

УДК 622.276

<https://orcid.org/0000-0002-1680-4682>

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

<https://orcid.org/0009-0001-8468-6817>

ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙ ӨНДІРУДІҢ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫН АРТТЫРУДА КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ



Б.Г. АЛМАТОВА,
канд. техн. наук,
baian.73@mail.ru



Ж.С. САРКУЛОВА,
PhD,
zhadi_0691@mail.ru



А.М. АЛИЕВА,
канд. техн. наук,
Kzaizhamal@mail.ru

ЖҰБАНОВ АТЫНДАҒЫ АҚТӨБЕ Өңірлік Университеті,
Қазақстан Республикасы, 030000, Ақтөбе қаласы, Ө. Молдағұлова даңғылы, 34

Қазіргі уақытта мұнай-газ өнімдері энергияны тұтынуда отынның негізгі көзі ретінде ерекше ететіндіктен, қабаттың ауыр мұнайын игерудің перспективалық тәсілдері маңызды рөл атқарады. Бірнеше зерттеулер мен сынақтар көмірқышқыл газын қабаттардың мұнай өндірісін арттыруға негізделген агент ретінде қолдану технологиясын зерттейді. Мақалада өндірілуі қиын қорлары бар кен орындарында мұнай өндіруді ұлғайту мақсатында көмірқышқыл газын пайдаланудың кейбір негізгі әдістері, сипатталған әдістердің ерекшеліктері, әртүрлі параметрлерге байланысты көмірқышқыл газының негізгі қасиеттері мен өзгерістері қарастырылады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: Тұтқырлығы жоғары мұнай, өндіру, қабаттардың мұнай беруін арттыру, көмірқышқыл газы, ерігіштік коэффициенті, кен орындарын игеру, технологиялар.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

А.Б. ГАЗИЗОВНА, кандидат технических наук, baian.73@mail.ru

Ж.С. САРКУЛОВА, PhD, zhadi_0691@mail.ru

А.М.АЛИЕВА, кандидат технических наук, Kzaizhamal@mail.ru

АКТЮБИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К. ЖУБАНОВА,
Республика Казахстан, 030000 г. Актобе, ул. А. Молдагуловой, 34

Поскольку в настоящее время в качестве основных источников топлива в потреблении энергии выступают нефтегазопродукты, важную роль играют перспективные подходы к освоению пластовой тяжелой нефти. В нескольких исследованиях и испытаниях изучается технология применения углекислого газа в качестве агента на основе повышения нефтеотдачи пластов. В статье рассматриваются некоторые основные методы использования углекислого газа с целью увеличения добычи нефти в пластах месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, особенности описанных методов, основные свойства и изменения углекислого газа в зависимости от различных параметров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высоковязкая нефть, добыча, повышение нефтеотдачи пластов, углекислый газ, коэффициент растворимости, разработка месторождений, технологии.

ANALYSIS OF THE USE OF CARBON DIOXIDE IN INCREASING THE INTENSITY OF HIGH-VISCOSITY OIL PRODUCTION

A.B. GAZIZOVNA, Candidate of Technical Sciences, baian.73@mail.ru

ZH.S. SARKULOVA, PhD, zhadi_0691@mail.ru

A.M. ALIYEVA, Candidate of Technical Sciences, Kzaizhamal@mail.ru

AKTOBE REGIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER K. ZHUBANOV,
A. Moldagulova str. 32, Aktobe, 030000 Republic of Kazakhstan

Since oil and gas products are currently the main sources of fuel in energy consumption, promising approaches to the development of reservoir heavy oil play an important role. In several studies and tests, the technology of using carbon dioxide as an agent based on enhanced oil recovery is being studied. The article discusses some of the main methods of using carbon dioxide in order to increase oil production in the reservoirs of fields with hard-to-recover reserves, the features of the described methods, the main properties and changes of carbon dioxide depending on various parameters.

