

КЕН ОРЫНДАРЫНДА СУ-ГАЗДЫ ӘСЕР ЕТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ІСКЕ АСЫРУ ТӘЖІРИБЕСІ



С.Т. ЗАКЕНОВ,
техника ғылымдарының
докторы, профессор,
senbek@rambler.ru



Л.К. НУРШАХАНОВА,
техника ғылымдарының
кандидаты, қауымдастырылған
профессор,
aitore2010@mail.ru

YESSEN OV UNIVERSITY,

Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қ, 32-ші ш.а.

Көмірсутектердің ресурстық базасының сапалық және сандық сипаттамаларының нашарлауы алынуы қиын қорлар үлесінің өсуіне әкеледі.

Мұнай саласында өндірілуі қиын мұнай қорларының үлесі тұрақты түрде артып келе жатқан жағдайда, қабаттың мұнай өндірісін арттырудың тиімді әдістерін құру қажеттілігі артады.

Мұнай өнеркәсібін дамытудың қазіргі кезеңіндегі су басу әдісі мұнай кен орындарын игерудің негізгі принциптеріне сәйкес келетін ең прогрессивті болып саналады. Алайда, су басу кезінде мұнай қорларының үлкен үлесі қабатта қалады, осыған байланысты қазіргі уақытта барлық ірі мұнай компанияларында мұнай өндіру коэффициентін арттыруға мүмкіндік беретін технологиялар іздестіріліп, әзірленуде.

Қазіргі уақытта мұнай өндіруді ұлғайту мақсатында мұнай қабаттарына су-газ әсер ету технологиясын қолдануға қызығушылық артып келеді. Себебі су-газ әсерлері су басу және көмірсутек газын қабатқа айдау әдісі сияқты белгілі мұнай өндіру технологияларының оң жақтарын біріктіреді.

Эксперименттік және теориялық зерттеулер мұнай берудің ең тиімді әдістерінің бірі көмірсутек газдары мен су-газ қоспаларын қабатқа айдауға негізделген әдістер болуы мүмкін екендігі анықталды.

Кейбір кен орындарына қатысты әртүрлі комбинациялардағы газдар мен судың ығысу коэффициентін анықтау және ығысу механизмін зерттеу үшін эксперименттер жүргізілді.

Тәжірибелер қабаттарға барынша жақын жағдайларда жүргізілді: мұнайдың рекомбинацияланған немесе қабаттық сынамалары, өнімді шөгінділерден алынған өзек қолданылды. Қысым мен температура олардың қабаттық мәндеріне сәйкес келді.

Тәжірибелер көрсеткендей, мұнайдың ығысу коэффициентінің өсуі айдалатын газдың түріне (көмірсутекті тепе-теңдік және қабат өнімімен тепе-теңдік емес, қышқыл, инертті және т.б.) және агенттерді айдау технологиясының модификациясына (дәйекті, ауыспалы, бірлескен) байланысты.

Қаламқас кен орнында су-газ әсер ету технологиясын сынаудың күтілетін нәтижелерін зерделеу мақсатында осы әдісті басқа кен орындарында қолдану тәжірибесі қаралды.

Жұмыста әртүрлі кен орындарында су-газ әсер ету технологиясын іске асыру тәжірибесіне талдау келтірілген. Технологияны енгізу нәтижелеріне шолу талдауы Маңғыстау кен орны жағдайында су-газ әсер ету технологиясын қолданудың артықшылықтары мен мүмкіндіктерін анықтау тұрғысынан жүргізілді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: Кен орны, мұнай, ұңғы, игеру, қорларды өндіру, технологиялық процесс, әдіс, айдау, ығыстыру, қабат мұнай бергіштігі.

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

С.Т. ЗАКЕНОВ, доктор технических наук, профессор, senbek@rambler.ru
Л.К. НУРШАХАНОВА, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, aitore2010@mail.ru

YESSEN OV UNIVERSITY,

Республика Казахстан, 130000, г. Актау, мкр. 32

Ухудшение качественных и количественных характеристик ресурсной базы углеводородов приводит к росту доли трудноизвлекаемых запасов.

В обстановке, когда в нефтяной отрасли доля трудноизвлекаемых запасов нефти неуклонно увеличивается, необходимость в создании эффективных методов увеличения нефтеотдачи пласта возрастает.

Метод заводнения на современном этапе развития нефтяной промышленности считается наиболее прогрессивным, отвечающим основным принципам разработки нефтяных месторождений. Однако при заводнении большая доля запасов нефти остается в пласте, в связи с чем в настоящее время во всех крупнейших нефтяных компаниях изыскиваются и разрабатываются технологии, которые позволят увеличить коэффициент нефтеизвлечения нефти.

