанда тұздың жартысы тұнбаға түсудің салдарынан еріткіштің минералдануы төмендейді де, нәтижесінде ТГТҚ тұтқырлығы жоғарылайды

Алынған нәтижелер бойынша, маркасы «FP-307» полимерлі ерітінді ПАА және хром ацетатының біріктіргіші негізінде АКҚТ арқылы тәжірибелік-өндірістік зерттеулерді жүргізу мүмкін екендігі айқындалды. Жүргізілген теориялық және эксперименталды зерттеулерден көретініміз – қабаттардың өткізгіштік қатынасы 2-ден 5-ке дейінгі аралықта болғанда технологияның ең үлкен тиімділігін алуға болады. Өндіріске өткізгіштігі төмен қабаттарды, сонымен қатар «тұрып қалған аймақтар» деп аталатын сүзгіштік кедергісі жоғары аумақтарды қосу арқылы қамту коэффициентін арттыруға болады. Ағынды кері қайтаратын технологияларды (АКҚТ) қолдана алу мүмкіндігі мен оның технологиялық тиімділігін бағалау үшін полимерлі ерітінділердің реологиялық сипаттамаларына зертханалық эксперименталды зерттеулер комплексі жүргізілді. 

Алғыс. "Зерттеу ҚР БҒМ Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен орындалды (№Ар14971684 "Су басқан ұңғымаларда мұнай өндіру әдісін және оны жүзеге асыруға арналған құрылғыны жетілдіру" гранты).

ӘДЕБИЕТ

- 1 Мухаметшин В.В., Бахтизин Р.Н., Кулешова Л.С. и др. Скрининг и оценка условий эффективного применения методов увеличения нефтеотдачи высокообводненных залежей с трудноизвлекаемыми запасами // SOCAR Proceedings. - 2021. - С. 48-56. [Muhametshin V.V., Bahtizin R.N., Kuleshova L.S. i dr. Skringing i ocenka uslovij effektivnogo primeneniya metodov uvelicheniya nefteotdachi vysokoobvodnennyh zalezhej s trudnoizvlekaemyi zapasami // SOCAR Proceedings. - 2021. - S. 48-56.]
- 2 Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Сафарова Е.А., Столяров В.Е. Внедрение комплексных научно-технических программ на поздних стадиях эксплуатации нефтегазовых месторождений // SOCAR Proceedings. - 2022. - № 2. – С. 1-8. [Dmitrievskij A.N., Eremin N.A., Safarova E.A., Stolyarov V.E. Vnedrenie kompleksnyh nauchno-tekhnicheskijh program na pozdnh stadiyah ekspluatacii neftegazovyh mestorozhdenij // SOCAR Proceedings. - 2022. - № 2. – S. 1-8.]