KEYWORDS: high-viscosity oil; production; enhanced oil recovery; carbon dioxide; solubility coefficient, field development; technologies

О най алынатын мұнай қорларының сарқылуына байланысты күрделі жағдайларда көмірсутектерді өндіруге мүмкіндік беретін технологиялар мен игеру әдістерін жетілдіру маңызды болып отыр. Осындай тенденцияларға байланысты инженерлер мұнайды өндіруді қарқындатудың жаңашыл, перспективалы тәсілдерін зерттеп, өндіріске енгізуде. Мұнай кен орындарын сәтті игеру үшін өндіріс деңгейін сақтауға ықпал ететін неғұрлым тиімді және сонымен бірге күрделі әдістерді қолдану қажет. Осындай әдістердің бірі – қабатқа көмірқышқыл газын (CO_2) айдау арқылы мұнайды ығыстыру болып табылады. Әдіс негізінде көмірқышқыл газының сумен, мұнаймен және жыныспен физика-химиялық әрекеттесу механизмдері зерттеліп, зерттеу барысында мұнай өндіруді арттырудың басқа әдістерімен салыстырғандағы артықшылықтары мен кемшіліктері анықталады [1,2].

Зерттеу әдістері. Көмірқышқыл газын айдау технологиясын қолданудың ерекшелігі басқа газдармен салыстырғанда CO_2 мұнай мен қабат суында көбірек ериді де, көмірқышқыл газы мұнайдың көлемінің ұлғаюына ықпал етеді, бұл өз кезегінде

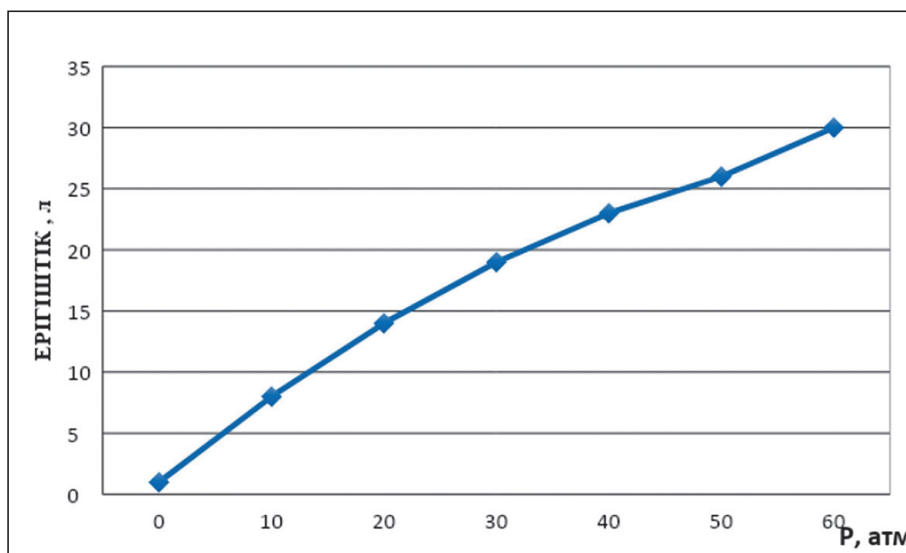
кабаттағы қозғалмайтын, қалдық мұнайдың ығысуына, сонымен қатар, мұнай-су шекарасындағы фаза аралық кернеудің төмендеуіне ықпал етеді. [3].

Көмірқышқыл газының мұнайда ерігіштігі суда еру қабілетіне қарағанда жоғары болып келеді және процесс барысында бұл қабілет CO_2 негізгі бөлігінің мұнайға өтуіне мүмкіндік береді. CO_2 су мен көмірсутектердегі ерігіштік мәндерін салыстыру арқылы келесі мәліметтерге қол жеткізілді.

