

ГОРНОЕ ДЕЛО

МРНТИ 52. 47. 27

Д. Ж. Әбделі¹, Висап Бау², Ә.Б. Сейден¹

¹Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

² Седжон университеті, Сеул қ., О.Корея

МҰНАИ КЕН ОРЫНДАРЫНДА ҚАБАТ ҚЫСЫМЫН ҰСТАП ТҰРУ ЖҮЙЕСІНЕ АРНАЛҒАН ҚАЛҚЫМАЛЫ ҚАТТЫ БӨЛШЕКТЕРДЕН СУДЫ ТЕРЕҢ ТАЗARTY ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Мақала қабат қысымын ұстап тұру үшін айдалатын судың құрамындағы қатты бөлшектердің әсерінен пайда болатын енімді қабаттың кеуектері мен каналдарының коьматациясы нәтижесіндегі түп аймақтағы қабаттың еткізгіштігі мен айдау ұңғыларының қабылдағыштығын нашарлату мәселесін кешенді зерттеуге арналған. Осы мәселе аз зерттелген және одан әрі зерттеуді талап етеді. Қабат суларының құрамындағы қатты заттарды сүзіп алуды қамтамасыз ететін, қабат суларын терең тазалайтын жаңа әдіс ұсынылған.

Түйінді сөздер: Ұңғы, су, тазалау, қабат, мұнай.

Аннотация. Статья посвящена комплексному исследованию проблемы ухудшения проницаемости пласта в призабойной зоне и снижение приемистости нагнетательных скважин в результате коьматациипор и каналов продуктивного пласта твердыми взвешенными частицами, содержащими в закачиваемой воде для поддержания пластового давления. Данная проблема мало изучена и требует дальнейших исследований. Рекомендован новый метод глубокой очистки пластовой воды, обеспечивающий улавливание твердых взвешенных частиц.

Ключевые слова: Скважина, вода, очистка, пласт, нефть.

Abstract. The article sets out the comprehensive study of the problem associated with the deterioration of the permeability of near-wellbore zone and a decrease in the injectivity of water injection wells due to the clogging of the pores and channels of the reservoir with solid suspended particles in the water injected to maintain reservoir pressure. This problem is poorly understood and requires further research.

We propose a new method for fine cleaning of reservoir water, ensuring the trapping of suspended solid particles.

Key words: Well, water, treatment, formation, oil.

Кіріспе. Орташа және соңғы еңдеу сатысында тұрған кен орындарындағы мұнайды өндіру – қабаттағы қысымды ұстау (ҚҚҰ) үшін қабатқа суды айдау қажеттілігімен сипатталады. Су айдау – тек іріктеу қарқынын кебейтіп қана қоймай, көмірсутектерді бөліп алудың ең жоғары коэффициентіне жетуге мүмкіндік беретіндігін көпшілік мақұлдады.

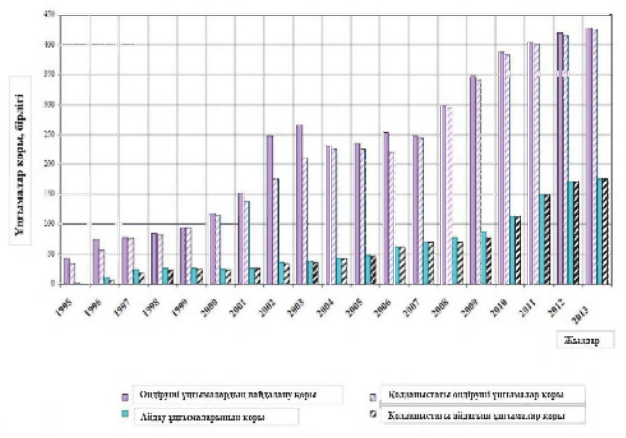
Су айдауға арналған жұмысшы агент ретінде, мұнай кәсіпшілігінің ағынды суларына үш негізгі көрсеткіш бойынша талаптар қойылады: эмульгирленген мұнай (мұнай өнімдері) мен қатты механикалық қоспа бөлшектерінің құрамы, оның қабаттағы сумен және коллекторлар түрімен микробиологиялық және химиялық үйлесімділігі. Қабатқа суды айдаған кезде, кедергілерден құтылу үшін айдалатын су ҚР 1662-2007 СТ сәйкес, механикалық қоспалар мен мұнай өнімдері үшін 50 мг/л аспай, белгілі сапа нормаларының талаптарына сай болуы тиіс.