В настоящее время растет интерес к применению технологии водогазового воздействия на нефтяные пласты с целью увеличения добычи нефти. Это связано с тем, что водогазовые эффекты сочетают в себе положительные стороны известных технологий добычи нефти, таких как заводнение и метод закачки углеводородного газа в пласт.

Экспериментальными и теоретическими исследованиями было установлено, что одним из наиболее эффективных методов нефтеотдачи могут стать методы, базирующиеся на нагнетании в пласт углеводородных газов и водогазовых смесей.

Были проведены эксперименты для изучения механизма вытеснения и определения коэффициента вытеснения нефти газами и водой в различных комбинациях применительно к некоторым месторождениям.

Опыты проводились в условиях, максимально приближенных к пластовым: применялись рекомбинированные или пластовые пробы нефти, керн из продуктивных отложений. Давление и температуры соответствовали их пластовым значениям.

Как показали результаты опытов, прирост коэффициента вытеснения нефти зависит от типа закачиваемого газа (углеводородного равновесного и неравновесного с пластовой нефтью, кислого, инертного и др.) и модификации технологии закачки агентов (последовательной, попеременной, совместной).

В целях изучения ожидаемых результатов испытания технологии водогазового воздействия на месторождении Каламкас рассмотрен опыт применения этого метода на других месторождениях.

В работе приведен анализ опыта реализации технологии водогазового воздействия на различных месторождениях. Обзорный анализ результатов внедрения технологии проведен на предмет определения преимуществ и возможности применения технологии водогазового воздействия в условиях месторождения Мангыстау.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: месторождение, нефть, скважина, разработка, выработка запасов, технологический процесс, метод, закачка, вытеснение, нефтеотдачи пласта.

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF WATER-GAS EXPOSURE TECHNOLOGY IN THE FIELDS

S.T. ZAKENOV, Doctor of technical sciences, professor, senbek@rambler.ru

L.K. NURSHAKHANOVA, Candidate of technical sciences, associate professor, aitore2010@mail.ru

YESSENOV UNIVERSITY,

32 nr. Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan

Deterioration of the qualitative and quantitative characteristics of the hydrocarbon resource base leads to an increase in the share of hard-to-recover reserves.

In an environment where the share of hard-to-recover oil reserves in the oil industry is steadily increasing, the need to create effective methods to increase oil recovery is acute.

The method of flooding at the present stage of the development of the oil industry is considered the most progressive, meeting the basic principles of oil field development. However, during flooding, a large proportion of oil reserves remains in the reservoir, and therefore, technologies are currently being sought and developed in all major oil companies that will increase the oil recovery coefficient.

Currently, there is a growing interest in the application of the technology of water-gas exposure to oil formations to increase oil production. This is due to the fact that the water-gas effects combine the positive aspects of well-known oil production technologies, such as flooding and the method of pumping hydrocarbon gas into the reservoir.

Experimental and theoretical studies have established that one of the most effective methods of oil recovery can be methods based on injection of hydrocarbon gases and water-gas mixtures into the reservoir.

Experiments were conducted to study the mechanism of displacement and determine the coefficient of displacement of oil by gases and water in various combinations in relation to some fields. The experiments were carried out under conditions as close as possible to reservoir conditions: recombined or reservoir oil samples, core from productive deposits were used. The pressure and temperatures corresponded to their reservoir values.

As the results of experiments, the increase in the oil displacement coefficient depends on the type of gas injected (hydrocarbon equilibrium and nonequilibrium with reservoir oil, acidic, inert, etc.) and modification of the injection technology of agents (sequential, alternate, joint). To study the expected results of testing the technology of water-gas exposure at the Kalamkas field, the experience of using this method at other fields is considered.

The paper presents an analysis of the experience of implementing the technology of water-gas exposure at various locations. A review analysis of the results of the technology implementation was carried out to determine the advantages and possibilities of using the technology of water-gas exposure in the conditions of the Mangystau field.

KEY WORDS: Field, oil, well, development, production of reserves, technological process, method, injection, displacement, oil recovery.

К іріспе. Жоғары өнімді мұнаймен қаныққан коллекторлардағы мұнай қорларының біртіндеп сарқылуы өндіруге қиын санаттағы мұнай алудың заманауи технологияларын жедел дамытуды талап етеді.

Мұнай қорларының мұндай санаты Маңғыстау облысының кен орындарында айтарлықтай көлемде шоғырланған.

Іріктеудің төмен қарқынының себебі-коллекторлардан мұнай қорларын өндірудің жоғары тиімді технологиялары жоқ.

