

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Институт ГМЖТКІ

ӘОЖ 665.622.43.046.6-52 (043)

Қолжазба құқығында

Абдуллаева Айзада Мухиатдинқызы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы

**Аномальді төмен қабат қысымы жағдайында
ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу**

Дайындау бағыты

7M07202 – Мұнай инженериясы

Ғылыми жетекші,

Молдабеков М.С.

PhD докторы


Қолы

Рецензент

Исмаилов

К.т.н.



Норма бақылаушы,

Молдабеков М.С.

PhD докторы


Қолы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

«Мұнай инженериясы»

Дайров Ж.К.


Қолы

“ 24 ” 06 2021 ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ГМЖТКІ Институты
Мұнай инженериясы Кафедрасы

7M07202 – Мұнай инженериясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі
Мұнай инженериясы
М.т.н.



Қолы Дайров Ж.К.
“ 24 ” 06 2021 ж.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант **Абдуллаева Айзада Мухиатдинқызы**

Тақырыбы : **Аномальді төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу**

Университет Ректорының 20__жылғы “__” ____ №__-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 жылғы “21” маусым

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: Қабат қысымының төмен градиент жағдайында және төмен қабаттағы қысымның ауытқу жағдайында шегендеу тізбегін цементтеген кезде цементтеу ерітіндісінің жұтылуы және құбырлардың қажетті биіктікке көтерілмеуі болады. Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

1. Қабат қысымы төмен жағдайларға сәйкес келетін, аэрацияланған бұрғылау ерітінділерінің бітегіш қасиетін зерттеу және өңдеу
2. Өнімді қабат таужыныстарының кеуектері мен жарықшаларын ауа көпіршіктерімен бітеу әдістерін зерттеу және өңдеу
3. Буферлік сұйық ретінде қолданылатын сұйық құрамының кольматациялаушы қасиетін зерттеу
4. Қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыларды цементтеу технологиясын зерттеу және өңдеу

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. М.С. Молдабеков. Оңтүстік Маңғышлақ жағдайларында ұңғымаларды тұрғызудың қазіргі күйі. Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ хабаршысы, № 4(74), 2009, 38-40 б
2. Вскрытие продуктивных пластов горизонтальными скважинами / Н.Ф. Кагарманов, М.Р. Давлетбаев, В.Х. Самигуллин, Р.С. Шайнуров, Р.Х. Юмашев, Р.М. Гилязов. Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. – Уфа, 1996. – С.63.

Магистрлік диссертация дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қабат қысымы төмен жағдайларға сәйкес келетін, аэрацияланған бұрғылау ерітінділерінің бітегіш қасиетін зерттеу және өңдеу	22.11.2019-16.03.2020	
Өнімді қабат таужыныстарының кеуектері мен жарықшаларын ауа көпіршіктерімен бітеу әдістерін зерттеу және өңдеу	17.03.2020-13.02.2021	
Буферлік сұйық ретінде қолданылатын сұйық құрамының кольматациялаушы қасиетін зерттеу	15.02.2021-15.03.2021	
Қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыларды цементтеу технологиясын зерттеу және өңдеу	16.03.2021- 19.05.2021	

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Молдабеков М.С. PhD докторы	21.06.2021	

Ғылыми жетекші



Молдабеков М.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Абдуллаева А.М.

Күні

"21" маусым 2021 ж.

АҢДАТПА

Магистірлік диссертацияның тақырыбы: «Аномальді төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу». Магистірлік диссертация 60 бет көлемінде аяқталды.

Бұл магистірлік жұмыста аномальді төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу амалдары қарастырылған. Негізінен жуу және тампонаждық ерітінділерінің тығыздығын төмендету, ұңғыларды бұрғылау және бекіту кезінде кольматациялаушы қоспаларды енгізу сұрақтары қарастырылған.

Қорытындылай келе, барлық жұмыстың нәтижелері мен қорытындылары шығарылады.

АННОТАЦИЯ

Тема магистерской диссертации: "Разработка технологии освоения скважин в условиях аномально низкого пластового давления".

Магистерская диссертация выполнена в объеме 60 страниц.

В данной магистерской работе рассмотрены подходы к разработке технологии разработки скважин в условиях аномально низкого пластового давления. В основном рассмотрены вопросы снижения плотности промывочных и тампонажных растворов, введения кольматирующих добавок при бурении и укреплении скважин.

В заключение подводятся итоги и итоги всей работы.

ANNOTATION

Topic of Master's dissection: "Development of well Development Technology in conditions of abnormal low-layer pressure".

The master's thesis was completed in the volume of 60 pages.

In this master's work, techniques for developing well Development Technology in conditions of abnormal low reservoir pressure are considered. The issues of reducing the density of washing and tamponage solutions, the introduction of colmatating additives during drilling and fixing wells are mainly considered.

In conclusion, the results and conclusions of all the work are summed up.

<u>Кіріспе.....</u>	<u>5-6</u>
 <u>1 ТӨМЕНГІ ҚАБАТ ҚЫСЫМ ЖАҒДАЙЫНДА ҰҢҒЫМАНЫ ЦЕМЕНТТЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ТЕХНИКАСЫН ТЕКСЕРУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ</u>	
1.1. Қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыманы желілеудің қысқаша геологиялық мәліметтері.....	7-11
1.1.1 <u>Өзен кен орнында пайдалану ұңғымаларын желілеу кезіндегі шиеленістерді сараптау.....</u>	<u>12-18</u>
1.2. Қабат қысымы төмен болған жағдайындағы қабаттарды айырудың сапасыз болу себебін анықтау.....	19-22
1.2.1Қабаттарды айыру сапасына физико-механикалық процестердің әсер етуі.....	22-31
 2 ЗЕРТТЕУГЕ ӘДІСТЕМЕНІ НЕГІЗДЕУ	
2.1 Тығындалған құрамдардың әзиреленген бұрғы ерітінділеріне негізделуі.....	32-44
 3 Құрамында тұтқыр-серпімді қоспалы және ауа көпіршігі бар өткізгіш көкжиектердің кальматацияларын зерттеу	
3.1. Бұрғылау ерітіндісін азрацияда есептеу.....	45-46
3.1.1. Бұрғылау ерітіндісінің азрациясын есептеудің методикасы.....	46-51
3.2. Забой маңындағы кальматацияны тұтқыр-серпімді қоспамен зерттеу.....	51-55
3.2.1 Серпімді-тұтқырлы түп маңындағы аймақтың кальматациясының негізгі принциптері.....	56-58
Қорытынды.....	59
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	60

КІРІСПЕ

Мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылаудың қазіргі жағдайын сараптамалар көрсеткендей, ұңғыманы желілеуде ең негізгі мәселелердің бірі, түпте және ұңғыма қабырғаларындағы гидравликалық қысымды түсіру болып отыр. Гидравликалық қысымды төмендету ұңғыманы бұрғылау, бекіту және игеру кезінде де туындайды. Қысымды төмендету кезінде төмендегідей қажеттіліктер туындайды:

- Төмен дифференциалдық қысымы бар түп аймағын бұрғылағанда, жыныс бұзушы құралдардың жұмысын техникалық – экономикалық жағдайын өсіру мақсатында;
- Бұрғылау ерітіндісінің жұтылу мақсатында жұтылған қабат ұңғымаларын бұрғылау кезінде;
- Қабат қысымының төмен градиент жағдайында шегендеу құбырын бекіту кезінде, әсіресе төменгі қабаттағы қысымның ауытқу жағдайында;
- Қабаттағы флюидтарды ұңғымаға құйылуды шақыру мақсатында ұңғыманы игеру кезінде және т.б.

Сонымен қатар бұл мәселе бойынша шешілмеген біршама сұрақтар бар, олар төменгі қабаттағы қысым жағдайында мұнай және газ ұңғымаларына желілеу процесін жүргізуді күшейтуді ұстанады.

Қазіргі уақытта басым көпшілік ұңғымаларда ашылған қабаттар мен ұңғыма түбін бұрғылау үлкен қарқынмен жүруде. Бұл жыныс бұзушы құралдарының жұмыс көрсеткішінің төмендеуіне, бұрғылауда және көтеріп – түсіру операциясын жүргізу процесінде бұрғылау ерітіндісінің жұтылуының пайда болуына, ұңғымада оқпан аумағындағы бұрғылау ерітіндісінің өнім қабатының дисперстік фазамен тығындалуына әкеліп соғады. Қабат қысымының төмен градиент жағдайында және төмен қабаттағы қысымның ауытқу жағдайында шегендеу тізбегін цементтеген кезде цементтеу ерітіндісінің жұтылуы және құбырлардың қажетті биіктікке көтерілмеуі болады.

