

Код МРНТИ 52.47.27

\*А.С. Хадиева, К.Т. Бисембаева, Г.С. Сабырбаева, А.И. Койшина

Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инженеринг университеті (Ақтау қ., Қазақстан)

## МҰНАЙ ӨНДІРУДІ ҚАРҚЫНДАТУ МАҚСАТЫНДА ПОЛИАКРИЛАМИДТІ БІРТЕКТІ ЕМЕС ҚАБАТТА ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Мұнай кен орындары көп жағдайда олардың құрылымы бойынша біртекті емес қабаттардан түзіледі, бұл олардың жоғары қалдық мұнаймен қанығуын анықтайды. Сондықтан мұндай қабаттардан мұнай өндіруді арттыру қажеттілігі туындайды. Эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін белгілі бір фракцияның кварц құмымен толтырылған екі металл құбырдан тұратын модель қолданылды. Бұл әртүрлі өткізгіштік қабаттарын алуға мүмкіндік береді. Бұл модельде біртекті емес қабат мұнай өндіруді арттырудың ұсынылған әдісін зерттеді. Бұл жағдайда біртекті емес қабаттың мұнай өндірісін арттыру үшін полимер ерітіндісін айдауды қолдану ұсынылады. Сарқылған қабатты алу үшін бастапқыда біртекті емес шамамен бірдей дәрежесі бар ( $K_v=K/K_0$ ) қабатты біртекті емес қабатта әдеттегі сулану жүзеге асырылды.

**Түйінді сөздер:** тұтқырлық, біртекті емесдік, полимер, су басу, полиакриламид, біртекті емесдік дәрежесі, өткізгіштік, католит, жиек.

### Investigation of the effectiveness of polyacrylamide application in a layered heterogeneous formation in order to intensify the production of high-viscosity oil

**Abstract.** In most cases, oil fields are structurally formed by heterogeneous layers, which determine their high residual oil saturation. Therefore, there is a need to intensify oil production from such reservoirs. To conduct experimental studies, a model consisting of two metal pipes filled with quartz sand of a certain fraction was used. This makes it possible to obtain layers of different permeability. Using this model of a layered heterogeneous formation, the proposed method for intensifying oil production was studied. In this case, the use of polymer solution fringing is proposed to increase the oil recovery of a layered heterogeneous formation. In order to obtain a depleted formation, the usual flooding was initially carried out in a layered heterogeneous formation with approximately the same degree of heterogeneity ( $Co = K/K_0$ ).

**Key words:** viscosity, heterogeneity, polymer, flooding, polyacrylamide, degree of heterogeneity, permeability, catholyte, rim.

### Исследование эффективности применения полиакриламида в слоисто-неоднородном пласте с целью интенсификации добычи высоковязкой нефти

**Аннотация.** Нефтяные месторождения в большинстве случаев по своей структуре образованы неоднородными слоями, которые и определяют их высокую остаточную нефтенасыщенность. Поэтому возникает необходимость в интенсификации добычи нефти из таких пластов. Для проведения экспериментальных исследований была использована модель, состоящая из двух металлических труб, заполненных кварцевым песком определенной фракции. Это позволяет получать пласты разной проницаемости. На данной модели слоисто-неоднородного пласта изучали предлагаемый способ интенсификации добычи нефти. В данном случае для увеличения нефтеотдачи слоисто-неоднородного пласта предлагается применение оторочки раствора полимера. С целью получения истощенного пласта первоначально осуществили обычное заводнение в слоисто-неоднородном пласте с примерно одинаковой степенью неоднородности ( $K_v=K/K_0$ ).

**Ключевые слова:** вязкость, неоднородность, полимер, заводнение, полиакриламид, степень неоднородности, проницаемость, католит, оторочка.

### Кіріспе

Мұнай және мұнай өнімдеріне деген қажеттілік жылдан жылға артып келеді, бұл әсіресе экономикасы өсіп келе жатқан елдерде байқалады. Кен орындарының көпшілігі табиғи режимде немесе суландыру арқылы игерілді. Бұл өндіруге қиын, тұтқырлығы жоғары қалдық мұнай қорларының өсуіне әкелді. Бұл мөлшер 50-70% аралығында болады деп болжануда. Екінші жағынан, жаңа ірі мұнай кен орындарының пайда болуы онша көп емес. Сондықтан энергиямен тұрақты қамтамасыз ету үшін сарқылған мұнай кен орындарын игеруге дейінгі мәселе маңызды болып табылады. Қабаттардың төмен мұнай шығымы коллекторлардың төмен өткізгіштігінен, біртекті емесдіктің жоғары деңгейінен, мұнайдың жоғары тұтқырлығынан туындайды. Нәтижесінде бұрын өндіру ұңғымаларын суландыру, мұнаймен қаныққан аймақтарды игеруге өсім тартылмаған [1, 2, 3, 4]. Әсіресе Қазақстанда осындай көп. Қазақстанның мұнай тұтқырлығы жоғары және шайырлы. Мұндай кен орындарында суландыруды қолдану үлкен әсер етпеді. Сондықтан суландыру арқылы қабатты қамту коэффициентін арттыру және қалдық мұнаймен қанығуды азайту арқылы тұтқырлығы жоғары мұнайды алу тиімділігін арттыру технологияларын дамыту қажеттілігі туындайды. Капиллярлық және адсорбциялық күштер арқылы қабатта болатын қалдық мұнай қанықтылығын төмендету үшін үшінші әдістерді қолдану ұсынылады. Үшінші әдістерге жылу, химиялық, гидродинамикалық, газды, акустикалық, бактериялық жатады [1]. Мұнай қабатына әсер