1 кесте – ҚР 1662-207 СТ талаптарына сәйкес, ағынды судың физикалық-химиялық параметрлері

Коллектордың кеуекті ортасының етімділігі, мкм ²	Коллектордың жарықшақтануына қатысты коэффициент	Суда болатын құрамы, мг/л	
		механикалық қоспаларда	мұнайда
0.1-ге дейін қосу	-	3-ке дейін	5-ке дейін
0.1-ден жоғары	-	5-ке дейін	10-ға дейін
0.35-ке дейін қосу	6.5-тен 2-ге дейін қосу	15-ке дейін	15-ке дейін
0.35-тен жоғары	2-ден аз	30-ға дейін	30-ға дейін
0.6-ға дейін қосу	3.5-тен 3.6-ға дейін қосу	40-қа дейін	40-қа дейін
0.6-дан жоғары	3.6-дан жоғары	50-ге дейін	50-ге дейін

Негізгі бөлім. Мысал келтірсек, «Құмкөл» кен орнындағы ҚҚҰ жүйесі, мұнда жұмысшы агент ретінде, техникалық бас тоғаннан мұнай кәсіпшілігінің ағынды суы, альб-сеноман, турон-сенон және сенон-палеоцен суы пайдаланылады. «Құмкөл» кен орны өнеркәсіптік еңдеуге 1995 жылы енгізілді, қазіргі уақытта соңғы пайдалану сатысында тұр. Кен орнын пайдаланудың айрықша ерекшелігі – жыл

сайын өндірілген өнімдерді суландырудың өсуі болып табылады, қазіргі уақытта орташа есеппен 90%-дан асады, сондай-ақ ез кезегінде мұнай, газ және суды жинау мен дайындау нысандарының пайдалану шарттарын анағұрлым қиындатады.



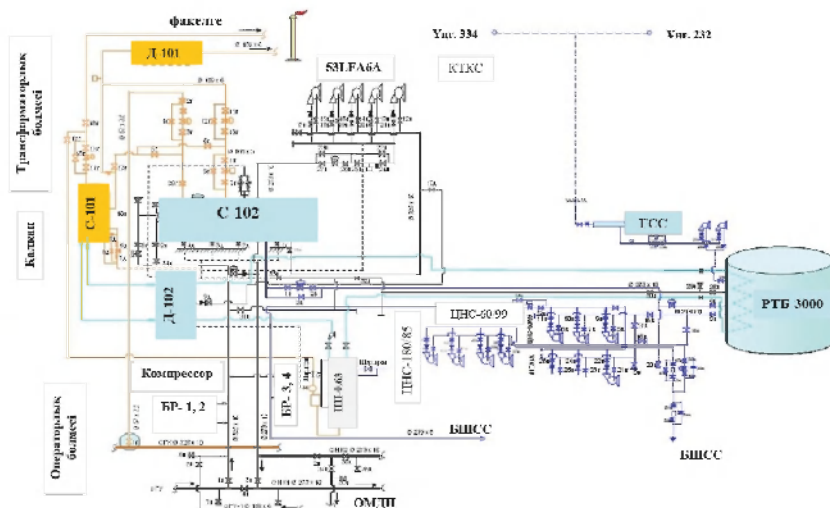
1 сурет — Құмкөл кен орны. Игеруді бастағандағы ұңғыма қорының динамикасы [1].

Қазіргі уақытта қолданылатын, қоса өндірілетін суды алдын ала жинау технологиясы (САЖҚ-1, САЖҚ-2) мұнай кәсіпшіліктерінен кеп мелшерде сұйықтық түсуін қиындатып, осы нысандардың жобалау өнімділігін арттырады.