Бірқатар ресейлік және шетелдік зерттеушілер мұнайды алудың перспективалы әдістерінің бірі-бұл су-газды әдісінің (СГӘ) қабатқа әсері, сонымен қатар кез-келген даму және су басу кезеңінде деп санайды.

Су-газдың әсері тұтқыр газбен қанықпаған мұнай кен орындарын игеруде өте тиімді екендігі атап өтілді.

Алайда, мұнайды ығыстырудың жоғары тиімді технологияларының және су-газ қоспалары мен газды қабатқа айдауға арналған жабдықтардың болмауына байланысты аталған санаттағы қорларды қарқынды игеру тежеледі.

Алайда, СГӘ проблемасын жеткілікті жоғары зерттеуге қарамастан, бірқатар мәселелер шешілмеген күйінде қалып отыр, атап айтқанда, ығыстыру механизмін нақтылау, СГӘ технологиясын жобалау, әсіресе су-газды қабатқа айдау үшін техникалық құралдарды таңдау мәселелері [1-8].

Мұнай саласында өндірілуі қиын мұнай қорларының үлесі ұдайы өсіп, көмірсутек шикізатының әлемдік бағасы өскен жағдайда, қабаттың мұнай өндірісін арттырудың тиімді әдістерін құру қажеттілігі артады.

Мұнай өнеркәсібін дамытудың қазіргі кезеңіндегі су басу әдісі мұнай кен орындарын игерудің негізгі принциптеріне сәйкес келетін ең прогрессивті болып саналады.

Алайда, су басу кезінде мұнай қорларының үлкен үлесі қабатта қалады, осыған байланысты қазіргі уақытта барлық ірі мұнай компанияларында мұнай өндіру коэффициентін арттыруға мүмкіндік беретін технологиялар іздестіріліп, әзірленуде. Эксперименттік және теориялық зерттеулер мұнай берудің ең тиімді әдістерінің бірі көмірсутек газдары мен су-газ қоспаларын қабатқа айдауға негізделген әдістер болуы мүмкін екендігі анықталды.

Көптеген зерттеушілер мұнай өндіруді арттырудың және өндірілетін өнімнің сулануын азайтудың перспективалық әдістерінің бірі ретінде су-газ әсер ету технологиясын көрсетеді [9-14].

Зерттеу материалдары мен әдістері. СГӘ -су мен газдың, соның ішінде көмірқышқыл газының өнімді қабатына айдау ұңғымалары арқылы әртүрлі комбинациялар мен модификацияларда, қабаттық қысымды ұстап тұру, мұнай беруді және мұнай алу қарқынын арттыру үшін енгізудің технологиялық процесі.

Технология мұнай өндіру коэффициентін арттыруға және өндірілетін өнімнің сулануын азайтуға арналған. Технологиялық процестің қолданылу саласы өткізгіштігі бойынша гетерогенді қабаттар болып табылады. Технологияның тиімділігі көбік түзетін қасиеттері жоғары мұнайдың вытисуымен жақсарады. Қаламқас кен орнын сипаттайтын ауыр, тұтқыр, асфальт-шайырлы майлар осындай қасиеттерге ие.

Су-газ қоспасын айдау және қалыптастыру қабаттық қысымды ұстап тұру жүйесін қолдана отырып және жоғары қысымды газбен жабдықтау көздерін пайдалана отырып, тұрақты автоматты режимде жүргізіледі.

СГЭ технологиясын жүзеге асыру кезінде қабат жағдайында су мен газдың қозғалғыштығын шектеуге қол жеткізу маңызды. Қабатқа тек су құйылған кезде, ол жоғары өткізгіш пропластика арқылы өндіруші ұңғымаларға енеді. Осындай жағдай бір газды қабатқа айдау кезінде де қалыптасады. Су мен газды бірлесіп айдау кезінде олардың өндіруші ұңғымаларға серпілуіне жол берілмейді, ығыстыру профилі тегістеледі. Қабатқа су-газ қоспасын айдау технологиясының схемасы *сурет 1* келтіріген.

Газ газды дайындау қондырғыларынан (УПГ), 1,5 МПа қысымда және 1,5 МПа қысымда көбік түзетін беттік-белсенді зат (ПАВ) қосылған су айдау желісі бойынша су сорғы-күшейткіш қондырғыға беріледі, онда ағындар араласады және су-газ қоспасының түзілуі жүреді, ол су тарату пункті арқылы 8-10 МПа қысыммен айдау ұңғымаларына айдалады.

