

УДК 622; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-6.21>

<https://orcid.org/0000-0001-5688-996X>

<https://orcid.org/0000-0001-8539-1802>

<https://orcid.org/0000-0003-1156-8809>

<https://orcid.org/0000-0001-8742-6378>

<https://orcid.org/0009-0006-0624-6775>

<https://orcid.org/0009-0009-1146-5157>

КЕН ОРЫНДАРДА МҰНАЙ ӨНДІРУДІ ҚАРҚЫНДАТУҒА АРНАЛҒАН МИЦЕЛЛЯРЛЫҚ ЕРІТІНДІНІҢ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ



А.М. БАЛГЫНОВА,
техникалық ғылым
кандидаты, доцент,
moldir_merei66@mail.ru



Ж.С. САРҚҰЛОВА,
техника ғылымдарының
магистрі, PhD-доктор,
zhadi_0691@mail.ru



Р.Ж. ОРАЗБЕКОВА,
техникалық ғылым
кандидаты,
riza_a_o@mail.ru



Г.А. ИСЕНГАЛИЕВА,
техникалық ғылым
кандидаты, доцент,
isengul@mail.ru

М.М. ТЕМИРХАНОВА, магистрант, temirkhanova.madina@inbox.ru

Д.С. НҰРҚАСЫМ, магистрант, duman.serikovich@mail.ru

Қ.ЖҰБАНОВ АТЫНДАҒЫ АҚТӨБЕ ӨҢІРЛІК УНИВЕРСИТЕТИ
Қазақстан Республикасы, 030000, Ақтөбе қ., Ө.Молдағұлова, 34 к.

Бұл мақалада кен орындарда мұнай өндіруді қарқындатуға арналған мицеллярлық ерітінділерді қолданудың ерекшеліктері зерттеледі. Мицеллярлық ерітінділердің құрамы мен олардың мұнай қабатындағы физикалық-химиялық қасиеттерге әсері талданған. Мұнай өндіру тиімділігін арттыруда мицеллярлық ерітінділердің әсер ету механизмдері қарастырылған. Зерттеу барысында аймақтық геологиялық және технологиялық ерекшеліктер ескеріліп, мицеллярлық ерітіндіні енгізудің оңтайлы параметрлері анықталды. Жұмыстың нәтижелері мицеллярлық ерітінділерді тиімді пайдалану арқылы мұнай өндіру көлемін арттыруға және өңірдің мұнай өндіру саласындағы экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Нәтижесінде еліміздің мұнай-газ саласында мицеллярлық ерітінділерді тиімді қолдануға бағытталған технологияларды енгізуге ықпал етеді. Мицеллярлық ерітіндінің максималды және минималды кезіндегі құрамдық көрсеткіштерін ескере отырып бұл әдіс тиімді екенін байқауымызға болады. Бұл әдіс мұнай өндірудің экономикалық тиімділігін арттырып қана қоймай, қоршаған ортаға әсерін азайтуға мүмкіндік береді. Ұсынылған шешімдер мұнай-газ саласындағы ғылыми-техникалық инновацияларды қолдауға және өнеркәсіптік процестерді жақсартуға негіз бола алады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: мицеллярлық ерітінді, беттік белсенді заттар, қарқындату, өнімді қабат, мұнай өндіру.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИЦЕЛЛЯРНОГО РАСТВОРА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

А.М. БАЛГЫНОВА, кандидат технических наук, доцент, moldir_merei66@mail.ru

Ж.С. САРКУЛОВА, магистр технических наук, докторант PhD, zhadi_0691@mail.ru

Р.Ж. ОРАЗБЕКОВА, кандидат технических наук, riza_a_o@mail.ru

Г.А. ИСЕНГАЛИЕВА, кандидат технических наук, доцент, isengul@mail.ru

М.М. ТЕМИРХАНОВА, магистр, temirkhanova.madina@inbox.ru

Д.С. НУРКАСЫМ, магистр, duman.serikovich@mail.ru

АКТЮБИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ЖУБАНОВА
Республика Казахстан, 030000, г. Ақтөбе, ул. А.Молдағұлова, 34

В данной статье исследуются особенности применения мицеллярных растворов для интенсификации добычи нефти на месторождениях. Проанализирован состав мицеллярных растворов и их влияние на физико-химические свойства в нефтяном слое. Рассмотрены механизмы действия мицеллярных растворов в повышении эффективности добычи нефти. В ходе исследования были учтены региональные геологические и технологические особенности и определены оптимальные параметры введения мицеллярного раствора. Результаты работы позволяют увеличить объемы добычи нефти за счет эффективного использования мицеллярных растворов и улучшить экономические показатели региона в нефтедобывающей отрасли.