САЖҚ-1 және САЖҚ-2-ге түсетін сұйықтық арқылы жоғары жүктеме салдарынан технологиялық аппараттарда өнімдерді тұндыру уақыты бұзылады, сондай-ақ ҚҚҰ-ға арналып дайындалатын су параметрлерінің төмендеуіне және қабаттарға айдау үшін берілетін су сапасының ҚР нормативтік құжаттамаларының талаптарына сай келмеуіне әкеледі.

Күн сайын айдалатын судың құрамы тексеріледі және айдалатын судағы мұнай өнімдері мен механикалық қоспаларға талдау жүргізіледі. Осы кен орындарындағы айдалатын судың сапасын тексеру нәтижелері 2-кестеде келтірілген. Алынған деректер бойынша, негізінен айдалатын судағы мұнай өнімдерінің құрамының белгіленген көрсеткіштерден аспайтындығын көруге болады. Алайда,

2013 жылдың I тоқсанында БШСС-4 және БШСС-7 үшін айдалатын судағы механикалық қоспалардың құрамы бойынша нормативтік көрсеткіштерден асатын концентрация белгіленді. Демек, су дайындау процесі механикалық қоспаларды жоюға қатысты жетілдіруді талап етеді.



2 сурет - Құмкел кен орнының САЖҚ-1 технологиялық сұлбасы [1].

Саладағы мұнай кәсіпшілігінің ағынды суын тазартудың негізгі әдістері – механикалық және физика-химиялық [2,3]. Ең кеп таралғаны – ең қарапайым және арзан, кеп жағдайларда су сапасына қажетті талаптарды қамтамасыз ететін тұну әдісі. Нысандардың кепшілігінде тек осы әдісті, ал кейбіреуінде – сүзгілеу және физика-химиялық әдістермен бірге үйлестікте қолданады. Тұну әдісі қарапайым, бірақ кемшіліктері де бар: ластаушы қоспалар сипаттамасына (дисперстілік, тұрақтылық және басқалар), процесс ұзақтығы мен тағы басқалардан тазарту сапасының баса тәуелділігі. Сондықтан, соңғы жылдары жабдықтардың енімділігі мен ағынды тазарту тереңдігін арттыру үшін ұйыту сүзгісімен, сүзгілер, үш енімді гидроциклондар және тағы басқалармен жұқа қабатты тұндыру тұндырғышы сияқты құралдар әзірленді.

2 кесте – Құмкөл кен орнында айдалатын судағы механикалық қоспалар мен мұнай өнімдерінің тексеру нәтижелері (ирташа айлық көрсеткіштер) [1].

Мерзімі	БШС-2а		БШС-3		БШС-4		БШС-6		БШС-7	
	Мө, %	М' қос Мг/л	Мө, %	М' қос, Мг/л	Мө, %	М' қос Мг/л	Мө, %	М' қос, Мг/л	Мө, %	М' қос Мг/л
11 шілде	0,002	21,406	0,015	29,369	0,016	22,755	0,013	34,814	0,019	41,490
11 тамыз	0,002	16,540	0,008	18,424	0,007	25,382	0,008	32,288	0,01	35,155
11 қыркүйек	0,002	14,682	0,009	18,790	0,011	25,037	0,008	26,093	0,009	40,247
11 қазан	0,002	20,510	0,009	23,953	0,014	22,440	0,009	22,693	0,014	19,800
11 қараша	0,001	15,203	0,018	25,710	0,017	17,553	0,013	23,079	0,02	40,410
11 желтоқсан	0,001	9,952	0,009	23,717	0,011	22,653	0,009	21,952	0,01	30,874
12 қаңтар	0,002	15,877	0,007	21,010	0,008	16,731	0,007	18,033	0,008	37,174
12 ақпан	0,001	11,321	0,009	25,118	0,012	19,446	0,008	23,121	0,01	32,410
12 наурыз	0,002	16,581	0,008	34,858	0,011	22,852	0,008	35,900	0,013	44,819
12 сәуір	0,001	8,993	0,004	15,457	0,006	21,844	0,007	23,923	0,006	36,414
12 мамыр	0,001	6,508	0,006	9,425	0,005	20,192	0,007	14,458	0,007	14,883
12 маусым	0,001	13,810	0,007	19,573	0,01	20,118	0,008	17,593	0,008	34,210
12 шілде	0,002	16,248	0,004	14,890	0,008	18,697	0,005	22,871	0,01	48,890
12 тамыз	0,002	18,348	0,006	28,623	0,012	23,080	0,007	29,642	0,007	86,555
12 қыркүйек	0,002	21,25	0,01	17,66	0,01	24,40	0,01	33,04	0,01	52,14
12 қазан	0,002	18,979	0,005	27,084	0,005	22,073	0,005	29,960	0,007	35,767
12 қараша	0,001	15,234	0,006	32,883	0,006	27,052	0,005	42,207	0,006	41,887
12 желтоқсан	0,002	23,317	0,005	49,897	0,006	55,931	0,006	37,677	0,006	67,843
13 қаңтар	0,002	22,137	0,005	28,480	0,006	38,727	0,005	49,923	0,006	51,263
13 ақпан	0,003	33,985	0,005	35,318	0,006	51,630	0,006	39,182	0,005	63,922
13 наурыз	0,002	24,874	0,005	32,568	0,005	50,916	0,006	32,271	0,006	53,755
остаула	0,0017	17,55	0,0076	25,37	0,0091	27,23	0,0076	29,08	0,0093	43,37