Өзен, Жетібай кен орындарында қабат қысымы көбіне гидростатикалық қысым деңгейінде болады. Көптеген ұңғымаларда ашылған қабаттар тереңдігі 1100м қысымы 2,0МПа дан 5,0-6,0МПа 2000-2200м дейін бұрғыланады, бұл жыныс бұзушы құралдарының жұмыс көрсеткішінің төмендеуіне әкеледі. Көп ұңғымаларда шегендеу тізбегін цементтеген кезде басылу процесінде жұтылудың пайда болу салдарынан цементтеу ерітіндісін жобалаған биіктікке көтере алмайды.

Ұңғыманы сапасыз цементтеудің себебін табу үшін Ф.А. Агзамовтың, М.А. Абдиновтың, Б.М. Амиянның, А.И. Булатовтың, А.А. Гайворонскийдың, Ю.В. Кузнецовтың, Б.М. Крыловтың, М.Р. Мавлютовтың, С.Т. Нургалиевтың, В.И. Нифантовтың, Е.М. Соловьевтың және басқа да көптеген [2, 4, 5, 11, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 34, 35, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 73, 75, 88, 101, 110, 113 және т.б.] жұмыстары арналған. Бірақта қабатты сапалы ажырату сұрағы, тіреуіштің қасында цементтеу ерітіндісін берілген биіктікке көтеруді қамтамасыз ету осы уақытқа дейін аса маңызды болып отыр.

Автордың жұмысының мақсаты осындай технологиялар мен тіреуіштің қасында керекті биіктікке төменгі қабатты қысым шартында цементтелген ұңғыма технологиясын өңдеу, ауаның көпіршіктерімен өтімділік горизонтты тығындауышты жою техникасын өңдеу болып табылады.

Автордың алдында келесі негізгі жағдайларды дәлелдеу мәселесі тұр:

1. Бұрғылау ерітіндісін аэриондық тығындау қасиетін дәлелдеу.
2. Төменгі қабат қысым жағдайында ұңғыманы цементтеудің өңдеу технологиясы.
3. Аэриондық жуу сұйықтығын тура айдау алдында алу үшін сұйықты – газды эжектордың өңдеу моделі.
4. Буферлық сұйықтық сапасында қолдану кезінде қатты тұтқырлық құрамды кольматациялық қабілетінде қолдану.

Берілген жұмыста автормен тығындау қасиетін аэриондық ерітінділер, кольматацияның қатты тұтқырлық құрамының механизмі және де олардың цементтелген ұңғыма кезінде жұтуды жою үшін практикада қолдану сұрақтары қарастырылған. Жуу сұйықтығын тікелей ұңғымаға айдау алдында аэриондау үшін сұйықты – газды эжектор конструкциясы құралған, мұнда эксперименталдық жолмен анықталған эжектордың геометриялық параметрлері есептелген. Ұсынылған технологиның тиімділігі кәсіпшілік сынақпен дәлелденген.

1 ТӨМЕНГІ ҚАБАТ ҚЫСЫМ ЖАҒДАЙЫНДА ҰҢҒЫМАНЫ ЦЕМЕНТТЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ТЕХНИКАСЫН ТЕКСЕРУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ

1.1 Қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыманы желілеудің қысқаша геологиялық мәліметтері

Өзен кен орындарында мұнай мен газдың негізгі қорлары уақытқа тураланған, негізінен, келловейдің, баттың, байостың бөлінуі және аз көлемде альб пен неокомның бөлінуі [1].

Негізгі мұнай өнімдері жоғарғы юра шөгінділерінің алты қабатынан өндіріледі. Бұл бөлінулер өзара біркелкі емес құмтастармен, алевролиттермен, сазды – карбонаттармен және карбонаттық жыныстармен айырылған. Қабат коллекторларының негізгі ерекшеліктеріне олардың жоғарғы саздылығы жатады.

Сазды жолақтардың құрамына жататын саз нәрселерінің минералдық табиғаты бірдей. Терригендік материалдардың қоспасы 0-30% аралығында ауытқып отырады. Жоғарғы қабаттың жолақтары кавер түзуге бейімді және берік емес. Төменгі сазды жолақтар көрсетілген кавернограммаларда немесе ұңғыма диаметрінің көрсетілуіне жақын мінезделеді.

Қабат сулары қатты минералданған тұздармен ұсынылған (170г/л дейін). Геотермиялық қатынасы бойынша Өзен жоғарғы температуралық ауданға жатады. Геотермиялық градиенттің орташа көлемі 4,03°С құрайды (1 кесте).

Бұрғылау және ұңғыманы бекіту процестерінің қолайлы болуына ықпал ететін геологиялық ерекшеліктер Өзен және Жетібай кен орындарында төмендегідей мінезделген:

- Көп қабаттылық;
- Мұнайдың көпсатылылығы;
- Геологиялық тіліктердің күрделілігі, коллектордың біркелкі еместігі, қабат қуатының ауытқуы;
- Өнім қабатындағы коллектор қасиетінің кең диапазондығы;
- Тілікте газ бен газ шапкаларының болуы;
- Тектоникалық бұзылудың болуы;
- Қабаттың гидравликалық жарысында градиенттердің аз мағынасы (1 кесте);
- Бастапқы қабат пен гидростатикалық қысымның арасындағы аз ғана айырмашылық.

Өзен ауданында кенді өндіру режимінің гидростатикалық көрсеткіштері кең ауқымда өзгереді:

- Қабат қысымының аномальды төмен және аномальды жоғары аумақтары болады;
- Бастапқы градиент қысымының 1,5-5 рет ерекшелінетін қабат қысымының Δp төмендеуі байқалады.

Бұл кен орнын өндіру процесінде ғана емес, сонымен қатар ұңғыманың құбыр сыртындағы кеңістігін герметизациялау сапасына зиянын келтіреді, себебі қабат қысымының аномальды түсуі ЦҚК (цементтің қатуын күту) уақытында құбыр сыртындағы кеңістікке әртүрлі ақау түсіреді.

Өзен, Жетібай кен орындарында пайдалану ұңғымаларын бұрғылау газы бар қабаттың ішінде немесе сыртында жүргізіледі. 1 және 2 суретте Өзен кен орнында ұңғыма тіліктері бойынша қысым градиентінің келтірілген графигі көрсетілген.