студің химиялық әдістеріне мыналар жатады: беттік белсенді заттар, полимерлер, сілтілер, қышқылдар, шайырлар және т.б. Аталған әдістердің кез келгенін өздігінен де, басқа әдістермен бірге де қолдануға болады. Химиялық әдістердің бірі полимерлі суландыру болып табылады.

Полимерлі суландыру әлемде кеңінен қолданылады. Сонымен, бұл жұмыста [4] әлемде мұнай кен орындарында 50-ден астам полимер айдау жұмыстары атап өтіледі. Айдау Еуропада, Солтүстік Америкада, Таяу Шығыста және т.б. жүзеге асырылды. Полимерлі суландыру ығысу фронтының теңестірілуіне, судың қозғалғыштығының төмендеуіне, қамту коэффициентінің жоғарылауына әкеледі. Полимерлі ерітіндіні айдау-бұл ағынның ауытқу технологиясы болып табылады. Бұл жұмыста [5] GL-50, R-1, POLY-T-101, Поликар, Алкофлад, MD-02,05,07 сияқты полимерлердің әртүрлі маркалары қарастырылады. Суландыру сипаттамаларының әртүрлі мақсаттары үшін әртүрлі сипаттамалары бар белгілі бір полимерлер қолданылатыны көрсетілген. Көптеген жұмыстар судың минералдануының, ығысу жылдамдығының және температураның полимерлерге әсерін көрсетеді [1-12]. Жұмыста [5, 9] полимерді мұнай өндіруде қолдану полимердің келесі қасиеттеріне негізделгенін көрсетті-жоғары тұтқырлық, тиксотроптылық, псевдопластика. Полимерлер су жүйелерінің реологиялық қасиеттеріне әсер етіп, әртүрлі тығыздықтағы гельдер түзе алады. Осыған қарамастан, игерудің соңғы сатысында полимерлі суландырудың тиімділігін жоққа шығаратын жұмыстар бар.

Жоғарыда келтірілген қысқаша әдебиеттерді шолудан полимер негізіндегі композицияларды қолдану тұтқырлығы жоғары мұнайдың қабаттан ығысуын жақсарту алатынын көруге болады. Осыған сүйене отырып, құрамында тұтқырлығы жоғары мұнай бар сарқылған қабаттан мұнай өндіруді күшейту мақсатында қабатты біртекті емес қабатта полиакриламидті (ПАА) қолданудың тиімділігін бағалау туралы шешім қабылданды. Біртекті емес қабаттағы суландырумен бірге полиакриламид (ПАА) ерітіндісін айдауды қолдануды ұсынамыз. Сонымен қатар, мұнайды біртекті емес қабаттан ығыстыру нұсқасы келесі сызба бойынша ұсынылады және қарастырылады: *суландыру*

- ПАА ерітіндісін жоғары өткізгіш қабатқа айдау;  
- мұнайды біртекті емес қабаттан электрохимиялық түрлендірілген сумен ығыстыру (*католит*).

Электрохимиялық түрлендірілген судың негізгі қасиеттері және оны алу жұмыстар да қарастырылған.

### Зерттеу әдістері

Эксперименттік зерттеулер әрқайсысының ұзындығы 102,5 см және диаметрі 26 мм болатын екі қабат моделінен тұратын қондырғыда жүргізілді (Сурет 1). Бұл модельдер эксперименттік қондырғыларға қойылатын барлық модельдеу талаптарына сәйкес келеді. Қабат моделінің параметрлері және эксперименттердің шарттары ұқсастық критерийлерін қанағаттандырады:

$$P_1 = \frac{L}{\sqrt{k_2}} \quad \text{және} \quad P_2 = \frac{\sigma \cdot \cos \theta}{\Delta P \cdot \sqrt{\frac{k_2 \cdot \varphi}{m_2}}}, \quad (1)$$

мұндағы,  $L$  – қабаттың ұзындығы, м;

$k_2$  – өткізгіштігі төмен қабаттың өткізгіштігі, мкм<sup>2</sup>;

$\sigma$  – мұнай-су шекарасындағы беттік керілу, мН/м;