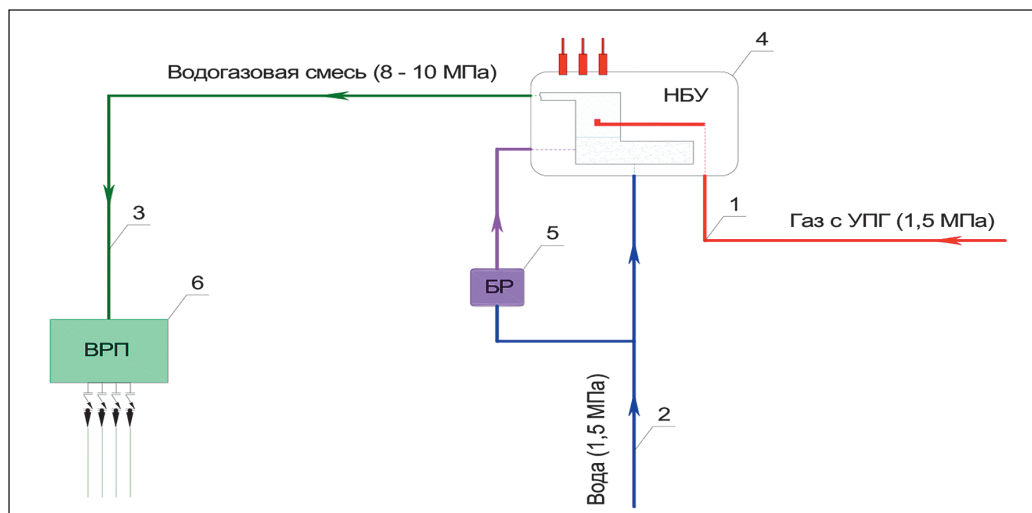
Су газ қоспасын айдау әдісі бойынша сериялық, ауыспалы және бірлескен айдау болып бөлінеді (*сурет 1*).

Сериялық айдау су мен газ қабатына дәйекті ұзақ мерзімді айдауды қамтиды.

Кезектесіп айдау, сондай-ақ кезектесіп айдау бірінен соң бірі пластыстыратын агенттерді қабатқа айдаумен сипатталады, бірақ бұл ретте олардың әрқайсысының қабаттық жағдайдағы жиектерінің көлемі қабаттың ағызылатын аймағының бастапқы мұнаймен қаныққан кеуекті көлемінің 10 – 12 % аспауы тиіс.

Бірлескен айдау беттік-белсенді заттармен өңделген газ бен суды көбік тәрізді жүйе түрінде қабатқа айдауды қамтиды.

Көбік түзетін беттік белсенді заттардың төмен концентрацияланған сулы ерітіндісін қабатқа айдау арқылы көбіктену режимінде СГЭ технологиясын тиімді жүзеге асыру.



Сурет 1 – Су-газ қоспасын айдау технологиясының схемасы: 1 – газ құбыры; 2 – бастапқы суы бар су құбыры; 3 – су-газ қоспасы бар жоғары қысымды су құбыры; 4 – сорғы-күшейткіш қондырғы (НБУ); 5 – беттік-белсенді заттар айдауға арналған блокты мөлшерлегіш қондырғы (БР– 2,5); 6 – су тарату пункті (ВРП)

Беттік-белсенді заттар су көбік түзетін ерітіндісін пайдалана отырып, су-газ әсерін жүзеге асыру кезінде пайда болған көбіктегі микрокөпіршіктердің сольваттық қабығы неғұрлым берік болады. Бұл көбіктің тұрақтылығын қамтамасыз етеді және суға қатысты айдалатын газдың көлемін азайтуға мүмкіндік береді.

Көбікті су-газ қоспасын айдау және қалыптастыру жоғары қысымды газбен жабдықтау көздерін пайдалана отырып, қабат қысымын ұстап тұру жүйесінде тұрақты режимде жүргізіледі [15-20].

Ұсынылған технология – бұл су ілеспе газбен сорғы күшейткіш қондырғысында араласады және ұңғымаға айдалады, ал қоспадағы су газды тасымалдау рөлін атқарады. Қабаттағы негізгі жұмысты газ өзінің қасиеттеріне байланысты жасайды. Қабатқа түсетін газ мұнайдың тұтқырлығын, оның тығыздығын төмендетеді, көлемдік коэффициент пен газ құрамын арттырады. Бір сөзбен айтқанда, оның қозғалғыштығын арттырады.

Қазіргі уақытта СГЭ технологиясын енгізудің жеткілікті кең және ұзақ тәжірибесі жоқ, дегенмен Ресейдің салалық институттарының зертханаларында ығыстыру механизмін зерттеу және кейбір кен орындарына қатысты әртүрлі комбинацияларда газдар мен судың ығыстыру коэффициентін анықтау үшін тәжірибелер жүргізілді.