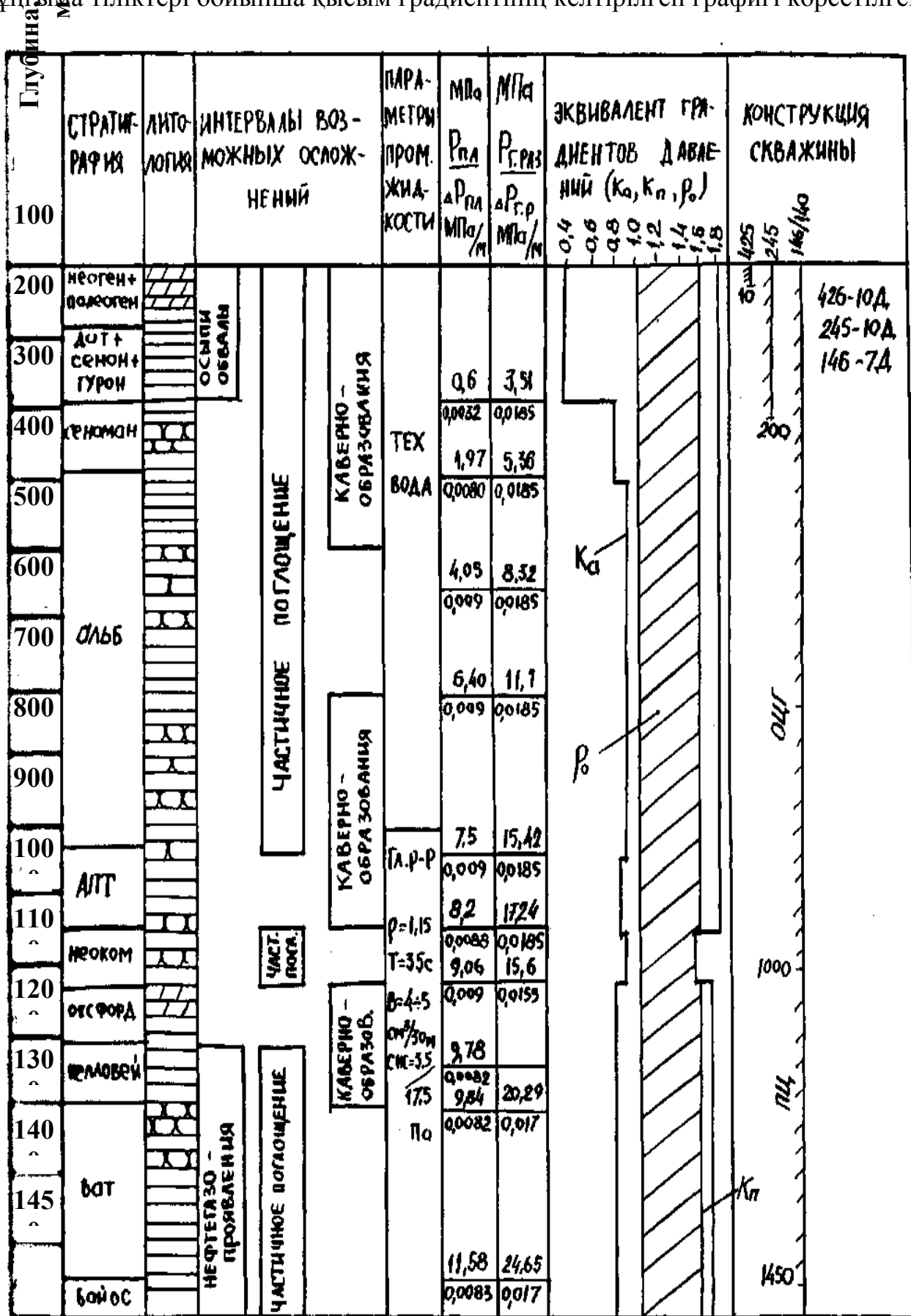


Рис.1. Совмещенный график градиентов давлений по пл.Узень вне контура

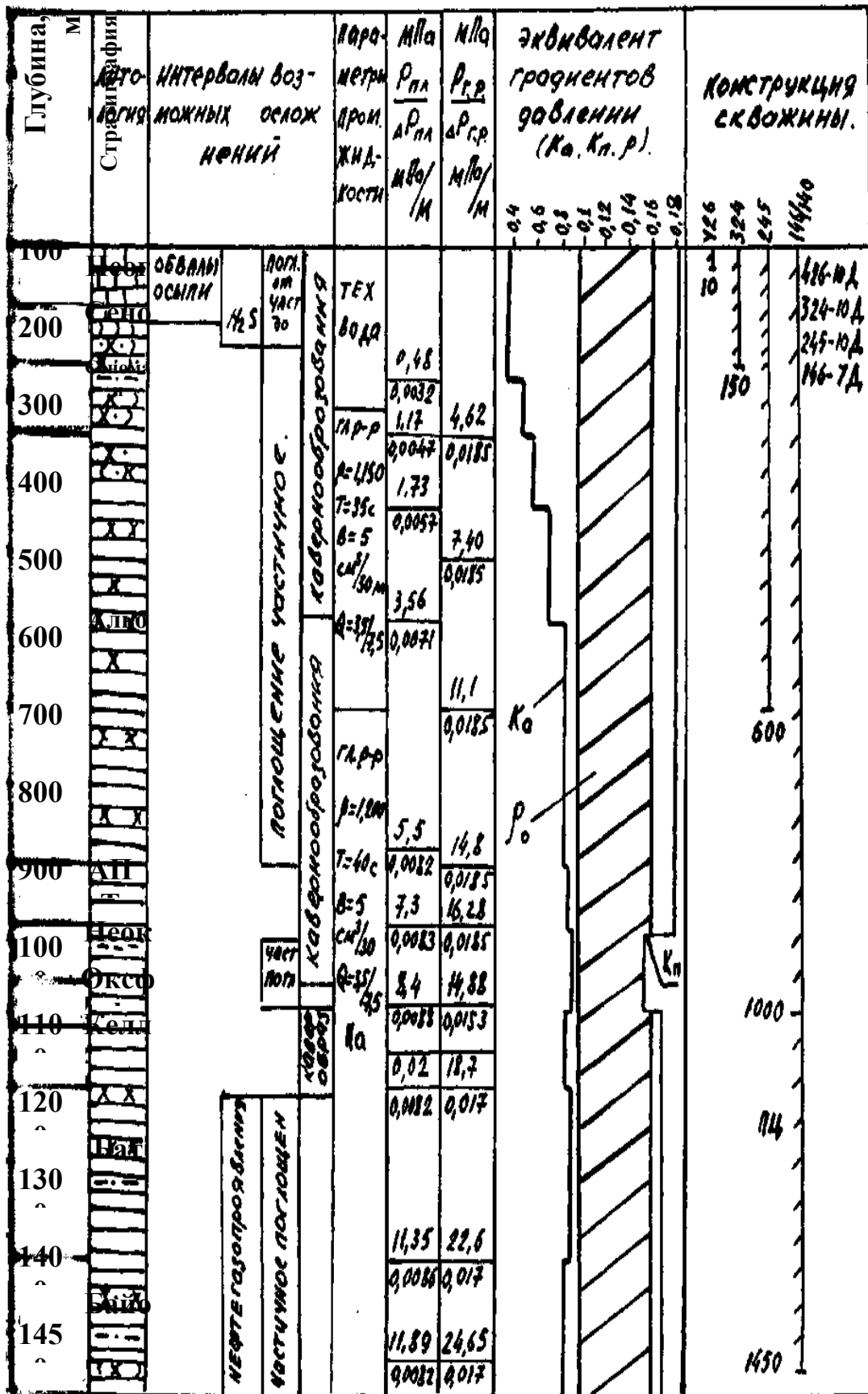


Рис. 2. Совмещенный график градиентов давлений по пл. Узень внутри контура газоносности.

1-кесте. Өзен кен орнының ұңғыма тілігі бойынша температурасы мен қысымы (келісілген [1])

Стратигра-фиялық бөлімшелердің индексі	Аралық, м		Градиент, МПа/м									
	бастап (жоғарғы)	дейін (төменгі)	Қабат қысымының		Кеуектілік қысымының		Қабаттың гидрожарылу		Тау қысымының		Геотермиялық	
			Мөлшері	Кіріс	Мөлшері	Кіріс	Мөлшері	Кіріс	Мөлшері	Кіріс	Мөлшері, °C/м	Кіріс
N	0	70	-	Н _{ст} бой-а	0,0100	Шартты қабылданған	0,0151	Тәжірибеге негізделген ұңғыманы бұрғылау және	0,0247	Есептеуіш	-	-
P	70	80	-		0,0100		0,0185		0,0247		-	-
K ₂ d	80	90	-		0,0100		0,0185		0,0245		5,53	Ұңғымадағы фактілік өлшеулер бойынша
K ₂ Sn+t	90	190	0.0032	Ұңғымадағы нақты өлшеулер	0,0100		0,0194		0,0235		4,0	
K ₂ Sm	190	280	0.0068		0,0100		0,0179		0,0218		4,11	
K ₁ al	280	850	0.0090		0,0100		0,0172		0,0200		3,79	
K ₁ ap	850	915	0.0088		0,0100		0,0172		0,0201		3,73	
K ₁ ne	915	990	0.0090		0,0100		0,0172		0,0200		3,83	
J ₃ ox	990	1085	0.0091		0,0100		0,0172		0,0200		3,86	
J ₃ cl	1085	1165	0.0082		0,0100		0,0172		0,0205		3,85	
J ₂ bt	1165	1347	0.0090		0,0100		0,0179		0,0207		3,73	

J ₂ b _j	1347	1450	0.0090	бойынша қабылданған	0,0100		0,0179	бекіту	0,0208		3,64	есеп
-------------------------------	------	------	--------	---------------------	--------	--	--------	--------	--------	--	------	------

1.1.1 Өзен кен орнында пайдалану ұңғымаларын желілеу кезіндегі шиеленістерді сараптау

Өзен кен орнының ұңғымаларын бұрғылау үшін негізінен турбиналық әдіс қолданылады. Роторлық әдісін асқыну пайда болатын аймақтар мен қосымша бұрғылау жұмыстар кезінде қолданылады. Тіліктің жоғарғы бөлігінде бұрғылау ерітіндісі ретінде техникалық судың бұрғыланған сазды ерітіндіге өтуімен қолданады, оның параметрлері көмірсілтілерінің (КСР) реагенттерімен реттеледі.

Ұңғыманың конструкциясы бірмұнаралы (газы бар аймақтан тыс), берік емес жыныстар мен жұтылу аймағын жабу мақсатында 245мм кондукторды 200м тереңдікке түсіру қарастырылған, немесе екімұнаралы (газы бар аймақта), газды қабаттан ілесіп күкіртті сутек бөлінетін жұтылу қабатын жабу мақсатында 324мм контуртор мен аралық колонналарды 600м тереңдікке дейін түсіру қарастырылған, оқпан диаметрі 215,9мм (сурет 1,2 қара) болған кездегі 140 немесе 146мм пайдалану колонналарын жобаланған тереңдікке түсіру реттелген. Өзен кен орнының ұңғымаларын бұрғылау процесінде негізгі байқалған асқынуларға мұнай – газдың пайда болуы мен бұрғылау ерітіндісінің жұтылуын жатқызуға болады (2 кесте).