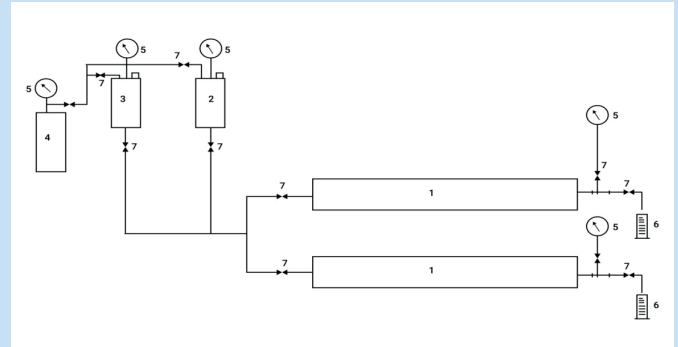
$\theta$  – ылғалдандырудың шеткі бұрышы;

$\Delta P$  – қабаттағы қысымның төмендеуі, МПа;

$\varphi$  – құрылымдық коэффициент;

$m_2$  – өткізгіштігі төмен қабаттың кеуектілігі, бірлік үлесі.

Осылайша,  $P_1$  кеуекті ортаның құрылымын анықтайды, ал  $P_2$  – гидродинамикалық күштердің кеуектердегі фазалардың таралуына әсерін көрсетеді. Автомодельділікті сақтау үшін осы ұқсастық критерийлері келесі шарттарға:  $P_1 \geq 0,5 \cdot 10^6$  және  $P_2 \leq 0,6$  қанағаттандырылуы керек.



1 – қабат моделі; 2 – сұйықтықты қысу (су, химиялық реагент ерітіндісі); 3 – мұнайды қысу; 4 – ауа балоны; 5 – манометрлер; 6 – өлшеу цилиндрлері; 7 – вентилдер

Сурет 1. Қондырғы сызбасы.

Figure 1. Installation diagram.

Рис. 1. Схема установки.

Есептеулер көрсеткендей, қабат моделінің өлшемдері мен эксперименттер жүргізу әдістемесі осы шарттарды қанағаттандырады. Кеуекті орта ретінде кварц құмы мен маршалит алынады. 1-кестеде қабатты біртекті емес қабаттың негізгі бастапқы деректері келтірілген.

Кесте 1

Бастапқы деректері және эксперименттердің нәтижелері

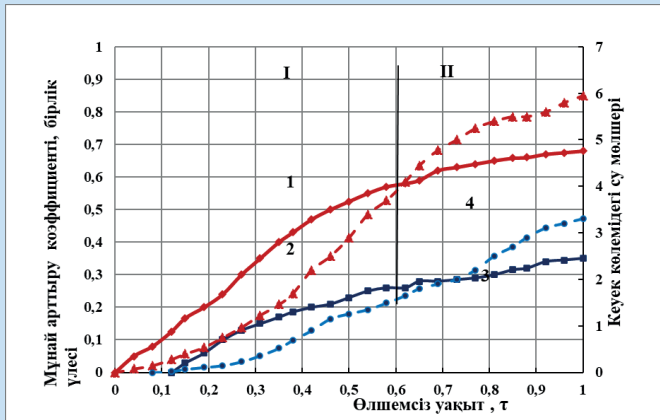
Table 1

Initial data and experimental results

Таблица 1

Исходные данные и результаты экспериментов

Параметрлер	№1 тәжірибе		№2 тәжірибе		№3 тәжірибе	
	Өткізгіштігі жоғары	Өткізгіштігі төмен	Өткізгіштігі жоғары	Өткізгіштігі төмен	Өткізгіштігі жоғары	Өткізгіштігі төмен
Мұнайдың тұтқырлығы, мПа·с	205	205	205	205	205	205
Кеуек көлемі, см <sup>3</sup>	190	175	180	172	184	170
Ауа бойынша өткізгіштігі, мкм <sup>2</sup>	2,8	1,7	2,55	1,7	2,7	1,8
Судың өткізгіштігі, мкм <sup>2</sup>	2,0	0,8	1,9	0,75	1,96	0,78
Бастапқы мұнай қанықтылығы, %	63,2	77,1	64,0	75,6	66,8	80,0
Бастапқы суға қанықтылық, %	36,8	22,9	36,0	24,4	33,2	20,0
ПАА ерітіндісінің жиек көлемі, см <sup>3</sup>	60	-	55	-	55	-
Қабаттың біртекті емесдік дәрежесі, $K_0 = K_1/K_2$	2,5		2,53		2,51	



Жоғары өткізгіш қабат: 1 –МБК, 2 – айдалатын су мөлшері.

Өткізгіштігі төмен қабат: 3 – МБК, 4 – айдалатын су мөлшері.