Тәжірибелер қабаттарға барынша жақын жағдайларда жүргізілді: мұнайдың рекомбинацияланған немесе қабаттық сынамалары, өнімді шөгінділерден алынған өзек қолданылды. Қысым мен температура олардың қабаттық мәндеріне сәйкес келді.

Тәжірибелер көрсеткендей, мұнайдың ығысу коэффициентінің өсуі айдалатын газдың түріне (көмірсутекті тепе-теңдік және қабат майымен тепе-теңдік емес, қышқыл, инертті және т.б.) және агенттерді айдау технологиясының модификациясына (дәйекті, ауыспалы, бірлескен) байланысты.

Нәтижелер және талқылаулар. Қаламқас кен орнында СГЭ технологиясын сынаудың күтілетін нәтижелерін зерделеу мақсатында осы әдісті басқа кен орындарында қолдану тәжірибесі қаралды.

Мысалы, Битков кен орнындағы су-газ қоспасының әсері кен орнының төменгі қабаттағы шоғырдан алынған газ немесе газ құбырынан құрғақ газды пайдалану арқылы жүргізілді. Технологияны жүзеге асыру барысында келесілер анықталды:

Газ бен суды кезек-кезек айдау техникалық тұрғыдан мүмкіндігі анықталды. Бұл жағдайда ұңғымалардың қабылдау профилі, демек, қабаттың әсер ету коэффициенті артады.

Егер айдау алдында су айдау үшін ұңғымаларды игерілмеген жағдайда, онда газды айдағаннан кейін ұңғыманың су арқылы қабылдағыштығы 10-12 МПа айдау қысымымен тәулігіне жүздеген м³ құрады.

Газ бен суды кезек-кезек айдау кезінде ұңғымалардың әрбір агент бойынша қабылдау қабілеті газ айдау кезінде 15 МПа-ға және су айдау кезінде 10-11 МПа-ға тең тұрақты айдау қысымымен шамалы (20 – 30 %-ға) төмендеді.

Әдісті енгізу нәтижесінде бірқатар пайдалану ұңғымалары бойынша газ факторларының тұрақтануы немесе төмендеуі байқалды, ағындағы мұнайдың үлесі ұлғайды. СГЭ газ репрессиялық үрдісімен салыстырғанда түпкілікті мұнай беруді 11 %-ға арттыруға мүмкіндік береді деп күтілуде.

Ромашкин кен орнының Миннибаев алаңының тәжірибелік учаскелерінде газ бен суды мерзімді айдауды қолдана отырып, әдісті енгізу келесі нәтижелерді көрсетті:

Еріткіштер мен газды айдағаннан кейін төсектерді повышенияыстырумен қамтуды арттыру мақсатында жиектер жасау үшін газ бен суды мезгіл-мезгіл айдау керек.

Газ бен суды мезгіл-мезгіл айдау қабаттардың экспозициямен қамтылуын едәуір арттырады және су тасқынымен салыстырғанда түпкілікті мұнай беруді 10% немесе одан да көп арттырады.

Су айдау әдісімен салыстырғанда газ бен суды мезгіл-мезгіл айдауды жүзеге асыру күрделірек. Бұл оларды айдау кезінде қысымның жоғарылауымен байланысты, сауатты бақылау мен реттеуді қажет етеді.

Бір циклде газ бен су айдаудың қабылданған көлемі қабаттың бастапқы мұнаймен қаныққан кеуек көлемінің 1 – 3 % және 5 % құрады.

Федоров кен орнындағы бұталы сорғы станциясынан табиғи қысыммен газ бен газ бүркемесінен және суды бірлесіп айдау жөніндегі жұмыстардың нәтижелері мыналарды көрсетті:

Газ бен суды қабатқа бірге айдау кезінде араластырғышта, құбырларда және айдау ұңғымасының оқпанында гидраттардың қарқынды түзілуі байқалды. Алынған гидраттар кенжарға жетіп, ұңғыманың қабылдау профилін азайтты.

Су-газ қоспасын айдағаннан кейін біраз уақыттан кейін гидродинамикалық зерттеулер судың қабылдағыштығының қалпына келуін және жоғарылауын көрсетті.

Кен орнында су-газ әсер ету әдісін сынау нәтижесінде Самотлор өндіруші ұңғымалардың газ айдауға реакциясын көрсетті, бұл мұнай өндіру қарқынының едәуір жоғарылауында, буферлік қысымның өсуінде, ұңғымалардың субұрқақты пайдалану режиміне өтуінде көрінді.