№№ 5800, 4357, 5110 ұңғымаларындағы асқынудың даму механизмі мына жағдайларды қамтиды, бұл аймақтарда пайдалану уақытында XIII және XIV горизонттарындағы қабат қысымын судың айдалу жолымен ұстап тұрады, ал төменде жатқан горизонттар (XV-XXIII) қабат қысымының үнемі оларға түсуінен пайдаланылады. Осыған байланысты ерітінді тығыздығы XIII және XIV горизонттарын ашуға жеткілікті, төменде жатқан горизонттар мен соңғы горизонттарды ашқан кезде, жоғарғы горизонттағы мұнай мен судың көбейюінен ерітіндінің шамандан тыс жұтылуы болады екен.

Мұнайдың, газдың, судың пайда болуы негізінен судың қабатта бірқалыпсыз орналасуынан және кен орындар құрылысының ерекшелігіне байланысты, осының салдарынан қабат ішінде су көбейеді және қабат қысымы дұрыс бөлінбейді.

Айдамалау тізбегіне жататын №№ 806, 3081, 199, 5736 ұңғымаларында судың пайда болуы байқалған.

Жуу сұйықтығының жұтылуын жою үшін бұрғылау ерітіндісіне 1-2% полиакриламид (ПАА) ерітіндісін қосады, яғни ерітіндінің тұтқырлығын көтереді және оның жұтылған қабатқа өтуін тоқтатады.

Цементтеу тіреуішті пайдалану негізінен бірсатылы немесе тікелей әдіспен іске асады. Екісатылы цементтеу ұңғыманың шағын тереңдігінен және олрадың құрылыста аз ғана ұзақтылығынан қолдынылмайды. Негізінен пайдаланылатын ұңғымалар былай целенттеледі, өнім горизонтынан 100м жоғары биіктікке дейін портландцементімен, ал келесі интервал жеңілдетілген цемент ерітіндісімен цементтеледі. Айдамалау ұңғымаларында пайдалану колонналарын тек сағасына дейін портландцементімен цементтеу керек, бірақ гидравликалық тіліктердің өте төмен градиенттерінде Өзен кен орнының (0,0142-0,0179 МПа/м)

колонналарын портландцементімен аралас қымталған материалдармен цементтейді. Осыған қарамастан, тіліктің жоғарғы бөлігін тығыздығы 1410-1430 кг/м³ болатын ОЦГ-мен цементтейді, ал тіліктің төменгі жағын тығыздығы 1800-1830 кг/м³ болатын жай портландцементімен жабылады.

Жеңілдетілген цементті ыстық ұңғымада қолдану қабаттардың төменгі градиенттегі гидробұзушылықтың орнын толтырды және цементтеу ерітіндіні №№ 806, 3222, 5134, 5199, 5849 ұңғымалардың саңылауына дейін көтерді, бірақ цементтік тастың жыныс пен құбыр сыртындағы кеңістіктің герметациясы ОЦГ – мен төменгі беріктігінен сапалы ұстасуын қамтамасыз етеді.

Осыған байланысты Өзен кенорындарында ыстық ұңғымаларда көтеру биіктігінің сағасына дейін жетуді қамтамасыз ету үшін ұңғыманы тек портландцементімен цементтеу мәселесі туындап отыр.

Қазіргі уақытта Оңтүстік Маңғышлақтың жағдайында осындай мәселені негізінен 3 жолмен шешуге болады:

- Екі сатылы цементтеу әдісін қолдану.
- Тығыздығы төмен, беріктілігі жоғары және адгезионды қабілеті бар жаңа тығындау материалдар өңдеу рецептурасы.
- Пайдалану тізбектерін цементтеуде ұңғыма оқпаның дайындаудың жеңілдетілген технологиясы.

Өзен кен орындарындағы ұңғыма құрылысының уақыт циклі аз 10-15 тәулік, мәселені шешудің бірінші бағыты қарастырылмайды.

2 кесте. Ұңғыманы бұрғылаған кезде болатын қиындықтар

Ұңғ. №	Қиындық түрлері мен оның сипаттамасы.	Бұрғылау ерітіндісінің параметрлері			Түптің тереңдігі, м	Қиындықтарды жоюға жұмсалған уақыт, сағ	Химиялық реагенттер мен материалдардың шығыны	Қиындықтарды жоюда қолданылатын әдістер
		ρ , кг/м ³	T, c	V, см ³				
5510	Жуу сұйықтығының жұтылуы	1160	38	12	930	18	ПАА – 1т	Ерітіндіні полиакриламидпен өңдеу
433	Бұрғылау тізбегін қысқаннан кейін газдың пайда болуы	1200	43	6	2230	258	УЦР – 200м ³ Мұнай – 20м ³ БП-100 – 3 т КССБ – 0,7 т ПАА – 0,4 т CaCl ₂ – 0,3 т Na ₂ CO ₃ – 2 т NaOH – 0,5 т ДТ – 1,05 т	Ерітіндіні өңдеді, оны жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды. Жұтылу аймағын ПАА-ны айдап оқшаулады.
801	Мұнай-газдың пайда болуы	1190	40	6	1350	147		Ерітіндіні жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды, ерітіндіні тазалау, ПАА ерітіндісін өңдеу.
Ұңғ.№	Қиындықтар түрлері мен оның сипаттамасы.	Бұрғылау ерітіндісінің параметрлері.			Түптің тереңдігі, м	Қиындықтарды жоюға арналған уақыт,сағ	Химиялық реагенттер мен материалдардың шығыны.	Қиындықтарды жоюда қолданылатын әдістер.
		ρ , кг/м ³	T, c	V, см ³				

199	Газ бен судың пайда болуы	1180	45	6	1268	195	УЩР – 80м ³ КССБ – 0,4 т Кальцинирленген Сода – 1,5 т Кауистикалық Сода – Т-80 – 6 т	Ұңғы оқпаның тексерді, ерітіндіні өңдеді, оны жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды.
5736	Газ бен судың пайда болуы	1180	47	6	1380	142	Бентонит – 29 т Барит – 14 т УЩР – 400 м ³ Мұнай – 30 т Серогель – 1,5 т ПАА – 0,5 т CaCl ₂ – 0,6 т Сода калың – 1,5 т МпО ₂ – 0,5 т ХТ-48 – 2 т	Ерітіндіні өңдеді, ауырлатты, жаңа дайындалған ерітіндімен ауыстырды, ПАА негіздегі ерітіндіні пайда болу аймағына айдады.
Ұңғ.№	Қиындықтар түрлері мен оның сипаттамасы.	Бұрғылау ерітіндісінің параметрлері			Түптің тереңдігі, м	Қиындықтарды жоюға арналған уақыт, сағ.	Химиялық реагенттер мен материалдардың шығыны	Қиындықтарды жоюда қолданылатын әдістер
		ρ, кг/м ³	Т, с	В, см ³				
806	Судың пайда болуы	1180	50	7	987	250	Бентонит – 25 т Барит – 52,5 т УЩР – 360 м ³ БП-100 – 3 т Серогель – 1,5 т Агримус – 1,5 т	Ерітіндіні өңдеді, барлық айналу көлемін жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды.

							ХТ-48 – 1,5 т Содакальц.–1,3 т	
6526	Газдың пайда болуы	1190	45	6	1200	95	Бентонит – 2 т Барит – 3 т УЩР – 200 м³ Т-80 – 2 т Серогель – 1 т Глинозем – 5 т	Ерітіндіні тұрақты тазалау, ерітіндіні жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды.
4306	Газдың пайда болуы	1180	40	6	1241	292	Бентонит – 25 т Барит – 15 т УЩР – 700 м³ КМЦ – 0,6 т ПАА – 0,7 т Сода – 7 т Агримус – 5 т ХТ-48 – 1,5 т	Ерітіндіні пеногасителмен өндірді,тазалауды үнемі жүргізіп отырды.
Ұңғ.№	Қиындықтар түрлері мен оның сипаттамасы.	Бұрғылау ерітіндісінің параметрлері			Түптің тереңдігі, м	Қиындықтарды жоюға арналған уақыт,сағ	Химиялық реагенттер мен материалдардың шығыны	Қиындықтарды жоюда қолданылатын әдістер
		ρ, кг/м³	Т, с	В, см³				
3081	Мұнай-газдың пайда болуы	1190	48	7	1224	20	Бентонит – 37,55 т Барит – 55,2 т УЩР – 315 м³ МПО₂ – 2 т Т-80 – 5 т ПАА – 1 т	Тығыздығы 1240 кг/м бұрғылау ерітіндісіне бірнеше рет айдау жүргізді,пайда болу төмендеді.