I кезең – мұнайды тазартылған сумен ығыстыру, II кезең – дистилденген суды екі қабатқа одан әрі айдай отырып, ПАА ерітіндісінің 0,15% жиіктің жоғары өткізгіш қабатына айдау,  $t_i$  – сағатына ағымдағы уақыт;  $\Sigma t_i$  – эксперименттің жалпы уақыты

**Сурет 2. Мұнай бергіштік коэффициентінің (МБК) және айдалатын судың мөлшерінің өлшемсіз уақытқа тәуелділігі  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (№1 тәжірибе).**

**Figure 2. Dependence of the oil recovery coefficient (KIN) and the amount of injected water on the dimensionless time  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (Experiment No1).**

**Рис. 2. Зависимость коэффициента извлечения нефти (КИН) и количества закачанной воды от безразмерного времени  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (опыт №1).**

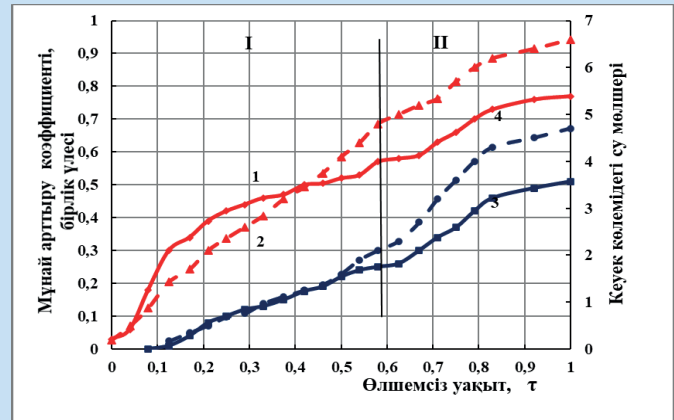
**Зерттеу нәтижелері**

Бірінші кезеңде барлық тәжірибелер мұнайды тазартылған сумен ығыстыру жүзеге асырылды. Осы мұнаймен шекарадағы тазартылған судың беттік керілуі 42,2 мН/м-ге тең болды. Сұйықтықты айдау бір уақытта екі қабатқа да жүргізілді. Су жоғары өткізгішті қабат арқылы кеуек көлемінің 4,1-4,8 мөлшерінде айдағаннан кейін I кезең аяқталды (Сурет 1-3). Осы кезеңде жоғары өткізгішті қабаттан мұнай бергіштік коэффициенті 0,56-0,58, ал өткізгішті төмен қабаттан 0,24-0,26 құрады. Біртекті емес қабаттар арасындағы мұнай бергіштік коэффициенті қатынасы шамамен  $K_0$  біртекті еместік дәрежесіне сәйкес келеді.

Мұнайдың біртекті емес қабаттан ығыстыру қарқындылығын арттыру үшін полиакриламид (ПАА) ерітіндісін жоғары өткізгішті қабатқа айдау туралы шешім қабылданды. №1 тәжірибедегі қалдық мұнаймен қанығу: жоғары өткізгішті қабатта 26,5%, ал төмен өткізгішті қабатта – 57,1% құрады.

Өткізгіштігі төмен қабаттан мұнай өндіруді күшейту үшін II кезеңде ПАА ерітіндісінің 0,15% ерітіндісін өткізгіштігі жоғары қабатқа айдау туралы шешім қабылданды.

Ерітінді кеуек көлемінің 30% мөлшерінде тазартыл-



Жоғары өткізгіш қабат: 1 –МБК, 2 – айдалатын су мөлшері.

Өткізгіштігі төмен қабат: 3 – МБК, 4 – айдалатын су мөлшері.

I кезең – мұнайды дистилденген сумен ығыстыру, II кезең – дистилденген суды екі қабатқа одан әрі айдай отырып, ПАА ерітіндісінің 0,25% жиіктің жоғары өткізгішті қабатына айдау рН=11

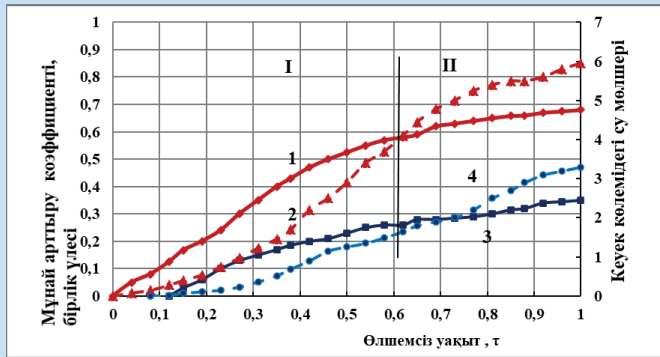
**Сурет 3. Мұнай бергіштік коэффициентінің (МБК) және айдалатын судың мөлшерінің өлшемсіз уақытқа тәуелділігі  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (№2 тәжірибе).**

**Figure 3. Dependence of the oil recovery coefficient (KIN) and the amount of pumped water on the dimensionless time  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (Experiment No2).**

**Рис. 3. Зависимость коэффициента извлечения нефти (КИН) и количества закачанной воды от безразмерного времени  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (опыт №2).**