Өндіруші ұңғымалар жұмысының динамикалық қалыңдығының коэффициенттерін $K_{ит}$ (геофизикалық зерттеулердің деректері бойынша) 0,416-дан 0,58-ге дейін ұлғайту су айдау кезде жұмысқа қосылмаған төмен өткізгіш аралықтардың жұмысқа қосылғанын көрсетеді. Қорды өндірумен қамту коэффициентінің $K_{охв}$ 0,401-ден 0,714-ке дейін өзгеруінің сапалық сипаттамасы мұнай беруді арттыру әдісінің жеткілікті жоғары тиімділігін растайды.

Өндіруші ұңғымалардың газ бен суды айдауға реакциясы дебиттің ұлғаюымен, буферлік қысымның өсуімен, өндірілетін өнімнің тұрақтануымен немесе сулануының төмендеуімен көрінді.


Жұмыс нәтижелері бойынша тәжірибелік учаскедегі су-газ әсер ету процесі қабаттың мұнай өндірісін арттырудың тиімді әдісі болып табылады деп болжауға болады: игеру қарқыны артып, ұңғымаларды тұрақты фонтандау қоры артып, қабат сұйықтықтарының гидродинамикалық сипаттамалары жақсарды. Әдістің жоғары тиімділігі геофизикалық, гидродинамикалық және арнайы зерттеулерді талдау арқылы расталады.

Илишев кен орнының тәжірибелік учаскелерінде су-газ әсерін іске асыру үшін газды айдау желісінде гидраттардың пайда болу ықтималдығын төмендетуге мүмкіндік беретін газ бен суды айдаудың жекелеген жүйелерінен тұратын ығыстырғыш агенттерді айдаудың технологиялық схемасы пайдаланылды.

СГӨ технологиясын іске асыру нәтижесінде Илишев кен орнында мұнай өндіру 2003 жылы 25-30% жобалық көрсеткіштен асып түсті, ал мұнай алу коэффициенті бастапқыда анықталған 25%-ға қарсы 40% деңгейінде бағаланады. Ұңғы-

малар өнімінің газ факторының ұлғаюы байқалмайды. Сондай-ақ, қабатқа су айдау көлемінің азаюын және қабат жыныстарының коллекторлық қасиеттерінің сақталуын, ілеспе мұнай газының толық кәдеге жаратылуын атап өту қажет.

Қорытынды. Су мен газды кезек-кезек және бірлесіп айдай отырып, қабатқа су-газ әсерін іске асыру жөніндегі тәжірибелік-өнеркәсіптік және өнеркәсіптік жұмыстарды талдау нәтижелері бойынша технологияның перспективалылығын және оны іске асырудың техникалық құралдарының жай-күйін сипаттайтын мынадай тұжырымдар жасалды:

- СГӨ технологиясын енгізу кезінде ұңғымалар өнімінің сулануы әрдайым төмендейді;
- су мен газды бірге айдау кезінде өндіруші ұңғымалардың газ факторы ауыспалы айдауға қарағанда аз дәрежеде артады;
- мұнайды су-газ қоспасымен ығыстыру қабат жағдайындағы мұнайдың қанығу қысымынан жоғары қысымда да, осы мәннен төмен де тиімді;
- кен орнының климаттық ауданына қарамастан негізгі технологиялық проблема газ желілерінде және айдау ұңғымасының оқпанында гидратация түзілуі болып табылады;
- су мен газды бірге айдау кезекпен салыстырғанда жақсырақ, өйткені ол айдау ұңғымаларының арнайы дизайнын қажет етпейді және сағадағы газ қысымының төмендеуіне байланысты төмен қысымды (және тиісінше арзанырақ) және басқа техникалық құралдарды (реактивті компрессорлық сорғылар) дамытатын компрессорларды пайдалануға бағытталған;
- су-газ қоспасын бірлесіп айдаудың технологиялық схемасы бұрыннан бар суды қабатқа айдау жүйесімен біріктірілуі мүмкін. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Вафин Р.В. Разработка нефтенасыщенных трещиновато-поровых коллекторов водогазовым воздействием на пласт. – СПб.: Недра, 2007. – 217 с. [Vafin R.V. Razrabotka neftenasyshchennyh treshchinovato-porovyh kollektorov vodogazovym vozdejstviem na plast. – SPb.: Nedra, 2007. – 217 s.]
- 2 Дроздов А.Н., Егоров Ю.А., Телков В.П. и др. Технология и техника водогазового воздействие на нефтяные пласты // Территория НЕФТЕГАЗ. – 2006. – №2. – С. 54-59. [Drozdov A.N., Egorov YU.A., Telkov V.P. i dr. Tekhnologiya i tekhnika vodogazovogo vozdejstvie na neftyanye plasty // Territoriya NEFTEGAZ. – 2006. – №2. S. 54-59.]
- 3 Владимиров И.В., Буторин О.И., Хисамутдинов Н.И., Фролов А.И., Зарипов М.С. Методы кластерного и дискриминантного анализа в выборе объектов для проведения геолого-технических мероприятий на примере участков Абдрахмановской площади Ромашкинского месторождения // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 4. – С. 12-19. [Vladimirov I.V., Butorin O.I., Hisamutdinov N.I., Frolov A.I., Zaripov M.S. Metody klasternogo i diskriminantnogo analiza v vybore ob"ektov dlya provedeniya geologo-tekhnicheskikh meropriyatij na primere uchastkov Abdrahmanovskoj ploshchadi Romashkinskogo mestorozhdeniya // Neftepromyslovoe delo. – 2004. – № 4. – S. 12-19.]
- 4 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Козбакарова С.М., Махитова З.Ш. Затраты мощности на разрушение забоя скважины пикообразными лопастными долотами традиционной