3 кесте - – Айдалатын судың, сондай-ақ САЖҚ-2, САЖҚ-3 және МДЖҚАҚ-пен судың химиялық құрамы [1].

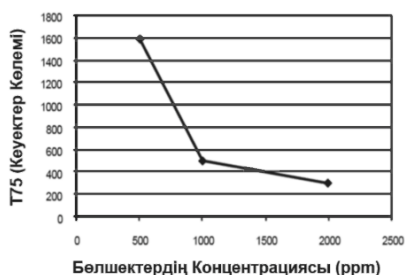
іріктелу орны	$\Sigma_{\text{мин}}$, г/л	CO ₂ , мг/л	М/қосп, мг/л	М/енім, мг/л	Су түрі	Fe ²⁺	Fe ³⁺	H ₂ S, мг/л	Ba, мг/л
ТП АҚ-ның келісім-шарттық аумағы									
БШСС-2	2504.2	анықталмаған	анықталмаған	анықталмаған	SO ₄ -Na	анықталмаған	анықталмаған	анықталмаған	-
БШСС-2а	47324.4	154.0	15.50	16.6	Cl-Ca	2.80	анықталмаған	анықталмаған	-
БШСС-3	50444.4	114.4	13.90	8.5	Cl-Ca	4.48	анықталмаған	анықталмаған	-
БШСС-4	43641.6	114.4	26.90	3.4	Cl-Ca	н/о	2.52	анықталмаған	-
САЖҚ-2, ТБР-1000	41190.0	123.2	51.18	6.0	Cl-Ca	3.64	іздер	анықталмаған	-
САЖҚ-3, ТБР-3000	43222.4	136.4	25.35	27.9	Cl-Ca	6.16	1.68	анықталмаған	-
МДЖҚАҚ, ТБР-2000	46506.4	457.6	14.14	1.4	Cl-Ca	3.92	анықталмаған	анықталмаған	-
МДЖҚАҚ, ТБР-5000	53207.6	149.6	22.74	4.1	Cl-Ca	6.72	іздер	анықталмаған	-
ПҚҚР АҚ-ның келісім-шарттық аумағы									
*БШСС-1	49629	-	29	28.12	Cl-Ca	1.9	-	-	1043
*БШСС-2	54984	-	45	30.35	Cl-Ca	4.9	-	-	1017.6