ған суда дайындалады. Екі қабаттағы мұнайдың одан әрі ығысуы тазартылған сумен жүзеге асырылды. ПАА ерітіндісін айдау ығыстырылған сұйықтықтың өтуіне төзімділікті арттыра отырып, кеуектер бетіндегі молекулалардың адсорбциясына ықпал етеді. Сонымен қатар, ПАА ерітіндісінің ерітіндісін айдау жоғары өткізгішті қабаттан су ағынын шектейді. Бұл біртекті емес қабаттарға кіре берісте айдалатын сұйықтық ағынының қайта бөлінуіне ықпал етеді. Оның көп бөлігі өткізгіштігі төмен қабатқа түседі. Бұл мұнайдың ығысу жылдамдығының өсуіне және үрдістің көбірек қамтылуына ықпал етеді. Өткізгіштігі жоғары қабаттың айдалған суының өткізгіштігі төменге қатынасы 1,8-ге тең, бұл қабаттың біртекті емесдік дәрежесінен аз. Осылайша, ПАА ерітіндісін қолдану қабаттың біртекті емесдігін ішінара тегістеуге әкелгенін көреміз. Осының арқасында МАК өткізгіштігі төмен қабатта өседі (9%-ға). II кезеңнен кейінгі қалдық мұнай қанықтылығы: жоғары өткізгіш қабатта 20,2%, ал төмен өткізгіште – 50,1% құрады. Осылайша мақсатқа толық жете алмағанымызды көреміз. Сондықтан №2 тәжірибеде ПАА ерітіндісінің 0,25% ерітіндісін жүктеу туралы шешім қабылданды.

I кезең №1 тәжірибеге ұқсас. Мұнай алу коэффициенті шамамен бірдей: өткізгіштігі жоғары қабатта 56%, ал



Жоғары өткізгіш қабат: 1 – МБК, 2 – айдалатын су мөлшері.

Өткізгіштігі төмен қабат: 3 – МБК, 4 – айдалатын су мөлшері.

I кезең – мұнайды дистилденген сумен ығыстыру,  
II кезең – католитті одан әрі екі қабатқа айдай отырып,  
ПАА ерітіндісінің 0,25% жиектің жоғары өткізгіш  
қабатына айдау  $pH=11$

**Сурет 4. Мұнай бергіштік коэффициентінің (МБК) және айдалатын судың мөлшерінің өлшемсіз уақытқа тәуелділігі  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (№3 тәжірибе).**

**Figure 4. Dependence of the oil recovery coefficient (KIN) and the amount of injected water on the dimensionless time  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (Experiment No. 3).**

**Рис. 4. Зависимость коэффициента извлечения нефти (КИН) и количества закачанной воды от безразмерного времени  $\tau = t_i/\Sigma t_i$  (опыт №3).**

өткізгіштігі төмен қабатта 24%. Қалдық мұнай қанықтылығы: жоғары өткізгішті қабат 28,1%, ал төмен өткізгішті қабат 57,4% құрады. II кезеңде ПАА ерітіндісінің 0,25% жиегі жоғары өткізгіш қабатқа құйылды. Бұл бізге қабаттың біртекті емесдігінің мұнайды ығыстыру үрдісіне әсерін одан әрі төмендетуге мүмкіндік берді (Сурет 2). Өткізгіштігі төмен қабаттың МАК мөлшері №1 тәжірибемен салыстырғанда 2 есе өсті (18% қарсы 9%). Бірақ мұнайдың қалдық қанықтылығы екі қабатта да жоғары болып қалды (19,1% және 43,8%).

#### Қорытынды

Жұмыстардың негізінде [5, 6, 7] бағалау аралас әдісі жүзеге асырылды. Әдістің мәні келесідей қорытындылады. №3 тәжірибенің I кезеңінде ығыстыру үрдісі №1 және 2 тәжірибелермен бірдей болды. II кезеңде химиялық электрмен модификацияланған суда (католит) дайындалған ПАА ерітіндісінің 0,25% ерітіндісін айдау жүзеге асырылды. Католит сілтілі сипатқа ие. Сондықтан мұндай жиекті кеуек көлемінің 30% мөлшерінде жоғары өткізгішті қабатқа айдау мұнаймен шекарадағы беттік керілудің 12 мН/м дейін төмендеуіне әкеледі (католитсіз  $\sigma=42,2$  мН/м). Содан кейін олар  $pH=11$  болатын католиттің екі қабатына айдауға көшті. Нәтижесінде жоғары өткізгішті қабаттан мұнайдың баяу ығысуы және төмен өткізгіштіктің өсуі байқалады. Осы кезеңде жоғары өткізгішті қабаттан МБК 20%, ал төмен өткізгіштен – 26,5% құрады.