В результате будет способствовать внедрению технологий, направленных на эффективное применение мицеллярных растворов в нефтегазовой отрасли страны. Учитывая показатели состава мицеллярного раствора при максимальном и минимальном, можно заметить, что этот метод эффективен. Этот метод позволяет не только повысить экономическую эффективность добычи нефти, но и снизить воздействие на окружающую среду. Предлагаемые решения могут стать основой для поддержки научно-технических инноваций в нефтегазовой отрасли и улучшения промышленных процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мицеллярный раствор, поверхностно-активные вещества, интенсификация, продуктивный слой, добыча нефти.

FEATURES OF THE USE OF MICELLAR SOLUTION FOR THE INTENSIFICATION OF OIL PRODUCTION IN THE FIELDS

A.M. BALGYNOVA, Candidate of Technical Sciences, *moldir_merei66@mail.ru*
Zh.S. SARKULOVA, Master of Technical Sciences, PhD, *zhadi_0691@mail.ru*
R.Zh. ORAZBEKOVA, candidate of Technical Sciences, *rizaa_O@mail.ru*
G.A. ISSENGALIYEVA, candidate of Technical Sciences, docent, *isengul@mail.ru*
M.M. TEMIRKHANOVA, Master's student, *temirkhanova.madina@inbox.ru*
D.S. NURKASSYM, Master's student, *duman.serikovich@mail.ru*

AKTOBE REGIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER K.ZHUBANOV
 34, str. A.Moldagulova, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan

This article examines the features of the use of micellar solutions for the intensification of oil production in the fields. The composition of micellar solutions and their effect on physico-chemical properties in the oil layer are analyzed. The mechanisms of action of micellar solutions in increasing the efficiency of oil production are considered. The study took into account regional geological and technological features and determined the optimal parameters for the introduction of micellar solution. The results of the work will increase oil production through the effective use of micellar solutions and improve the economic performance of the region in the oil industry.

As a result, it will contribute to the introduction of technologies aimed at the effective use of micellar solutions in the country's oil and gas industry. Considering the composition of the micellar solution at maximum and minimum, it can be noted that this method is effective. This method allows not only to increase the economic efficiency of oil production, but also to reduce the environmental impact. The proposed solutions can become the basis for supporting scientific and technical innovations in the oil and gas industry and improving industrial processes.

KEY WORDS: *micellar solution, surfactants, intensification, productive layer, oil production.*



Қіріспе. Мицеллярлық ерітінділермен әсер ету – мұнай өндіруді қарқындату әдістерінің ішіндегі тиімді әдістердің бірі.

Мицеллярлық ерітінділерді қабатқа алғашқы әсер ету кезінде де қолдануға болады, яғни мұнай өндірудің қайталама әдісі ретінде. Бұл әдіс АҚШ-та 1962 жылдан бастап "Марафон Ойл" компаниясының 20 тәжірибелік учаскеде әзірленді және қолданысқа ұсынылды.

Мицеллярлық ерітінділердің құрамы мен қасиеттері. Беттік белсенді заттардың екі ерекшелігі бар: беттік белсенділік және мицелла түзу қабілеті. Мицеллярлық ерітінділердің пайда болуына эмульсия мен көбік тұрақтандырғыштары ықпал етеді. Бұл беттік белсенді заттар мицелла түзуші немесе коллоидты деп аталады. Еріткіштегі (судағы немесе көмірсутектегі) ББЗ концентрациясының жоғарылауы нәтижесінде ерігіштік шегі алынады. Егер шекті концентрацияға жеткеннен кейін қарапайым заттар жеке микрофаза (сұйықтық немесе тұнба) түрінде бөлінсе, еріткіштегі мицелла түзетін ББЗ ассоциаттар-мицеллалар термодинамикалық тұрақты жүйелер түзеді [1-5]. Мицеллалардың мөлшері $10 \cdot 10^4$ нм (нанометр) аралығында, яғни судағы мұнай немесе мұнайдағы су ($10^5 \cdot 10^6$ нм) түріндегі эмульсиядағы дисперсті бөлшектердің мөлшерінен едәуір аз.