Кептеген зерттеулерде, судың сапасы қабатты процестер үшін аса маңызды параметр болып табылатыны көрсетіледі. И.И.Садриев, А.Ш.Муслимов Ромашкин кен орнының Оңтүстік Ромашкин алаңында қаттық қысымды ұстау үшін қаттық суды тазартудың каскадты технологияларын енгізуді ұсынады [4]. Қандай болмасын, ұсынылатын технология суды дайындау бойынша қосымша қондырғылар қажеттілігімен, қымбат бағаға түсуіне, ал олардың қашықта болуы – тағы қосымша төмен тереурінді су тартқыштарды салу қажеттілігіне себепші болады. А.К.Исанғұлов және басқалар [5,6] Оңтүстік Хыльчую кен орнының қаттық қысымын ұстау жүйесіндегі суды ақтап тазартуға арналған сүзгіні енгізу тәжірибесін талдап қорытты. Осы техникалық шешімнің кемшілігі – қосымша алынған жасанды торлы, тоқыма және жарғақ сүзгілердің нашар жасалуында. Сондай-ақ жарғақ арқылы суды қыспақтау мен пайдалы микроэлементтерді бебеу үшін белгілі қысымның қажеттілігі бар.

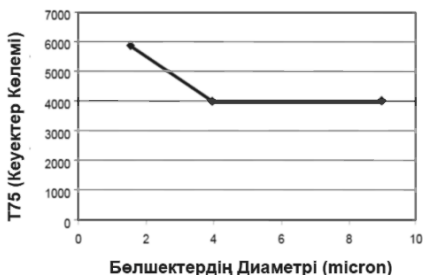
В.Д.Гребнев және басқалармен [7] Пермь ұлттық политехникалық зерттеу университетінде жүргізілген зерттеуде судың сапасына қойылатын талаптарды ескере отырып, шығындарды азайту, ҚҚҰ жүйесін пайдалану сенімділігін жетілдіру мен арттыру үшін кәсіпшілік суды дайындау жүйесі жете тексерілгенін атап еткен жөн. Ұсынылған жүйенің бұрын әзірленгеннен басты ерекшелігі – сору коллекторын бәсеңдетіп жасау және ағынды сорғыны орнату жолымен, ортадан тепкіш сорғы тәсілімен су қозғалысын қамтамасыз ету болып табылады. Алайда, осы жүйе қатты қалқыма белшектерден қабаттағы суды терең тазарту мәселелерін шешудің нақты, дәлелді теориялық түсініктерінің болмауынан тұрады.

И.А.Голубев [8] қабаттағы қысымды ұстау жүйесіне айдалатын ағынды суды дайындауда болатын проблеманы ез мақаласында баяндады. Қабаттардың ластануы мен мұнай қайтарымы коэффициентінің төмендігі – айдау кезіндегі сапасыз қадағалау салдарынан болып табылады. Қабаттың бітелуі – суда ұсақ дисперстік белшектердің, мұнай енімдері мен механикалық қоспалардың қалдықтарының болуымен негізделеді, олар ез кезегінде, қуыстардың бітелуі, каналдар мен жарықшақтар тудырады. Бұдан басқа, үнемі ендірілетін енімді суландыруды арттыру – қолда бар суды дайындау қондырғылары осындай енімнің кеп келемін орындай алмауына және суды қажетті сапаға дейін жеткізбеуіне әкелді. Осы проблемаларды шешу үшін, оны тиісті нормаларға дейін алдынала жеткізіп, кен орнында тікелей қабаттағы судың негізгі массасын кәдеге жаратуға мүмкіндік

беретің бұталы лықсыма қондырғысы пайдалануға ұсынылады. Бұталы лықсыма нысандарын аппаратуралық рәсімдеудің бірнеше нұсқасы қарастырылды. Ұсынылған жабдықтарды өндіріске енгізу кезінде, оны байлаудың технологиялық сұлбасы көрсетілді. Ерте мұнай жинау кезеңінде болжанған нәтижелер ескеріліп, оларды мұнай-кен орындарын игеруға бұталы лықсыма нысандарын енгізгеннен кейін алудың жоспарланатыны ескерілді. Әйтсе де, бұталы лықсыма аппараттарын қолданудың қабаттағы суды терең тазартуға ұсынылатын құрылғыға қарағанда, бірсыпыра кемшіліктері бар. Тиімділігінің жеткіліксіз шарттылығы, сондай-ақ айдау ұңғымасына тартылатын судың сапасы нашар, ал оның саны тұрақты бақыланады.