Осылайша, мұнай бергіштік коэффициентін арттыру мақсатында мұнайдың реологиялық сипаттамаларына әсер етуге бағытталған суда еритін көпфункционалды құрамы бар полимердің тиімді құрамы жасалды.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Манжай В.Н. Қабаттардың мұнай шығымдылығын арттыру үшін ерімейтін полимерлерді қолдану. / В.Н. Манжай, А.В. Поликарпов, Е.А. Рождественский. // Томск политехникалық университетінің жаңалықтары. Георесурстарды жобалау. 2017, Т. 328. №12. Б. 29-35 (орыс тілінде)
2. Томас А. Полимерлік суландыру, мұнай берудің химиялық артуы (сEQR) – практикалық шолу. / Ред. д-р Лаура Ромеро-Зерон, 2016, Т. 2 (ағылшын тілінде)
3. Бин Вэй. Полимерлік суландыру, тұтқыр серпімді және тұтқыр пластикалық материалдар саласындағы жетістіктер. / Ред. авторы кәсіби Мохамед Эль-Амин, 2016, Б. 3-11 (ағылшын тілінде)
4. Тома Л. Жеңіл және ауыр мұнай кен орындарында мұнай беруді арттыру үшін полимерлі су басу. / Л. Тома, Б. Саяқ, Ж. Абилов, Е. Мазбаев. // Мұнай-газ аумағы. 2017. №7-8. Б. 58-66 (орыс тілінде)
5. Қойлыбаев Б.Н., Стреков А.С., Бисембаева Қ.Т., Мамедов П.З., Ахметов Д.А., Кириченко О.Г. // XL «Еуропалық зерттеулер: ғылымдағы, білім берудегі және технологиядағы инновациялар» халықаралық сырттай ғылыми-практикалық конференциясы, Польша, 2018 (ағылшын тілінде)
6. Салехи М.М. Ирандық мұнай кен орындарының бірінде полимерлік суландыруды модельдеу. / М.М. Салехи, А.А. Хекматзаде, В. Ахмад Сагадян, М. Масуми. // Дж. Петрол. 2016. Т. 26. №2. Б. 325-330 (ағылшын тілінде)
7. Жуан С., Клименко А., Левитт Д. Полимерлік суландыру: ерітілген оттегі мен темірдің айдау суындағы ерекшеліктерін белгілеу. // Талс, Оклахома, АҚШ, 11-13 сәуірде өткен Мұнай қайтарымын арттыру жөніндегі SPE конференциясында ұсынылған SPE 179614 құжаты, 2016 (ағылшын тілінде)
8. Юри Дж.Э., Руис А., Педерсен Г. және т.б. Гримбик – 129 сП Көп қабатты гетерогенді өзен коллекторындағы мұнай. // YPF-те полимерлік суландыруды бірінші рет табысты қолдану.

Мұнай қайтарымын арттыру жөніндегі 19-шы Еуропалық симпозиумда ұсынылған EAGE Th B06 баяндамасы, Ставангер, Норвегия, 24-27, 2017 (ағылшын тілінде)

9. Химченко П.В. Жогары температуралы коллекторлар мен жогары минералдануы бар қабат сулары жағдайында полимерлі су басу технологиясын қолдану кезінде қабаттардың мұнай беруін арттыру үшін әртүрлі құрамды полиакриламидті таңдау. // Мұнай-газ аумағы. 2017. №6. Б. 65-85 (орыс тілінде)
10. Мамалов Е.Н. Электрохимиялық түрлендірілген судың негізгі қасиеттері оны мұнай өндірісінде пайдалану кезінде қажет. // Ғылыми-практикалық материалдар. конф. «Жетілген кен орындарының жай-күйі және пайдалану перспективалары», Қазақстан, 2019, Т.1. – Б. 289-296 (орыс тілінде)
11. Мамалов Е.Н. Қабатты-гетерогенді қабаттың мұнай өндірісін арттыру мүмкіндіктерінің бірі. / Е.Н. Мамалов, Е.В. Горшкова. // Әзірбайжан мұнай шаруашылығы. 2020. №3. Б. 20-26 (орыс тілінде)
12. Мамалов Е.Н. Мұнай өндіруді арттыру мақсатында мұнай қабатына аралас әсерді қолдану. / Е.Н. Мамалов, Г.И. Джалалов, Е.В. Горшкова. // Polish Journal of Science. 2021. Т. 2. №39. Б. 15-23 (орыс тілінде)