- конструкции // Горный журнал Казахстана. – 2020. – № 6 (182). – С. 44-48. [Ratov B.T., Fedorov B.V., Kozbakarova S.M., Mahitova Z.SH. Zatraty moshchnosti na razrushenie zaboaya skvazhiny pikoobraznymi lopastnymi dolotami tradicionnoj konstrukcii // Gornyj zhurnal Kazahstana. – 2020. – № 6 (182). – S: 44-48.]
- 5 Алексеев Д.Л., Буторин О.И., Сагитов Д.К. Техничко-технологические системы реализации водогазового воздействия на пласты // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 6. – С. 32-38. [Alekseev D.L., Butorin O.I., Sagitov D.K. Tekhniko-tehnologicheskie sistemy realizacii vodogazovogo vozdejstviya na plasty // Neftepromyslovoe delo. – 2004. – № 6. – S. 32-38.]
 - 6 Дроздов А.Н., Закенов С.Т. и др. Стендовые исследования влияния свободного газа на характеристики многоступенчатого центробежного насоса при откачке водогазовых смесей // Нефтяное хозяйство. – 2020. – №8. – С. 96-99. [Drozdov A.N., Zakenov S.T. i dr. Stendovye issledovaniya vliyaniya svobodnogo gaza na harakteristiki mnogostupenchatogo centrobezhnogo nasosa pri otkachke vodogazovyh smesej // Neftyanoe hozyajstvo. – 2020. – №8. – S. 96-99.]
 - 7 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Куттыбаев А.Е., Койбакова С.Е., Бораш А.Р. Научные основы создания алмазных буровых инструментов кольцевого типа // Нефть и газ. – 2022. – №4 (130). – С. 58-73. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-4.04> [Ratov B.T., Fedorov B.V., Kuttybaev A.E., Kojbakova S.E., Borash A.R. Nauchnye osnovy sozdaniyaalmaznyh burovyyh instrumentov kol'cevogo tipa // Neft' i gaz. – 2022. – №4 (130). – S. 58-73. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-4.04>.]
 - 8 Sudakov A., Dreus A., Kuzin Y., Sudakova D., Ratov B., Khomenko O. A thermomechanical technology of borehole wall isolation using a thermoplastic composite material // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 109. – P. 00098. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900098>.
 - 9 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Кудайкулова Г.А., Куттыбаев А.Е., Бондаренко В.А., Омирзакова Э.Ж. Создание высокопроизводительных алмазных коронок для разведочного бурения твердых горных пород // Известия НАН КР. – 2022. – №2. – С. 42-52. [Ratov B.T., Fedorov B.V., Kudajkulova G.A., Kuttybaev A.E., Bondarenko V.A., Omirzakova E.ZH. Sozdanie vysokoproizvoditel'nyhalmaznyh koronok dlya razvedochnogo bureniya tverdyh gornyyh porod // Izvestiya NAN KR. – 2022. – №2. – S. 42-52.]
 - 10 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Закенов С.Т. Бораш Б.Р. Современные конструкции алмазных коронок для бурения скважин // Нефть и газ. – 2022. – №2 (128) – С. 92-102. [Ratov B.T., Fedorov B.V., Isonkin A.M., Zakenov S.T. Borash B.R. Sovremennye konstrukciialmaznyh koronok dlya bureniya skvazhin // Neft' i gaz. – 2022. – №2 (128). – S. 92-102.]
 - 11 Sudakov A, Chudyk I., Sudakova D., Dziubyk L. Innovativ isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 123. – P. 1-10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301033>.
 - 12 Dzyubyk, A., Sudakov, A., Dzyubyk, L., Sudakova, D. Ensuring the specified position of multisupport rotating units when dressing mineral resources // Mining of Mineral Deposits. – 2019. – Vol. 13, n 4. – P. 91-98. <https://doi.org/10.33271/mining13.04.091>
 - 13 Ратов Б.Т., Сарбопеева М.Д., Тогашева А.Р., Баямирова Р.У. Концептуальный подход к разработке методов прогнозирования оптимального времени работы долота // Нефть и газ. – 2021. – №6. – С. 91-99 [Ratov B.T., Sarbopeeveva M.D., Togasheva A.R., Bayamirova R.U. Konceptual'nyj podhod k razrabotke metodov prognozirovaniya optimal'nogo vremeni raboty dolota // Neft' i gaz. – 2021. – №6. – S. 91-99.]
 - 14 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Сыздыков А.Х. Ильницакая Г.Д. Основные направления совершенствования алмазных буровых коронок // Нефть и газ. – 2021.