(а)



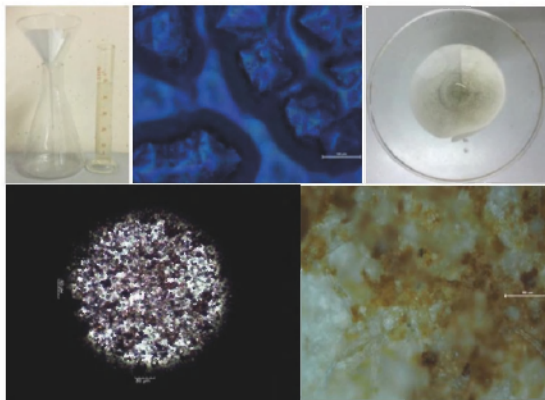
(б)

Сурет 3 – (а) Белшектер концентрациясының үлкен белшектерге әсері. (б) Белшектердің мелшерге әсері [3].

Өз зерттеулерінде С.Гао қатты қалқыма бөлшектердің аса жоғары концентрациясы көп зақымдауға және тұндыруға әкеледі, сондай-ақ пордың бітеліп қалуына себепші болатындығын көрсетеді. Ірі бөлшектер тұндыруға және аса жоғары бейімділікке ие болады және ауыр, бірақ болмашы зақымдануға әкеледі [9].

Кез келген су дайындау жүйесі кезінде суда қатты қалдықтардың кейбір мөлшері қалады, олар біртіндеп кенжар маңындағы аймақ қабатының сүзгіш бетін ластайды [10]. Сүзгілеуді тоқтату қарқындылығы су алған қабаттың жүзгіндерінің сипаты мен кеуекті арналарының көлеміне байланысты болады. Кенжар маңындағы аймақ қабатының өткізгіштігі сүзілу бетінің қатты ластануы есебінен он есеге азаяды, және суды өнеркәсіптік айдау мүмкін болмайды [11]. Сондықтан, айдау ұңғымаларының сүзгіш бетінің жүйелі түрде қарқынды ластануына жол беруға болмайды [12].

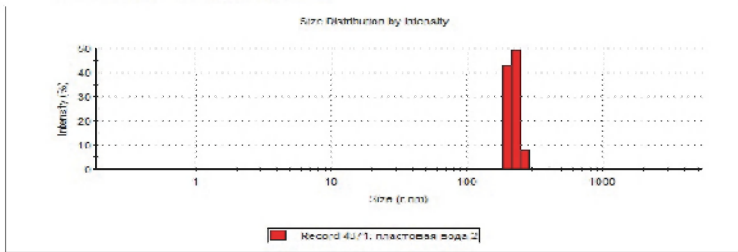
Мәселенің маңыздылығына және қатты қалқыма белшектерден қабаттағы суды терең тазартуға және оны мұнай қабатынан біркелкі айдау бойынша зерттеулерге арналған жарияланымдардың жеткіліктілігіне қарамастан, жоғарыда керсетілген проблема қазіргі кезде езекті болып қалады.



4 сурет – Сүзгінің жалпы түрі және қатты қалқыма бөлшектердің үлкейтілген түрі.

Біз Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ жанындағы зертханалар жағдайында, «Құмкел» кен орындары қабатына айдалатын қабаттағы ағынды суға талдау жүргіздік. Қабаттағы судың қалқыма белшектерінің саны ҚР 1662-2007 СТ сәйкес белгіленді. Талдау нәтижесінде, механикалық қоспалардың массасы 0,18 г/л. құрап, яғни, оның нормативтік деректерді кеп шамадан асыратындығы анықталды. Қабаттағы судың жалпы минералдылығы аналитикалық таразыларда кейіннен елшеумен, сұйықтықтың дәл белгілі көлемін тұрақты массаға дейін булау жолымен анықталды. Талдау нәтижесінде, қабаттағы судың минералдылығы – 1 литр үшін 80 г құрады.

Сонымен қатар, Zetasizer аспабында «ПетроҚазақстан» АҚ «Құмкел» кен орындарындағы БШСС-1 қабаттағы суының механикалық қоспаларының радиусына нано елшеу жасалды. Өлшеу нәтижелері, 0,210 мкм дейінгі мелшерлі белшектер 43 %-ке жуықты, 0,210-нан 0,260 мкм дейінгі – 49 %-ды және 0,260 мкм жоғары – 8%-ды құрайтындығын керсетті (2-сурет). Бұл қатты қалқыма белшектердің мелшері кеуек пен капиллярлар мелшерімен шамалас.