							Мед.купорос – 0,5 т Сода кальц. – 0,7 т	
5800	Жуу сұйықтығының айналымын толық жоғалыммен жұтылуы	1170	38	7	1000	63	Бентонит – 6 т Барит – 4 т УЩР – 150 м³ Агримус – 1,5 т МПО₂ – 0,3 т Мед.купорос – 0,2 т Т-80 – 0,6 т	Ерітіндіні өңдеді, оны жаңадан дайындалған ерітіндімен ауыстырды.
Ұңғ.№	Қиындықтар түрлері мен оның сипаттамасы.	Бұрғылау ерітіндісінің параметрлері			Түптің тереңді гі, м	Қиындықта рды жоюға арналған уақыт,сағ	Химиялық реагенттер мен материалдардың шығыны	Қиындықтарды жоюда қолданылатын әдістер
		ρ, кг/м³	Т, с	В, см³				
804	Газдың пайда болуы	1190	35	6	1310	168	Бентонит – 36 т Барит – 2,4 т УЩР – 340 м³ БП-100 – 1 т Графит – 0,5 т	Тұрақты тазалау және ерітіндіні өңдеу
4357	Жуу сұйықтығының жұтылуы	1180	40	6	1100	146	Бентонит – 22 т УЩР – 160 м³ Графит – 0,5 т ПАА – 0,3 т Na₂CO₃ – 0,5 т	Жұтылу аймағын ПАА су ерітіндісін айдаумен оқшаулау
4307	Мұнай-газдың	1200	45	7	1213	90	Бентонит – 8,7 т	Ерітіндіні жаңадан

	пайда болуы						УЩР – 60 м ³ Барит – 9,5 т Серогель – 1,5 т Эмультал – 5 т Na ₂ CO ₃ – 0,5 т	дайындалған ерітіндімен ауыстырды, тұрақты тазалауды үнемі жүргізіп отырды.
809	Мұнай-газдың пайда болуы	1200	40	7,5	1240	475	Бентонит – 3 т УЩР – 250 м ³ Барит – 32 т Серогель – 1,5 т Мұнай – 32 т ПАА – 0,6 т Na ₂ CO ₃ – 0,5 т	Ерітіндіні тұрақты тазалаумен өздеу
№ ұңғ.	Қиындаудың түрлері және оның сипаттамасы	Бұрғылау ерітіндісінің параметрі			Түп тереңді гі, м	Қиыншылы қтарды жоюға кеткен уақыт., сағ	Химиялық реагенттің және материалдың шығыны	Қиыншылықтарды жою үшін қолданылатын шаралар
		ρ, кг/м ³	Т, с	В, см ³				
5237	Жуу сұйықтығының жұтылуы, сондай- ақ тау жыныстарының бұзылуы және грифтенуі	Техникалық су			0-12	119	Цемент ПЦ – 150 т	Үш сатылы құю. Жойылмады. Қондырғыны 40м қашықтықта басқа жерге алып кетті.

1.2 Қабат қысымы төмен болған жағдайындағы қабаттарды айырудың сапасыз болу себебін анықтау

Суды бұрғылау ерітіндісінен өткізгіш қабатқа сүзіп өткізу нәтижесінде ұңғыма қабырғасында пайда болған сазды қабыршақ қабаттарды сапалы айыруға үлкен әсерін тигізеді. Сазды қабыршақтардың пайда болу нәтижесінде кеуек каналдары тарылады, сонымен бірге жыныстан және сазды қабыршақтан тұратын сүзгі беттің кедергісі күшейеді [2]. Көп зерттеушілердің пікірінше тізбек үстінде пайда болған көріністің негізгі себебі цемент ерітіндісінің сазды қабыршақпен физико-химиялық әрекеттесуі болып табылады. Газ пайда болу гипотезасына сәйкес [3, 4, 5, 6] контракция нәтижесінде саз қабыршақ сусызданады және көлемі азаяды, ол құбыраралық кеңістіктің саңылаусыздығының бұзылуына әкеледі. Алайда, пікір бойынша [7, 8], газ шығу мүмкіндігі саз қабыршағы бар-жоғына қарамай сақтала береді, яғни өнімдік горизонт аймағындағы сазды қабыршақты тазалап алып тастау тиімсіз процесс болып табылады. Мәліметтер бойынша [8], цемент ерітіндісінің саз қабырғасынан су бергіштігі 20 есеге азаяды. Сонымен бірге [2] сүзгі қабықты алғанда цемент ерітіндісінің интенсивті сусыздануына қарсы жоғары өткізгіштік қабілеті бар қабатта цементтеу процесінде қиындықтарға әкеліп соғуы мүмкін.

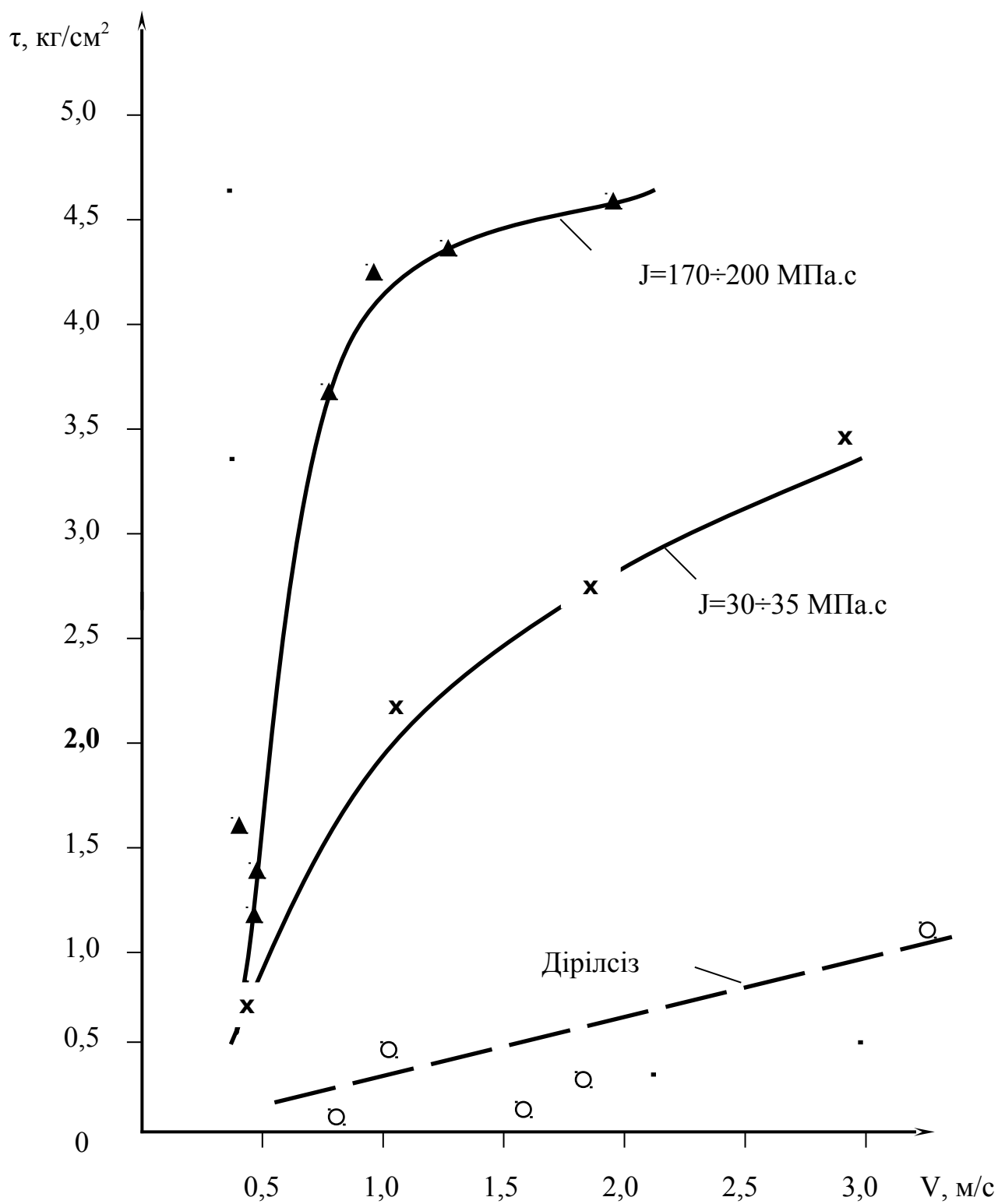
Саз қабыршағын тазалап алып тастаудың жағымсыз әсерін Дияк И.В. [9] айтып кеткен. Ол тәжірибе нәтижесінде ұңғыма қабырғасындағы сазды қабыршақ жынысты сұйықпен жару кедергісін 20-25%-ға жоғарылатуды тапқан. Н.И.Марухняктің [8] пікірінше, қабаттарды сенімді айыру үшін өнімдік қабат үстіндегі саз қабыршақтарды 10-15 м көлемінде тазалап алып тастау керек. Ю.П.Новикосовтің [10] пікірінше, сазды қабыршақты мүлдем тазалап қажеті жоқ. Алайда, көптеген зерттеушілер [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25] пікірі бойынша өнімдік бөліктің үстіндегі және өнімдік горизонттағы саз қабыршақты алып тастау керек деген ұсынысқа келеді. Цементтеу алдында сазды қабыршақты тазалау саңылаусыздықты күшейтеді және цемент тасының жыныспен байланыс мықтылығын күшейтеді. Бірақ, шегендеу құбырларын цементтеу алдында сазды қабыршақтарды тазалаудың көптеген пайдаланып жүрген әдістері тиімсіз болып табылады. Ұңғыма оқпанын өңдеу де өз міндетін орындамайды, өйткені қабыршақ тағы да пайда болады және бұрынғы қалыңдық қалпына келеді [10]. Әр түрлі қырғыштарды пайдалану [8, 24] цемент ерітіндісін айдау және бастыру процесінде шегендеу құбырлар тізбегінің айналу немесе жан-жаққа айырылуды болжайды, ол техникалық іске асуы әрқашан мүмкін болмайтын қосымша жабдық кешенімен қамтамасыз етілуі керек. Ұңғыма қабырғасындағы саз балшықтарын химиялық әдіспен тазалау кең қолданысқа ие болған жоқ, ол негізінен тотты-белсенді қышқылдар мен сілті пайдаланғандықтан. Сонымен бірге ол жоғары улы қасиетке ие және қоршаған ортаны ластайды. Цементтеу алдында шайынды сұйықтықтың ұзақ уақыт шыр айналуы саз

қабыршағының толық тазалануына кепілдік бермейді, өйткені сақиналы кеңістікте шайғыш сұйықтық ағынының жылдамдығы 3-5 м/с болу керек [25, 26, 27].