- №5 (125). – С. 46-59 [Ratov B. T., Fedorov B.V., Isonkin A.M., Syzdykov A.H. Il'nickaya G.D. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya almaznyh burovnyh koronok // Neft' i gaz. – 2021. – №5 (125). – С. 46-59.]
- 15 Владимирова И.В., Казакова Т.Г. Заводнение нефтяных пластов с высокопроницаемыми включениями // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 4. – С. 34-37. [Vladimirova I.V., Kazakova T.G. Zavodnenie neftyanykh plastov s vysokopronitsaemyimi vklyucheniymi // Neftpromyslovoe delo. – 2004. – № 4. – С. 34-37.]
- 16 Муслимов Р.Х., Хисамов Р.С., Вафин Р.В., Хисамутдинов Н.И., Алексеев Д.Л., Буторин О.И., Владимиров И.В. Проект реализации водогазового воздействия на Алексеевском месторождении // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 6. – С. 23-31 [Muslimov R.H., Hisamov R.S., Vafin R.V., Hisamutdinov N.I., Alekseev D.L., Butorin O.I., Vladimirov I.V. Proekt realizacii vodogazovogo vozdejstviya na Alekseevskom mestorozhdenii // Neftpromyslovoe delo. – 2004. – № 6. – С. 23-31.]
- 17 Вафин Р.В. Метод регулирования технологией водогазового воздействия на пласт // Нефтепромысловое дело. – 2008. – № 2. – С. 30-32. [Vafin R.V. Metod regulirovaniya tekhnologiej vodogazovogo vozdejstviya na plast // Neftpromyslovoe delo. – 2008. – № 2. – С. 30-32.]
- 18 Ратов Б.Т., Бондоренко Н.А., Мечник В.А., Стрелчук В.В., Колодницкий В.Н., Николенко А.С., Коростишевский Д.Л., Пошванюк Н.Ф. Особенности микроструктуры композитов WC-Co упрочненных добавкой CrB2 / Инструментальное материаловедение. Сборник научных трудов. – Вып. 24. – Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля, НАН Украины, г. Литохоро, Греция, 19–25 сентября 2021. –С. 27–36. [Ratov B.T., Bondorenko N.A., Mechnik V.A., Strelchuk V.V., Kolodnickij V.N., Nikolenko A.S., Korostishevs'kij D.L., Poshvanyuk N.F. Osobennosti mikrostrukturnykh kompozitov WC-Co upravnennykh dobavkoj CrB2 / Instrumental'noe materialovedenie. Sbornik nauchnykh trudov. – Вып. 24. – Киев: ISM im. V.N. Bakulya, NAN Ukrainy, g.Litohoro, Greciya, 19–25 sentyabrya 2021. –С. 27–36.]
- 19 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Руслякова-Куприянова И.А., Косьминов А.С. Конструктивные параметры лопастного долота для бурения скважин большого диаметра // Новости науки Казахстана. – 2021. – №1 (148). – С. 92 - 99. [Ratov B.T., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Kos'minov A.S. Konstruktivnyye parametry lopastnogo dolota dlya bureniya skvazhin bol'shogo diametra // Novosti nauki Kazahstana. – 2021. – №1 (148) – С. 92 - 99.]
- 20 Sudakov A., Dreus A., Sudakova D., Khamininch O. The study of melting process of the new plugging material at thermomechanical isolation technology of permeable horizons of mine opening // E3S Web of Conferences. – 2018. – Vol. 60. – P. 1-10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000027>.