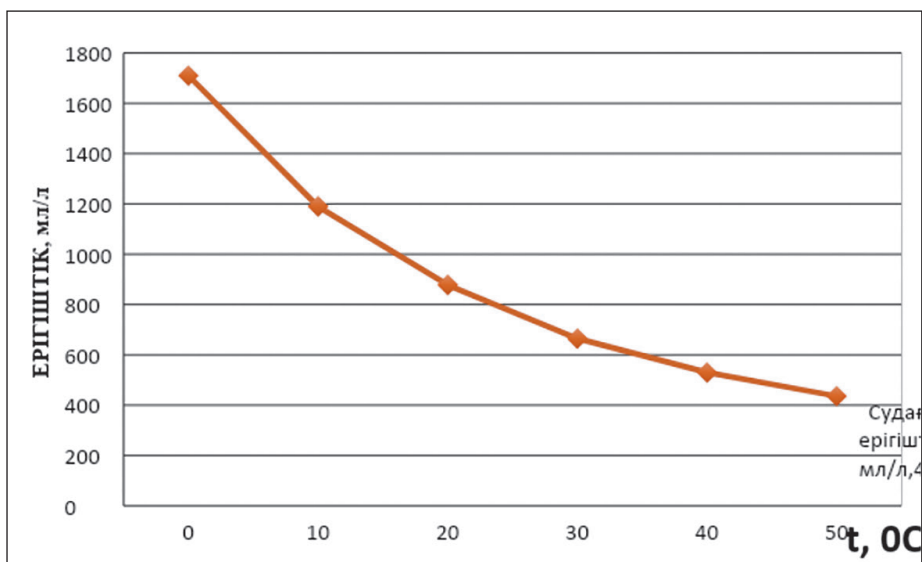
Кесте 1 - Көмірқышқыл газының мұнай мен судағыдағы ерігіштік коэффициенті

Газ	37 °C температурме мен 1 кгсс/см ² қысымдағы ерігіштік коэффициентінің мәні, см ³ /см ³		Таралу коэффициенті
	Көмірсутектерде	Суда	
Көмірқышқыл газы	1,28	0,57	2,2

Суда көмірқышқыл газының мөлшері неғұрлым көп болса, соғұрлым мұнайдың ығысуы артады. Сонымен қатар, судағы көмірқышқыл газының ерігіштік дәрежесіне судың минералдануы да әсер етеді, минералдану дәрежесінің жоғарылауымен CO_2 судағы ерігіштігі төмендейді. Ерігіштік қабілеттілікке негізгі параметрлер қысым мен температураның да әсері зор. Көмірқышқыл газының суда ерігіштігінің қысым мен температураға тәуелділігі келесі диаграммаларда (сурет 1, 2) нақты байқалады [4].



Сурет 1 - Көмірқышқыл газының судағы ерігіштігінің қысымға тәуелділігі



Сурет 2 - Көмірқышқыл газының судағы ерігіштігінің температураға тәуелділігі

Нәтижелер. Көмірқышқыл газын айдау арқылы мұнайдың қозғалғыштығын арттыру термодинамика заңдарына сәйкес, мұнайдың кеңеюі кезінде жоғары кеуектерден мұнайдың адсорбциялық қабатының бір бөлігі босатылып, еріген газдың әсерінен тұтқырлығының төмендеуімен негізделеді. Бұл әсер тұтқырлығы жоғары мұнаймен әрекеттесу кезінде көбірек көрінеді. Зертханалық зерттеулерге сәйкес, тұтқырлықтың бастапқы мәні неғұрлым жоғары болса, оның төмендеуі соғұрлым күшті болады (кесте 2) [5].

Кесте 2 - Мұнайдың бастапқы және соңғы тұтқырлығы

Атауы	Жоғары тұтқырлы, мПа·с	Тұтқырлы, мПа·с	Орташа тұтқырлы, мПа·с	Аз тұтқырлы, мПа·с
Мұнайдың бастапқы үшін	9000	1000	100	1
CO ₂ қаныққан мұнай үшін	160	15	3	0,5

Мұнайды көмірқышқыл газымен ығыстыру масса алмасу, капиллярлық және гравитациялық әсерлерді көрсететін өте күрделі процесс. Көмірқышқыл газының мұнаймен араласуы барысында оның реологиялық қасиеттері өзгеріп, қанығу жағдайына әсер етіп, бұл бұрын қолданылмаған мұнайды қабаттан ығыстырып игеруге ықпал етеді [4,5].