Көп авторлар зерттеулері бойынша, контракция нәтижесінде [6, 28] тұрып қалу аймағында қалған сазды қабыршақ пен сазды ерітінді сусызданады, осы уақытта газ немесе қабаттағы сұйықтық қозғалатын каналдар желісі пайда болады. Бұл нәтижені сазды қабыршақтың болуы газ немесе сұйықтықтың өтуінің негізгі жолының бірі болып табылатындығы жайлы зерттеулер де растайды [2], жоғарыда айтылғандай контракциялық әсер барлық ұңғыманың цементтелген оқпанында болады.

Алайда, қосымша шарасыз ұңғыма қабырғасынан сазды қабыршақты жәй тазалау ғана кері әсерлерге әкеліп соғуы мүмкін, цемент тасының кеуек кеңістігінен ыдырау өнімінің кету нәтижесінде, ең бастысы, кальций тотық гидраты. Ф.М.Ивановтың мәліметтері бойынша [29], цемент тасынан кальций тотық гидратының алғашқы мөлшерінен 30% алып тастау оның беріктігін айтарлықтай төмендетеді.

Ю.С.Кузнецовтың [30] ұсынысында саз қабыршағын тазалау процесі мен тампонажды ерітіндін белсендіру процесін біріктіру қажет, ол үшін дірілдеткіш қолданылады, ол құбыр аралық кеңістігіне цемент ерітіндісін айдау процесінде **J** қысым импульсін қоздырады. Осы кезде цемент тасының тау жынысымен бекінуі жоғарылайды, 2-сурет графигі бойынша цемент ерітіндісін әр түрлі интенсивтік деңгейлі діріл көмегімен айдауда бекіну беріктігі айтарлықтай жоғарылайды, 3,5-4,0 МПа дейінгі көрсеткіштерге жетеді. Бірақ, бұл әдісте қолданылатын дірілдеткіштер түпте қалады. Ф.А.Агзамов және басқалар [11, 31] бұл әдісті жетілдіру ретінде дірілдеткішті тек қана цемент ерітіндісін белсендіруге емес, сонымен қатар, ұңғыма оқпанын сапалы цементтеуге де пайдалану керектігін ұсынды, оған саз қабыршағын тазалау және кольматация жолымен қабаттағы оқпан аралық аймақтың өткізгіштік қабілетін азайту кіреді. Кольматация—кеуек кеңістігінің саз бөлшектерімен интенсивті тығындалуымен жүзеге асырылады, ол гидроудар импульсі қатысымен болады. Сазды қабыршақты тазалау және қабаттың оқпан аралық аймағының өткізгіштігі күрт төмендеуі нәтижесінде цемент тасының жыныспен бекінуінің ең жақсы көрсеткішіне жету мүмкіндігі бар. Бірақ, бұл әдістің де өз кемшіліктері бар, дірілдеткіштердің жұмыс тәртібін реттеу қиындықтары, сонымен бірге бұл тәртіптердің өңделіп жатқан беттің гидродинамикалық сипаттамасымен үйлестіру. Жоғарыда айтылғанды жалпылай келгенде, ұңғыма қабырғасындағы саз қабыршақ екі түрлі рөл атқарады. Егер саз қабыршақты қалдырса — қабаттарды айыру сапасының төмендеуіне әкеліп соғады, ал оны тазалап алып тастау — цементтеу кезінде қиындықтарға әкеліп соғуы мүмкін, сонымен бірге цемент тасының физико-механикалық қасиетін нашарлатып, соңында сапасыз қабаттарды айыруға әкеліп соқтырады.



3-сурет. Тәуелділік $\tau = f(V)$ дірілдің әр түрлі интенсивтік деңгейінде (J – қысым импульсі).

Цемент тасының байланыс аймағы (металл – цемент, цемент - жыныс) және тасы (сызаттар және басқа каналдар) арқылы тізбек аралық кеңістікте газ қозғалысын мүлдем болдырмау мақсатында Шлюмберже фирмасының кеңесі бойынша GASBLOK түріндегі қазіргі заманғы ерітіндіні пайдалану қажет, ол негізгі компонент – латекс құрамды болғандықтан аз су бергіштік және төмен тұтқырлық қасиетке ие. Кембридж қаласында Шлюмберже орталығының зерттеулері нәтижесі бойынша, латекс құрамды цемент тасының созылу қасиеті жоғары бекірістік сапысына ие.

Halliburton Co фирмасы GASBLOK тампонажды ерітіндісінің қасиетіне ұқсас ерітінді ойлап тапты. Бірақ ол ерітінділер Қазақстанда кең қолданысқа ие болған жоқ.

Ұңғыма оқпанын дайындау кезінде сүзгі қабыршағын алып тастау ең тиімді [2] жол болып саналады, мысалы діріл әсер көмегімен өткізгіш қабаттардың келесі кольматациясымен арнайы кольматациялайтын құралдарды пайдалана отырып, сазды қабыршақты тазалап болғаннан кейінгі сәтте ұңғымаға айдалады.

Біздің пікірімізше, кольматациялайтын құрам ретінде аэроторлау немесе көбікті жүйелерді қолдануға болады, сонымен бірге буферлі сұйықтықтардың кольматациялық қасиетін барынша пайдалану қажет.

1.2.1 Қабаттарды айыру сапасына физико-механикалық процестердің әсер етуі

Ф.А.Агзамов, И.Г.Гильманшин, К.Ф.Жигач, В.В.Касперский, К.Ф.Паус, Н.Н.Репин, У.Д.Мамаджанов, А.С.Пестриков, В.А.Регуш, Н.В.Свихнушин, В.Д.Тур, Е.М.Ус және басқалардың зерттеулері бойынша бұрғылау ерітіндісін сүзген кезде қабатта өтімділігі төмен аймақ (кольматация аймағы) қалыптасады. Кольматация механизмі және оны басқару әдістерін сипаттаған [12, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46 және т.б.]

Тау жынысының кеуек кеңістігі ұсақ шаң тәрізді сазды бөлшектермен толып қалуын кольматация деп атайды, ондағы сазды бөлшектер сүзгі сұйықтықта өлшеулі жағдайда болады, нәтижесінде тау жыныстарының кеуектілік белсенділігі төмендейді және өтімділігі күрт төмендейді. Халық шаруашылығының көптеген саласында жыныстар кольматация процесін зерттеу үлкен мәнге ие. Оның ішінде, бұл жағдай гидротехникалық құрылыста кең қолданысқа ие. Суару жүйесі және сүзу каналдарындағы су шығыны 40-50% екені белгілі. Оның қабырғасын кольматациялағанда шығынды 60-70%-ға дейін азайтуға болады.

Грунт кольматациясы процесін алғаш зерттеу жұмыстарын XX ғ. 30-шы жылдары гидротехниктер бастаған. С.В.Избаш, кейінірек А.Н.Патрашов [47] кеуекті ортадан өтетін ұсақ құмды және сазды бөлшектермен байытылған сұйықтықтың арынды, ламинарлы қозғалысын

карастыра отырып, грунт кольматациясы мүмкіндеген тоқтамға келді, егер кольматациялайтын бөлшек диаметрі (d_k) мен біріккен сумен ($2\delta_k$) орап алатын қабыршақтың екі қабат қалыңдығының жалпы мөлшері грунттағы (D_0) сүзгі өткелдің диаметрінен кем болып және кольматациялық бөлшек диаметрінің ең аз практикалық көрсеткішінен артық болса (d_k^{min}), онда

$$D_0 \geq d_0 + 2\delta_k \geq d_k \quad (1)$$

А.Н.Патрашов бойынша кольматациялық бөлшектің критикалық диаметрі мынаған тең

$$d_k^{min} = \frac{D_0}{a} \quad (2)$$

мұндағы: a — кольматацияланатын бөлшек және кольматацияланатын грунттың физико-механикалық қасиеттеріне тәуелді эмпирикалық коэффициент.