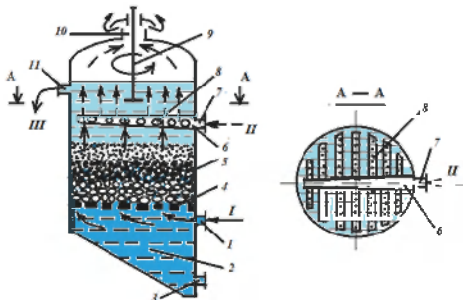


5 сурет – Қабатқа айдалатын судың қатты қалқыма белшектерінің мелшерін белу қарқындылығы.

Ұңғымаларды пайдалануға қарай, қатты қалқыма белшектердің негізгі массасы саз болып табылады, кеуек пен жыныс капиллярларында жиналып нығыздалады және айдалатын суларға арналған еткізбейтін аймақтардағы құрылымдарға ықпал етеді. Сонымен, судың тек жоғары еткізгіштік аралық қабатшалардан болмашы шоғыр келемін алатын мұнайды ығыстыруына болады. Сонан соң, ұңғыманы мезгілсіз суландыру – 80%-дан жоғары болады.

Осы тақырыптар бойынша ғылыми-зерттеу жұмысы ҚР Білім және ғылым министрлігінің 2018-2020 жылдардағы «№2018/АР05130484» гранттық қаржыландыру жобасы аясында, «Қабат қысымын ұстап тұру мен мұнай ұңғымаларының дебитін арттырудың тиімді кешенді технологиясын құруды ғылыми негіздеу» тақырыбына, сондай-ақ №4.010.18 жобасы бойынша «ПетроҚазақстан Құмкел Ресорсиз» АҚ-мен 2018 жылға арналған ШҒЗЖ «Қабаттардың мұнай беруін арттыру және сулануды темендету мақсатында, жаңа технологиялар мен техниканы енгізу кезіндегі ғылыми сүйемелдеу» тақырыбына жүргізіледі.

Біз қатты қалқыма белшектермен қабаттағы ағынды суларды терең тазарту тәсілі бойынша патент [13] алдық (6-сурет).



6 сурет - Қатты қалқыма белшектермен қабаттағы ағынды суларды терең тазартудың технологиялық сұлбасы.

Өнертабыстың міндеті мен техникалық нәтижесі – астыңғы қабатында – белшектердің ең жоғары ауқымды елшемдері, ал үстіңгі қабатында – белшектердің ең төменгі ауқымды елшемдері болады, тазартылған суды 1 төменгі беліктен 2 беру, тік бағыттағы белшектердің ауыспалы мелшерінен шығаратын келте құбырмен 3 тесілген ара қабырғасы 4 және түйіршікті материал қабаттары 5 арқылы дәйекті түрде төменнен жоғарыға қарай тігінен орнату жолымен сульфид тотықсыздандырғыш бактериялармен, қатты қалқыма белшектермен өнеркәсіптік ағынды және кәсіпшілік қабаттағы суларды тазарту тиімділігін арттыру болып табылады. Сондай-ақ қондырғының жоғары белігіндегі жоғары қатты қалқыма белшектерден тазартылған сульфид тотықсыздандырғыш бактериялы су тотықтырғыш ғаздың біркелкі әсеріне ұшырап, 6, 7 және 8 тесілген құбыр келемі бойынша тең белінген тесік арқылы беру жүзеге асырылады.

Қондырғының төменгі белігіне жиналған қатты қалқыма белшектер – сумен қысып айдалып, төменгі шығаратын келте құбыры арқылы мерзімді түрде шығарылады. Қатты қалқыма белшектерден тазартылған су – қабаттық қысымды ұстау және қабаттан мұнайды біркелкі ығыстыру үшін жіберіледі.