- 3 Bai Y., Xiong C., Wei F. et al. Gelation study on a hydrophobically associating polymer/polyethylenimine/gel system for water shut-off treatment // *Energy & Fuels*. - 2015. - Vol. 29(2). - P. 447-458.
- 4 Грищенко В.А., Рабаев Р.У., Асылгареев И.Н., Мухаметшин В.Ш., Якупов Р.Ф. Методический подход к определению оптимальных геолого-технологических характеристик при планировании ГРП на многопластовых объектах // *SOCAR Proceedings*. - 2021. - SI2. - С. 182-191. [Grishchenko V.A., Rabaev R.U., Asylgareev I.N., Muhametshin V.SH., Yakupov R.F. Metodicheskiy podhod k opredeleniyu optimal'nykh geologo-tehnologicheskikh harakteristik pri planirovaniy GRP na mnogoplastovykh ob"ektakh // *SOCAR Proceedings*. - 2021. - SI2. - S. 182-191.]
- 5 Лятифов Я.А. Нестационарное воздействие термоактивной полимерной композицией для глубинного выравнивания профиля фильтрации // *Scientific Petroleum*. - 2021. - № 1. - С. 25-30. [Lyatifov YA.A. Nestacionarnoe vozdejstvie termoaktivnoj polimernoj kompoziciej dlya glubinnogo vyravnivaniya profilya fil'tracii // *Scientific Petroleum*. - 2021. - № 1. - S. 25-30.]
- 6 Мирзаджанзаде А.Х., Степанова Г.С. Математическая теория эксперимента в добыче нефти и газа. - М.: Недра, 1977. - 229 с. [Mirzadzhanzade A.H., Stepanova G.S. Matematicheskaya teoriya eksperimenta v dobyche nef'ti i gaza. - M.: Nedra, 1977. - 229 s.]
- 7 Носков С.И. Сравнительная оценка значимости предикторов при использовании различных методов идентификации параметров регрессионной модели // *Известия ТулГУ. Технические науки*. - 2021. - Вып. 9. - С. 228-230. [Noskov S.I. Sravnitel'naya ocenka znachimosti prediktorov pri ispol'zovanii razlichnykh metodov identifikacii parametrov regressionnoj modeli // *Izvestiya TuzGU. Tekhnicheskie nauki*. - 2021. - Vyp. 9. - S. 228-230.]
- 8 Протождяконов М.М., Тедер Р.И. Методика рационального планирования экспериментов. - М.: Наука, 1970. - 76 с.
- 9 Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Давыдов А.В. Проблемы трансформации запасов углеводородного сырья в нерентабельную техногенную категорию трудноизвлекаемых // *Нефтяное хозяйство*. - 2022. - № 4. - С. 38-43. [Shahverdiev A.H., Arefev S.V., Davydov A.V. Problemy transformacii zapasov uglevodorodnogo syr'ya v nerentabel'nuyu tekhnogennuyu kategoriyu trudnoizvlekaemykh // *Neftyanoe hozyajstvo*. - 2022. - № 4. - S. 38-43.]
- 10 Каширина К.О., Эпов И.Н. Обзор отечественного и зарубежного опыта применения потококлоняющих технологий // *Научный форум Сибирь*. - Тюмень: 2016. - Т. 2, №1. - С. 8-10. [Kashirina K.O., Epov I.N. Obzor otechestvennogo i zarubezhnogo opyta primeneniya potooklonyayushchih tekhnologij // *Nauchnyj forum Sibir'*. - Tyumen': 2016. - T. 2, №1. - S. 8-10.]
- 11 Иванов В.А., Числов А.Д., Желтов Ю.В., Рыжик В.М., Ентов В.М., Бернадинер М.Г. Результаты опытной закачки полимерного раствора на месторождении Казахстана // *Нефтяное хозяйство*. - 1978. - №9. - С. 37-38. [Ivanov V.A., Chislov A.D., Zheltov YU.V., Ryzhik V.M., Entov V.M., Bernadiner M.G. Rezul'taty opytnoj zakachki polimernogo rastvora na mestorozhdenii Kazahstana // *Neftyanoe hozyajstvo*. - 1978. - №9. - S. 37-38.]
- 12 Стреков А.С., Койлыбаев Б.Н. Исследование реологических характеристик полимерных растворов, применяемых на месторождениях Казахстана. Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов // *Материалы международной научно-практической конференции*. - Актау: 2019. - С. 28-31. [Strekov A.S., Kojlybaev B.N. Issledovanie reologicheskikh harakteristik polimernykh rastvorov, primenyaemykh na mestorozhdeniyah Kazahstana. Geologicheskie i tekhnologicheskie aspekty razrabotki mestorozhdenij trudnoizvlekaemykh uglevodorodov // *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. - Aktau: 2019. - S. 28-31.]
- 13 Салаватов Т.Ш., Сулейманов Б.А., Нуряев А.С. Селективная изоляция притока жестких пластовых вод в добывающих скважинах // *Нефтяное хозяйство*. - 2000. - №12. - С. 81-83. [Salavatov T.SH., Sulejmanov B.A., Nuryaev A.S. Selektivnaya izolyaciya pritoka zhestkikh plastovykh vod v dobyvayushchih skvazhinah // *Neftyanoe hozyajstvo*. - 2000. - №12. - S. 81-83.]