[48] жұмысында көрсетілгендей:

- табиғи суланған сазбен құмның кольматациялануы (бөлшектер < 0.005 мм) суспензия концентраты 0,01-0,05 % болғанда және беру мерзімі 2-4 сағат болғанда жүзеге асады;

- қысымның төмендеуінің жоғарылауы сүзу коэффициентінің тиімді төмендеуіне әкеледі;

- құм бетінің босаңсуы бөлшектердің жуылу тереңдігін көбейтеді және кольматацияланған құмның су төзімділігін арттырады;

- бөлшектерді жуу тереңдігі бірнеше сантиметрге тең.

Г.А.Куприна, А.К.Танкаева, И.П.Мочалов, Р.С.Зиангиров және т.б. [2] жасаған тәжірибелері әдебиеттерде жазылған. [2] көрсетілгендей кольматация жыныстардың өтімділігін күрт төмендетеді, ал кольматацияланған қабаттың тереңдігі бірнеше сантиметрмен шектеледі. Бірақ соңғы уақытқа дейінгі кольматация механизмі жайлы сұрақты екі негізгі көзқарасқа әкелуге болады:

1 Кольматация — қарапайым механикалық бітелумен шартталған. Кольматация мүмкіндігі кольматацияланатын бөлшектер өлшемімен анықталады.

2 Кольматация — күрделі процесс болып табылады, онда сүзгі суспензиядан қатты заттарды механикалық жолмен сорып алудан басқа құмды және сазды бөлшектердің беттік әрекеттесуі көрінеді.

Ұңғыманың өткізгіш қабатындағы кольматацияны зерттеу жұмыстарын айқындайтын еңбектер онша көп емес [12, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55]. Бірақ бұл кезде болатын процестер механизмі жалпы бірдей болып келеді. Аталған жұмыстарда көрсетілгендей, көп мөлшерде мұнай ұңғымаларының өнімдік горизонтының өткізгіштік қасиетіне әсер етеді.

И.Г.Гильманшин атындағы БашНИПИ мұнай институтында өткізілген тәжірибеде:

- суспензия құрамындағы бөлшектер өлшемі 5-7 мк болғанда, оны орташа өлшемі 80-90 мк болатын қуыстардан сүзіп өткізгенде кеуекті ортаның кольматациясы болады;

- суспензия құрамындағы бөлшектер өлшемі 15-20 мк-ны орташа өлшемі 80-90 мк болатын қуыстардан сүзгенде кеуек каналдарының кольматациясы болуы және кеуекті үлгі жанында жарым жартылай лайлану пайда болады;

- басқа ұқсас жағдайларда өлшенген бөлшектердің өту тереңдігі өлшемінің азаюы және сүзу жылдамдығының артуына байланысты көбейеді. Жалпы өту тереңдігі кірістен санағанда 3-4 см-ге тең. Нақты жағдайларда сазды бөлшектердің өту тереңдігі айтарлықтай төмен, өйткені құм-тас қуыстарының орташа өлшемі 30-40 мк-дан аспайды.

Көптеген зерттеушілер, соның ішінде А.А.Линевский [56], К.Ф.Жигач және К.Ф.Паус [57], зертханалық зерттеулер нәтижесінде дәлелдегендей, ерітіндінің сазды бөлшектері бірнеше сантиметрдегі қабатқа өтіп кетеді. Өнімдік горизонттардан алынған кеуекті орта үлгілеріндегі кольматацияны зерттеу жұмыстары да қызығушылық тудырады [53, 54]. Ол бойынша ұсақ түйіршекті, жақсы сұрыпталған, әлсіз цементтелген, сулы құм-тас бөлшектері керн бетінен 2,0-3,5 см тереңдікке өтіп кетеді, ал әртүрлі түйіршікті цементсіз құм-тастар 3,5 см-ден тереңге де өтіп кетеді [54].

Жоғарыда көрсетілгендей, қуыс каналдарының кольматациясы қабат өтімділігінің төмендеуіне алып келеді. Бұл цементтеу кезінде сусыздықты болдырмайды және цемент ерітіндісінің ерте қойылып қалуын болдырмайды, сонымен қатар біздің зерттеулеріміз бойынша, қабатқа шашырау коллоид деңгейіндегі гибратация өнімінің өтіп кетуін болдырмау. Сонымен бірге тазаланған сазды қабыршақ сүзгі болғандықтан қайта суланып кетпейді. Бұл қабаттарды айыру сапасын айтарлықтай жақсартады. Кольматацияланған бөлшектердің өту тереңдігі (2-4 см) қабаттың коллекторлық қасиетін нашарлата алмайды, себебі тесу кезінде кольматациялық қабат оңай алынады.

Жоғарыда айтылғандар бойынша кольматацияны қабаттарды айыру сапасын жақсарту үшін пайдалану керек, ол кезде сазды қабыршақты тазалап болған сәттен кейін ұңғыма оқпанын цементтеуге дайындау процесі кезінде берік экран алуға көңіл бөлу керек.

Бұрынырақ айтылғандай қабаттар айырудың сапасыз болу себебі тасқа айналу алдында болатын цемент ерітіндісінде болып жататын процесстер деп айтылды. Ал отандық және шетелдік ғалымдардың [2, 3, 6, 28, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 және т.б.] еңбектерінде айтылғандай құбыр аралық кеңістіктің саңылаулығына әкелетін негізгі процесстер: диффузия, тампонажды ерітінділердің седиментациялық тұрақсыздығы, контракция, цемент ерітіндісінің тұрып қалуы.

Аталған көріністердің механизмін және оның теріс салдарымен күресу жолдарын жақынырақ қарастырайық.

Диффузия. Газ қабатта цемент ерітіндісі немесе тасқа, сазды қабыршаққа немесе сазды ерітіндіге араласып кетуі мүмкін, ал байланыстағы цемент тасы ол – жыныс. Диффузия процесінің мәні – газ қабаттан өтіп сазды ерітінді немесе сазды қабыршаққа барады, яғни газ концентрациясы аз ортаға. Диффузиялық ағым концентрациясының тегістелуіне әсер етеді

$$dQ = -DF \frac{d_c}{d_r} d_t \quad (3)$$

мұндағы, dQ – d_t уақыты аралығында F беттен араласып өткен зат мөлшері

$\frac{d_c}{d_t}$

d_t – зат концентрациясының градиенті

М.Л.Сургучевтің [71] пікірінше, диффузия процесінің негізі болып капилляр күші және газды сазды ерітінді фильтрат көмегімен капиллярлы өткізу процесі. Оның мәні келесідей: фаза тарауының мениск бетіндегі ауытқуларда екі араласпайтын өрістер бір-бірімен жанасқанда капиллярлық қысым пайда болады, ол аз суланатын сұйықтық жаққа бағытталған. Барлық өнімдік құм-тас қабаттар көбіне гидрофилді екенін ескере отырып, ондағы капиллярлы қысым мұнай (газ) жаққа бағытталған. Осы жағдайда автор пікірі бойынша [71] микро әртектілік салдарынан, яғни өнімдік қабаттың канал өлшемі әр түрлі болуына байланысты капиллярлы күш рөлі күшейеді. Осылайша, диаметрі бір микронға дейінгі қуыс каналдарындағы капиллярлы қысым 0,1-0,12 МПа-ға жетуі мүмкін, ал 10-12 мк диаметрде ол 0,01-0,02 МПа-дан аспайды, осының нәтижесінде қысымның төмендеуі болады. Р.П.Шищенко [69] зерттеуі бойынша саздалған ұңғымаларда диффузия болу мүмкіндігі өте аз. Бірақ диффузияланған газдың аз мөлшері де ұңғыманың құбыр аралық кеңістігінде цемент тасымен толтырылмаған аз көлемді каналдағы аз мөлшердегі сұйықтықты күшті байытуға жеткілікті болады, температура градиенті бар болғандықтан пайда болған молекулярлы тасымал және архимед күші әсері нәтижесінде оны көтергенде газдың өрістетуіне әсер етеді. Алайда бұл механизмнің іске асу шарты – егер газбен байытылуға жататын сұйықтықтың жалпы көлемі аз болған жағдайда, яғни ұңғыма сағасына дейін көтерілген цемент тасындағы канал көлемі аз болған жағдайда. Құбыр аралық кеңістікте сұйықтықтың көлемі айтарлықтай көп болғанда қарапайым диффузия салдарынан түсетін газ мөлшері гидростатикалық қысымды күрт түсіруге жетпейді. Осыған байланысты сұйықтықты алдын-ала газбен күшті байытпаса да құбыр аралық

кеңістіктегі цемент ерітіндісі қатаю кезінде гидростатикалық қысым қабат қысымынан төмен болады, ал газ диффузиясы ОЗЦ кезінде күрт күшеюі мүмкін. Диффузия процесінің күшеюі (шапшаңдауы) саз қабыршағындағы физико-химиялық өзгерістер нәтижесінде де болуы мүмкін, яғни қатып жатқан цемент ерітіндісінен бөлініп шығатын және жылу әсерімен әрекеттеседі. Диффузия процесінің күшеюі және түп жаны зонасында газдың жиналуы құбыр аралық кеңістіктегі цемент ерітіндісінің белгілі консистенциясында қатайып жатқан цемент тасында каналдар пайда болуына әкеліп соғады. Бұл жағдайда профилактика ретінде келесі шаралар болуы мүмкін.