#### REFERENCES

1. Manzhai V.N. Primenenie nerastvorimyykh polimerov dlya povysheniya nefteotdachi plastov. / V.N. Manzhai, A.V. Polikarpov, E.A. Rozhdestvenskii. // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2017. T. 328. №12. S. 29-35 [Manzhai V.N. The use of insoluble polymers to enhance oil recovery. / V.N. Manzhai, A.V. Polikarpov, E.A. Rozhdestvensky. // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. 2017. Vol. 328. №12. P. 29-35] (in Russian)
2. Thomas A. Polymer flooding, chemical Enhanced Oil recovery (cEOR) – a practical review. / Edited by Dr. Laura Romero-Zeron, 2016, Ch. 2 (in English)
3. Bing Wei. Advances in Polymer Flooding, Viscoelastic and Viscoplastic Materials. / Ed. By Prof. Mohamed El-Amin, 2016, P. 3-11 (in English)
4. Toma L. Polimernoe zavodnenie dlya uvelicheniya nefteotdachi na mestorozhdeniyakh legkoi i tyazheloi nefti. / L. Toma, B. Sayuk, Zh. Abirov, E. Mazbaev. // Territoriya Neftegaz. 2017. №7-8. S. 58-66 [Toma L. Polymer flooding to increase oil recovery in light and heavy oil fields. / Toma L., Sayuk B., Abirov J., Mazbaev E. // Neftegaz territory. 2017. №7-8. P. 58-66] (in Russian)
5. Koilybaev B.N., Strekov A.S., Bisembayeva K.T., Mammadov P.Z., Akhmetov D.A., Kirisenko O.G. Making decisions on limiting the flow of water into oil wells, depending on the type of source information. // XL International Correspondence Scientific and Practical Conference «European Studies: Innovations in Science, Education and Technology», Poland, 2018 (in English)
6. Salehi M.M. Modeling of polymer flooding in one of the Iranian oil fields. / Salehi M.M., Hekmatzade A., Ahmadsaggadian V., Masumi M. // J. Petrol. 2016. Vol. 26. №2. P. 325-330 (in English)
7. Jouenne S., Klimenko A., Levitt D. Polymer Flooding: Establishing Specifications for Dissolved Oxygen and Iron in Injection Water. // Paper SPE 179614 presented at the SPE Improved Oil Recovery Conference held in Tulsa, Oklahoma, USA, 11-13 April, 2016 (in English)
8. Juri J.E., Ruiz A., Pedersen G. et al. Grimbeek – 129 cp Oil a Multilayer Heterogeneous Fluvial Reservoir. First Successful Application Polymer Flooding at YPF. // Paper EAGE Th B06 presented at the 19th European Symposium on Improved Oil Recovery, Stavanger, Norway, 24-27 April, 2017 (in English)
9. Khimchenko P.V. Podbor poliakrilamida razlichnykh sostavov dlya uvelicheniya nefteotdachi plastov pri primenении tekhnologii polimernogo zavodneniya v usloviyakh vysokotemperaturnykh kollektorov i plastovykh vod s vysokoi mineralizatsiei. // Territoriya Neftegaz. 2017. №6. S. 65-85 [Himchenko P.V. Selection of polyacrylamide of various compositions to increase oil recovery when using polymer flooding technology in conditions of high-temperature reservoirs and reservoir waters with high mineralization. // Neftegaz territory. 2017. №6. P. 65-85] (in Russian)
10. Mamalov E.N. Osnovnye svoystva elektrokhimicheski modifitsirovannoi vody, neobkhodimye pri ispol'zovanii ee v neftedobyche. // Materialy nauchno-praktich. konf. «Sostoyanie i perspektivy ekspluatatsii zrelykh mestorozhdenii», Kazakhstan, 2019, T. 1. – S. 289-296 [Mamalov E.N. Basic properties of electrochemically modified water required when using it in oil production. // Materials of the scientific and practical conference «The state and prospects of exploitation of mature deposits», Kazakhstan, 2019, Vol.1. – P. 289-296] (in Russian)
11. Mamalov E.N. Odnа iz vozmozhnostei uvelicheniya nefteotdachi sloisto-neodnorodnogo plasta. / Mamalov E.N., Gorshkova E.V. // Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozyaistvo. 2020. №3. B. 20-26 [Mamalov E.N. One of the possibilities of increasing oil recovery of a layered heterogeneous

formation. / E.N. Mamalov, E.V. Gorshkova. // *Azerbaijan Oil Industry*. 2020. №3. P. 20-26] (in Russian)

12. Mamalov E.N. *Primenenie kombinirovannogo vozdeistviya na neftyanoi plast s tsel'yu uvelicheniya nefteotdachi*. / E.N. Mamalov, G.I. Dzhahalov, E.V. Gorshkova. // *Polish Journal of Science*. 2021. T. 2. №39. S. 15-23 [Mamalov E.N. *Application of combined effects on the oil reservoir in order to increase oil recovery*. / E.N. Mamalov, G.I. Jalalov, E.V. Gorshkova. // *Polish Journal of Science*. 2021. Vol. 2. №39. P. 15-23] (in Russian)