Көмірқышқыл газын қабатқа айдау технологиясын зерттеу кезеңінде мұнай өндіріп алу коэффициентін арттыру мақсатында көміртекті суды айдау, CO₂ үздіксіз

айдау, су мен CO_2 кезекпен айдау, CO_2 мен химиялық реаген аралас айдау технологияларын зерделеп, ұтымды тәсілді қолдану ұсынылады. Көміртекті суды айдау тәсілінің артықшылығы-оны пайдаланудың басқа түрлерімен салыстырғанда қабатқа айдау кезінде көмірқышқыл газының салыстырмалы түрде аз шығындалауында. Әртүрлі зертханалық тәжірибелер мен есептік мәліметтер бойынша CO_2 концентрациясы 5,3% болып келетін карбонизацияланған суды айдау мұнайды өндіруде ағынды сумен ығыстыру тәсіліне қарағанда 14% - ға мұнайбергіштікті арттыруға мүмкіндік беретіні анықталған [5].

Көмірқышқыл газын үздіксіз айдаудың ерекшелігі технологияны қолданудың басқа нұсқаларымен салыстырғанда жоғары ығыстыру коэффициентіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Дегенмен, CO_2 үздіксіз айдау кезінде тұтқырлықтың тұрақсыздығы байқалады. Су мен CO_2 кезекпен айдау технологиясында CO_2 мен H_2O қатынасына байланысты біртекті емес қабаттар үшін тиімділігі байқалады [5, 6].

Кен орындағы қабаттың орналасу ретіне байланысты әртүрлі басқа да тәсілдерді талдап, көмірқышқыл газын айдаудың салдарын сенімді болжау үшін CO_2 -қабатты сұйықтық-су жүйесіндегі фазалық өзгерістерді, CO_2 -нің қабат суымен және коллектор жынысымен әрекеттесуіндегі геохимиялық процестерді ескере отырып, тікелей сандық модельдеу жүргізіледі [6].

Талқылау. Мұнай өндіруді арттыру мақсатында көмірқышқыл газын оны қабатқа айдау кезінде қолданудың бірнеше әдісі бар:

1. Көміртекті су қабатына айдау (көмірқышқыл газымен қаныққан су);
2. Газ тәрізді немесе сұйық күйде тікелей CO_2 қабатқа айдау;
3. Суперкритикалық күйде көмірқышқыл газын қабатқа айдау.

Көмірқышқыл газымен қаныққан қабатқа құйылған су қабат сұйықтықтарын ығыстыратын агенттің жиегі болып табылады. Бұл әдіс көмірқышқыл газының ондағы еріген кезде судың тұтқырлығын арттыру қабілетіне байланысты су басу әдісімен салыстырғанда тиімдірек [7].

Сондай-ақ, көміртекті суды ығыстырушы агент ретінде пайдалану газ тәрізді немесе сұйық күйдегі көмірқышқыл газының қабатына кешенді әсерді қолдану нәтижелерімен салыстырғанда аз тиімділікті көрсететіні белгілі, содан кейін ығыстырғыш ретінде карбонизацияланған су пайдаланылады [8].

Сондай-ақ ең перспективалы және сонымен бірге, әсіресе тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындары үшін қолайлы мұнай өндіруді ұлғайтудың аз зерттелген әдістерінің бірі CO_2 қолдану арқылы көмірқышқыл газын суперкритикалық күйде қабатқа айдау болып табылады. Бұл жағдайда көмірқышқыл газы тиімді, экологиялық таза және үнемді еріткіш болып табылады. Айта кету керек, суперкритикалық күйдегі CO_2 еріткіш қабілеті тұрақты температурада тығыздықтың жоғарылауымен, яғни қысымның жоғарылауымен артады [9].

Қорытынды. Бүгінгі таңда CO_2 қолдану мұнай өндіруді ұлғайту саласында, әсіресе болашақта өзекті және қазіргі уақытта жоғары тұтқырлығы бар мұнай кен орындарын игерудің дамып келе жатқан бағыты үшін перспективаларға ие. Алайда, көмірқышқыл газының қасиеттеріне байланысты технологияның кемшіліктері, сондай-ақ тасымалдаудағы қиындықтар айтарлықтай шектеулер қояды.