Қорытынды. Сейтіп, тотықтырғыш ғаздың тесілген ара қабырғасы және түйіршікті материал қабаттары арқылы дәйекті түрде төменнен жоғарыға қарай тігінен тазартылған суды жіберу – қатты қалқыма белшектермен қуыс бітелуінің алдын алу және қондырғының өнімділігін анағұрлым арттыруға, қатты қалқыма белшектерден, сульфид тотықсыздандырғыш бактериялардан суды тазарту тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1 DairabaiZh. Abdeli, Assel B. Seiden, “High Performance Water Treatment Technology For The Reservoir Pressure Maintenance At Oil Fields”. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, Vol. 41.- № 4.-2018.- P.66-81.

2 Н.М.Байков, Г.Н.Позднышев, Р.И.Мансуров, Мұнай, ғаз және суды жинау және кәсіптік дайындау. Мәскеу. Жер қойнауы. 1981.- 235-бет.

3 Mohammad A.J. Ali (Kuwait Inst. Scientific Rsch.), Peter K. Currie (Delft University of Technology) & others, Permeability Damage due to Water Injection Containing Oil Droplet and Solid Particles at Residual Oil Saturation. 2007. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference,

11-14 March, Manama, Bahrain. ISBN 978-1-55563-187-1.

4 Садриев И.И., Муслимов А.Ш. Ромашкин кен орнының Оңтүстік Ромашкин алаңында ҚҚҰ үшін қаттық суды тазартудың каскадты технологияларын енгізу. // Рефератты журнал. Кен ісі. 2012,- №9.-Р. 37-б.

5 Исангулов А.К. Оңтүстік Хыльчую кен орнының қаттық қысымын ұстау жүйесіндегі суды ақтап тазартуға арналған сүзгіні енгізу тәжірибесін талдап қорыту. // БФЖТАИ Рефератты журнал. Кен ісі. 2012,- №6.- 39-б.

6 Исангулов А.К. Оңтүстік Хыльчую кен орнында ҚҚҰ үшін суды ақтап тазарту жүйесін жобалау мен пайдалану тәжірибесін талдап қорыту. // Рефератты журнал. Кен ісі. 2011.- № 6.- 35-б.

7 Гребнев В.Д. Қаттық қысымды ұстау үшін суды кәсіптік дайындау жүйесін жетілдіру. //Рефератты журнал. Кен ісі. 2014.- № 7.- 38-б.

8 Голубев И.А. Қаттық қысымды ұстау жүйесі үшін кәсіптік суды тазарту жолдары және шешімдері. Мұнай-газ ісі: [электронды ғылыми журнал], 2013.- № 3.- 87–96-б.

9 C. Gao. Factors affecting particle retention in porous media. Emirates Journal for Engineering Research, 12 (3), 1-7 (2007).

10 Eylander, J.G.R. 1988. Suspended Solids Specifications for Water Injection From Coreflood Tests. SPE Res Eng 3 (4): 1287-1294. SPE-16256-PA

11 Paige, R.W. and Murray, L.R. 1994. Re-injection of produced water - Field experience and current understanding. Presented at the Rock Mechanics in Petroleum Engineering, Delft, Netherlands, 29-31 August 1994. SPE-28121-MS.

12 JamshidMoghadasi(Petroleum U. of Tech Iran) Modeling of Permeability Impairment by Invasion of Solid Suspension During Waterflooding in Heterogeneous Porous Media.

SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control, 13-15 February, Lafayette, Louisiana, USA, 2008

13 Әбделі Д.Ж., Бейсембетов И.Қ., Қарабалин Ұ.С ҚР В11/00 ХӨС 32696 патенті. Өлшенген қатты белшектермен және биологиялық микроорганизмдермен енеркәсіптік, ағынды, қабаттағы суларды тазарту тәсілі. /№9 бюлл. 05.03.2018 жж. жарияланды.

Әбделі Д.Ж., техника ғылымдарының докторы, профессоры,
e-mail:: d.abdeli@mail.ru

Висап Баи, - PhD, профессоры. e-mail: wsbae@sejong.ac.kr

Сейден Ә.Б., PhD докторанты, e-mail: assel_seiden@mail.ru