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Манжай В.Н. Применение нерастворимых полимеров для повышения нефтеотдачи пластов. / В.Н. Манжай, А.В. Поликарпов, Е.А. Рождественский. // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2017. Т. 328. №12. С. 29-35 (на русском языке)
  2. Томас А. Полимерное заводнение, химическое увеличение нефтеотдачи (сEOR) – практический обзор. / Под ред. д-ра Лауры Ромеро-Зерон, 2016, Гл. 2 (на английском языке)
  3. Бин Вэй. Достижения в области полимерного заводнения, вязкоупругих и вязкопластических материалов. / Ред. автора проф. Мохамед Эль-Амин, 2016, С. 3-11 (на английском языке)
  4. Тома Л. Полимерное заводнение для увеличения нефтеотдачи на месторождениях легкой и тяжелой нефти. / Л. Тома, Б. Саюк, Ж. Абилов, Е. Мазбаев. // *Территория Нефтегаз*. 2017. №7-8. С. 58-66 (на русском языке)
  5. Койлыбаев Б.Н., Стреков А.С., Бисембаева К.Т., Мамедов П.З., Ахметов Д.А., Кирисенко О.Г. Принятие решения об ограничении притоков воды в нефтяные скважины в зависимости от типа исходной информации. // *XL Международная заочная научно-практическая конференция «Европейские исследования: инновации в науке, образовании и технологиях», Польша, 2018 (на английском языке)*
  6. Салехи М.М. Моделирование полимерного заводнения на одном из иранских нефтяных месторождений. / М.М. Салехи, А. Хекматзаде, В. Ахмад Сагадян, М. Масуми. // *Дж. Петрол*. 2016. Т. 26. №2. С. 325-330 (на английском языке)
  7. Жуан С., Клименко А., Левитт Д. Полимерное заводнение: установление спецификаций на растворенный кислород и железо в закачиваемой воде. // Документ SPE 179614, представленный на конференции SPE по повышению нефтеотдачи, проходившей в Талсе, Оклахома, США, 11-13 апреля, 2016 (на английском языке)
  8. Юри Дж.Э., Руис А., Педерсен Г. и др. Гримбик – 129 сП Нефть в многослойном гетерогенном речном коллекторе. Первое успешное применение полимерного заводнения на YPF. // Документ EAGE Th V06, представленный на 19-м Европейском симпозиуме по повышению нефтеотдачи, Ставангер, Норвегия, 24-27 апреля, 2017 (на английском языке)
  9. Химченко П.В. Подбор полиакриламида различных составов для увеличения нефтеотдачи пластов при применении технологии полимерного заводнения в условиях высокотемпературных коллекторов и пластовых вод с высокой минерализацией. // *Территория Нефтегаз*. 2017. №6. С. 65-85 (на русском языке)
  10. Мамалов Е.Н. Основные свойства электрохимически модифицированной воды, необходимые при использовании ее в нефтедобыче. // *Материалы научно-практич. конф. «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений», Казахстан, 2019, Т. 1. – С. 289-296 (на русском языке)*
  11. Мамалов Е.Н. Одна из возможностей увеличения нефтеотдачи слоисто-неоднородного пласта. / Мамалов Е.Н., Горшкова Е.В. // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. 2020. №3. Б. 20-26 (на русском языке)
- Мамалов Е.Н. Применение комбинированного воздействия на нефтяной пласт с целью увеличения нефтеотдачи. / Е.Н. Мамалов, Г.И. Джалалов, Е.В. Горшкова. // *Polish Journal of Science*. 2021. Т. 2. №39. С. 15-23 (на русском языке)

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Хадиева А.С.**, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасының Phd докторанты (Ақтау қ., Қазақстан), [hadieva\\_albina@mail.ru](mailto:hadieva_albina@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1123-0445>

**Бисембаева К.Т.**, т.ғ.к., Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а. (Ақтау қ., Қазақстан), [karlygasha\\_bissemb74@mail.ru](mailto:karlygasha_bissemb74@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-8213-7128>

**Сабырбаева Г.С.**, т.ғ.к., Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а. (Ақтау қ., Қазақстан), [gulzhans-a@mail.ru](mailto:gulzhans-a@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0106-5431>

**Койишина А.И.**, Phd докторы, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а. (Ақтау қ., Қазақстан), [akaman\\_k@mail.ru](mailto:akaman_k@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5537-9474>

**Information about the authors:**

*Khadiyeva A.S.*, Phd Doctoral Student of the Department of Petrochemical Engineering of the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

*Bissembayeva K.T.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

*Sabyrbayeva G.S.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

*Koishina A.*, Phd, Senior lecture of the Department of Petrochemical Engineering of the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

**Сведения об авторах:**

*Хадиева А.С.*, Phd докторант кафедры «Нефтихимический инжиниринг» Каспийского университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан)

*Бисембаева К.Т.*, к.т.н., и.о. ассоц. профессора кафедры «Нефтихимический инжиниринг» Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан)

*Сабырбаева Г.С.*, к.т.н., и.о. ассоц. профессора кафедры «Нефтихимический инжиниринг» Каспийского университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан)

*Койшина А.И.*, и.о. ассоц. профессора кафедры «Нефтихимический инжиниринг» Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан)

# TECH MINING KAZAKHSTAN 2024

ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ  
ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2-я международная  
конференция и выставка

4-5 декабря 2024

Астана, Казахстан



16+

[www.techmining.ru](http://www.techmining.ru)