Қазіргі уақытта көмірқышқыл газының жер үсті және жер асты жабдықтарына коррозиялық әсерін азайту қажеттілігі туындап отыр, осыған байланысты ең алдымен суперкритикалық сұйықтықтар саласында, сондай-ақ газ тәрізді күйлерде CO_2 қолдану тұрғысынан да зертханалық зерттеулер жүргізуді бастау керек. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Фазлыев Р.Т. Площадное заводнение нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1979. – С. 47–88. [Fazlyev R.T., "Ploshadnoe zavodnenie neftyanyh mestorozhdenii", Nedra, 1979, pp. 47-88.]
- 2 Закиров С.Н., Индрупский И.М. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа. Часть 2; - , 2009. - 488 с2 [Zakirov S. N., Indrupsky I. M. Novye principy I tehnologii razrabotki mestorozhdenii nefiti I gaza . Chast' 2; - , 2009. - 488 c]
- 3 <https://findpatent.ru/patent/236/2366811.html> © , 2012-2021
- 4 Рухин Л. Б. Основы литологии; Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы - Москва, 1995. - 672 с.5 [Rukhin L. B. Osnovy litologii; Gosudarstvennoe nauchno-technicheskoe izdatelstvo neftyanoi I gorno-toplivnoi literatury -Moskva, 1995. - 672 s.]
- 5 Тагиров К. М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин; Academia-Moskva, 2012. - 336 с [Tagirov K. M. Ekspluatacia neftyanyh i gazovyh skvazhin; Academia-Moskva, 2012. - 336 p.]
- 6 <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V2/015.pdf>
- 7 Алматова Б.Г., Калжанова А.Б. Вариант повышения эффективности заводнения продуктивных пластов нефтегазоконденсатных месторождений, Наука и жизнь казахстана, №12 (146) 2020, УДК 553.984
- 8 Б.Г.Алматова, Г.М.Жексенбаева Тұзасты кен орындарындағы мұнай-газ ұңғымаларынан мерзімінен бұрын газ және су айдалу технологиясы, Наука и жизнь казахстана, №12 (146) 2020, УДК 553.984, <https://www.naukaizhizn.kz/index.php/journal/article/view/107/107>
- 9 Almatova B.G., Aldamzharov N.N. The first horizontal well drilled at the Kenkiyak-podsolevoy deposit // Scientific and technical collection, "Problems of integrated development of natural resources of Western Kazakhstan and the Southern Urals., 2003. pp.114-117.
- 10 Almatova B.G., Aldamzharov N.N. Development deposits using wells with a large horizontal trunk length. // Scientific and technical collection of Problems of complex development of natural resources of Western Kazakhstan and the Southern Urals., 2003-p.
- 11 Almatova B.G., Orazbekova R.J. Environmental problems of oil-producing industries of Mangystau region // Materials of the regional scientific and practical conference "Implementation of the strategy of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan: problems of training engineering and technical personnel", Aktobe, -2006.- pp. 117-119.
- 12 Akhmetshin T.R., Kamartdinov M.R., Kulagina T.E., Kurelenkov S.H. Development of hard-to-recover reserves Tomsk, 2012
- 13 Nurpeisova M. B., Sakhatova G. S., Almatova B. G. rational use of Natural Resources // Gorny Journal of Kazakhstan, No. 4, 2006, pp. 120-124.
- 14 Nurpeisova M. B., Almatova B. G. environmental problems of oil and gas development / / industry of Kazakhstan, No. 1, 2007, pp. 118-123
- 15 Nurpeisova M.B., Almatova B.G., Utegenov M.M., et al. A set of measures to reduce the harmful impact on the environment during the development of the Zhanazhol deposit. Almaty, KazNTU, 2007.- 23 p.
- 16 https://www.anpz.kz/press_center/news/?ELEMENT_ID=24466