Құрамында мицеллалар бар қоспаны микроэмульсия деп сипаттауға болады, яғни оның құрамында субмикроскопиялық мөлшердегі дисперсті бөлшектер бар. Сонымен қатар, бұл қоспаның шынайы ерітіндінің қасиеттері бар, атап айтқанда

оптикалық тұрақтылық және жауын-шашынға төзімділік. Бұл жүйені әлі күнге дейін өзіне тән қасиеттері бар мицеллярлық ерітінді деп атаған дұрыс.

Материалдар мен әдістер. Мицеллярлық ерітінділердің басты ерекшелігі - бұл еріткіштерде ерімейтін қалыпты жағдайда заттардың өздігінен еруін қамтамасыз етуі. Мысалы, мұнай суда және беттік белсенді заттың мицеллярлық жүйесінде еруі, әдетте мұнай суда және беттік белсенді заттың ерітіндісінде ерімейді.

Бұл жағдайда мицеллярлық ерітіндідегі еріту механизмі микроскопиялық мұнай тамшылары мицеллалардың ортасына ауысады. Мұндай жүйелерде су сыртқы фаза ретінде қызмет етеді. Белгілі бір жағдайларда, көмірсутек компонентінің концентрациясы жоғары болған кезде, сыртқы көмірсутек фазасы бар мицеллярлық ерітінділер түзіледі. Мұндай ерітінділердегі судың микроскопиялық бөлшектері ісінген мицеллалардың ішінде орналасқан. Бұл мицеллалардың ісіну қабілетін түсіндіруге болады кен ауқымы мицеллалардың мөлшері – $10 \cdot 10^{12}$ -ден $10 \cdot 10^4$ - ке дейін.

Мұнай өндіруді қарқындатуға арналған мицеллярлық ерітінділердің құрамына әдетте электролит пен содергент кіреді.

- Электрорлит – натрий хлориді, аммоний сульфаты, немесе басқа тұз. Әдетте ерітіндінің тұтқырлығын өзгерту үшін қосылады.

- Содергент – спирт, ерітіндіні тұрақтандыруға, суды немесе мұнайды еріту процестерін жақсартуға қызмет етеді.

Нәтижелер мен талқылаулар. Мицеллярлық ерітіндінің екі негізгі компонентінің құрамы (су және көмірсутектер) кең ауқымда өзгеруі мүмкін (*1-кесте*).

Кесте 1 – Мицеллярлық ерітіндінің максималды және минималды кезіндегі құрамдық көрсеткіштері

Компонент, %	Су	Көмірсутек	ББЗ	Содергент	Электролит
максималды	10	2	4	0,01	0,001
минималды	95	80	15	20	6,4

Қабат жағдайындағы мицеллярлық ерітінділердің тұрақтылығына қабат суларының тұздары әсер етеді, мысалы, натрий хлоридінің концентрациясы 15% - дан жоғары және өнімнің 90% - дан жоғары сулануы [6-8].


Мицеллярлық ерітінділердің тұтқырлығына ерітінділер компоненттерінің арақатынасы, тұздар мен беттік-белсенді заттардың түрі әсер етеді. Мицеллярлық ерітінділердің тығыздығы құрамдас бөліктердің тығыздығына және олардың концентрациясына байланысты. Судың ұлғаюымен ерітіндінің тығыздығы сызықтық заңға сәйкес артады.

Қорытынды. Мицеллярлық ерітінділермен әсер ету әдісін құмды коллекторларда қолдану керек, мұнда әдеттегі су басу сәтті болды, бірақ қазірдің өзінде таусылды. Қолда бар тәжірибе мынадай шарттарды орындау кезінде салыстырмалы түрде біртекті, құрамында карбонатты цемент жоқ кеуекті типті терригенді коллекторларда мұнай кен орындарында белгілі мицеллярлық ерітінділерді қолдануды ұсынуға мүмкіндік береді: коллектордың орташа өткізгіштігі 100 мД-ден асады, қалдық мұнаймен қанығу шамасы 25-30% - дан асады, қабат жағдайындағы мұнай-

дың тұтқырлығы 20 МПа аспауы тиіс, қабат суларының температурасы 158-1940F аспауы тиіс[9-10].

Теориялық тұрғыдан мицеллярлық ерітінділердің көмегімен 100% мұнайды қабаттан шығаруға болады.

Жеткілікті жоғары қамту коэффициенті және минималды беттік керілу қабатқа қайталама әсер еткенде де, біріншілік кезінде де қолдануға мүмкіндік береді.

АҚШ-та жүргізілген тәжірибелер кеуек кеңістігінің 10% мөлшерінде мицеллярлық ерітінділерді айдау әдеттегі мұнайды 60% - ға дейін өндіруге мүмкіндік беретінін көрсетті. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Сургучёв М.Л., Шевцов В.А., Сурина В.В. Применение мицеллярных растворов для увеличения нефтеотдачи пластов. М. ; Недра, 1977. – С. 25-30 [Surguchyov M.L., Shevcov V.A., Surina V.V. Primenenie micellyarnyh rastvorov dlya uvelicheniya nefteotdachi plastov. M. ; Nedra, 1977. – S. 25-30]
- 2 Пат. 2434924 РФ. Мицеллярный раствор для извлечения нефти / Агаев Славик Гамид оглы, Байда Александр Александрович. Оpubл. 27.11.2011. Бюл. №33 [Pat. 2434924 RF. Micellyarnyj rastvor dlya izvlecheniya nefti / Agaev Slavik Gamid ogly, Bajda Aleksandr Aleksandrovich. Opubl. 27.11.2011. Byul. №33]
- 3 Ибрагимов Г.С., Хисамутдинов Н.И. Справочное пособие по применению реагентов в добычи нефти. – М.; Недра, 1983, С. 312. [Ibragimov G.S., Hisamutdinov N.I. Spravochnoe posobie po primeneniyu reagentov v dobychi nefti. – M.; Nedra, 1983, S. 312]
- 4 Даубен, Д. Л., и Фронинг, Х. Р. Разработка и оценка мицеллярных растворов для повышения приемистости воды // Журнал «Нефтегазовые технологии». 1971. – С. 614–620. doi:10.2118/3044-ра [Dauben, D. L., i Froning, H. R. Razrabotka i ocenka micellyarnyh rastvorov dlya povysheniya priemistosti vody // Zhurnal «Neftegazovye tekhnologii». 1971. – S. 614–620. doi:10.2118/3044-ра]
- 5 Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В. Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии. М., Недра, 1994. – С. 308 [Amelin I.D., Surguchev M.L., Davydov A.V. Prognoz razrabotki neftyanyh zalezhey na pozdnej stadii. M., Nedra, 1994. – S. 308]
- 6 К. И. Бабицкая, И. В. Царьков, В. В. Коновалов. – (Методы воздействия на пласт и повышения нефтеотдачи). – Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. – 2016. – № 8. – С. 31-34 : ил. – Библиогр.: с. 34 (9 назв.). – ISSN 0207-2351 [K. I. Babickaya, I. V. Car'kov, V. V. Konovalov. – (Metody vozdeystviya na plast i povysheniya nefteotdachi). – Tekst : neposredstvennyj // Neftepromyslovoe delo. – 2016. – № 8. – S. 31-34 : il. – Bibliogr.: s. 34 (9 nazv.). – ISSN 0207-2351]
- 7 Sheng, J.J. Enhanced Oil Recovery Field Case Studies. // Gulf Professional Publishing. –2013. P.239-335. doi: 10.1016/C2011-0-07419-2.
- 8 Kumar, R., Mandal, A. Surfactant Stabilized Biopolymer Nanoparticle for Enhanced Oil Recovery Application. // Journal of Molecular Liquids. – 2020. P. 12-25. doi: 10.1016/j.molliq.2020.113866.
- 9 Alvarado, V., Manrique, E. Enhanced Oil Recovery. // An Update Review. Energies. – 2010. doi: 10.3390/en3020152.
- 10 Сидоров П.А., Брагин А.Н. Физико-химические аспекты использования мицеллярных систем в нефтедобыче. – М.: Химия, 2018. – С. 240 [Sidorov P.A., Bragin A.N. Fiziko-himicheskie aspekty ispol'zovaniya micellyarnyh sistem v nefte dobyche. – M.: Himiya, 2018. – S. 240]