1) Қабат үшін цемент ерітіндісінің бағанасына жоғары, әрі үнемі гидростатикалық қысым жасау;

2) Цемент ерітіндісі қасиеттерін келесі жолдармен реттеу: цементтеу процестері аяқталу арасындағы уақытты максималды түрде азайту және цемент ерітіндісін тасқа айналдыру.

Тампонажды ерітінділердің седиментациялық тұрақтылығы. Қазіргі уақытқа дейін кәсіпшілік тәжірибеде тампонажды ерітіндінің седиментациялық тұрақтылық қасиеті еске алынған емес.

Тәжірибелік зерттеулерде [61, 70] тампонажды ерітінділердің седиментациялық тұрақтылығы жеткіліксіз болса, ол көптеген кері салдарға алып келеді. Олар:

- тұрып қалған сұйықтықтың седиментация кезінде жоғарыға бағытталған қозғалыстағы цемент тасының өту қабілеті жоғарылайды;

- шығып келе жатқан су және т.б. жуылған әр түрлі ұзындықтағы каналдардың пайда болуы нәтижесінде құбыр аралық кеңістікте тампонаж тасының біртектілігінің бұзылуы.

Тампонажды ерітінділердің седиментациялық тұрақсыздығын күшейту үшін цемент ерітіндісінің су берушілік қасиеттерін әлсірететін барлық іс-шаралар кешенін жасауға болады [61, 70, 72, 73, 74, 75]. Құбыр аралық кеңістікте ерітіндінің қату уақытының басталуын дұрыс таңдау маңызды мәнге ие, ол ерітіндіні басу сәтінің аяқталуымен мүмкіндігінше қату сәтімен уақыт аралығы жақын қылып есептеу керек, яғни катудың басы мен аяғының арасындағы уақыт аз болу керек.

Осылайша, ұңғыманы бекітуде қолданылатын тампонажды ерітінділердің седиментациялық тұрақсыздығына қарсы негізгі профилактикалық шаралары болып ерітіндідегі бос судың көлемін азайту, цемент суспензиясының сұйық фазасының жабысқақтығын арттыру және седиментацияның кері әсерін азайту үшін тампонажды ерітіндінің индукциялық кезеңін азайту.

Контракция. Араласатын заттардың жалпы азаюы салдарынан цемент-су жүйесі көлемінің физикалық (абсолюттік) қысқаруы. Бұл кезде цемент ерітіндісінің (тастың) бетінде вакуум пайда болады, ал өз кезегінде қоршаған ортадан суды тартып алуға әсерін тигізеді. Оған қоса цемент ерітіндісінің (тастың) көлемінің жалпы массасы сыртқы параметрінің айтарлықтай өгеруі болмаса азаятындығын ескеруі қажет.

А.И.Бережныйдың [3] зерттеуінде көлемнің «тартылуы» нәтижесінде тампонажды материалдың меншікті салмағы көбейеді және ұңғыманың құбыр аралық кеңістікке айдалған цемент ерітіндісінің әрбір кубметрінде оның кату алдында 80-110 дм³ бос кеңістік, яғни газға толтырылған қуыс пайда болады, ол цемент ерітіндісінің газбен байытылған жыныстармен жанасу кезінде немесе суға қанық жыныстармен жанасқанда суға толыққан болған жағдайда іске асады. Ұңғыманың құбыр аралық кеңістігінің цемент сақинасының жуандығы елеусіз болғандықтан цемент ерітіндісінің басты факторы «тартылу» әсерінен цемент қоймалжың массасында тікелей өткізетін каналдардың қалыптасуы – ерітінді вакуум пайда болғаннан және ұңғыманың аузына бағытталған жоғары өткіш флюид қысымы болғанда өз мөлдерінде цемент ерітіндісінің айтарлықтай қысқыру кезінде шартты түрде болады. А.И.Бережный [3] тампонажды ерітіндіні 2-4 сағат араластыру керек деген ұсыныс жасады. Онда құбыр аралық кеңістікке цемент ерітіндісі айтарлықтай судан айрылған күйде түседі, сонымен бірге тығыздалған, нәтижесінде цемент тасында қуыстар мен каналдырдың дамуы азаяды, цемент ерітіндісінің сұйық фазасын сүзу, оның өткізгіш жыныстардың интервалынан өту, өйткені бұл уақытта су бергіштік кемиді.

Контракциялық әсер цемент гидратациясы тереңдігіне тіке байланысты екені белгілі [6]. Ол араластыру кезінде құрылған құрылым бұзылуымен байланысты, яғни гидратация өнім бөлшектерінің концентрациясы көбейеді. Бөлшектер санының көбеюі гидратация процесін жеңілдетеді, яғни контракцияны да жеңілдетеді. Су-цемент қатынасының (С/Ц) күшеюі контракциялы әсердің әлсіреуіне және деформация көлемінің азаюына әкелетіні белгілі (3-кесте), тағы да айта кететін жәйт, кейбір толтырғыш қосымшаларды енгізу цемент ерітіндісімен дамытылып жатқан вакуум мөлшеріне әсер етеді [28].

3-кесте. Әр түрлі су-цемент (С/Ц) кезінде цемент ерітіндісі сіңірген судың көлемі.

С/Ц	Күніне (суткасына) 200 мл көлемде цемент ерітіндісі сіңірген судың мөлшері (мл-мен есептегенде)						
	1	2	3	4	5	6	7
0,5	4,4	7,2	8,9	9,8	10,6	11	11,6
0,8	2,4	4,9	5,6	6,9	7,1	7,2	7,3

Осылайша, ұңғыманы цементтеу сапасына контракция әсерін азайту үшін көптеген авторлар пікірінше келесіні жасау қажет:

- цемент ерітіндісі судың көптігінде кату үшін тұрып қалған бос судың қабатқа кетуін болдырмау;
 - цемент ерітіндісінің индукциялық кезеңін реттеу;
 - толтырғыштар қосу;
 - құбыр аралық кеңістікке айдауда ерітіндіні араластыру.
- Араластыру процесінде пайда болатын құрылым бұзылатыны белгілі, бөлшек концентрациясы цемент түйіртпек гидратация өнімі интенсивті және терең болады.

Цемент ерітіндісінің «тұрып қалуы». Жоғарыда айтылғандай газ-мұнай-су пайда болуы тампонажды ерітіндінің қойылуы және қатуы кезінде қабатқа түсетін қысымның азюымен түсіндіріледі.

Зерттеушілердің бір бөлігінің пікірінше, цемент ерітіндісі «тұрып қалады» және қабатқа түсетін қысым түседі, ал екінші бөлігі: түпке қысым құрылымы түсу нәтижесінде тек судың гидростатикалық бағанасымен анықталады, ол тампонажды ерітіндінің қатып жатқан қуыстарында орналасқан [58, 59].

В.Г.Сурьков келесі тоқтамға келді, құбыр аралық көріністің себебі:

- қозғалмайтын қабырғалар арасында қатты фазаның тұрып қалуы;
- суспензия бағанасының гидростатикалық қысымын су бағанасы қысымына дейін төмендету;
- қатты фазаның диаметрі және тереңдігіне қарай бір ретсіз (қалыпсыз) тығыздау, ол циркуляциялық каналдардың пайда болуы және суспензия бағанасының арасында су белдіктері бар жеке текшелерге қатпарлануы.

Л.Масіуса [76] пікірінше, цемент ерітіндісінде судың цементтен бөлініп шығуы болады, ол кезде ұңғыманы осы қоспамен толтырғанда барлық биіктікке пленка құрады. Цемент ерітіндісін көтеру аймағында қысым тұрып қалған суды шаю бағанасының гидростатикалық қысымына дейін түседі және флюидтердің қозғалысына мүмкіндік туады. Оның ұсынысы бойынша күресудің басты принципі – ұңғымаға оның қатаюы мен бастыруды тоқтату сәтінің сәйкес келуі. Бұл әдіс цемент ерітіндісі массасында каналдары пайда бодырмайды және цементтеуді суды алып тастаусыз жүзеге асыруды қамтамасыз етеді.

А.Л.Видовский және басқалар [67] тереңдік азгабаритті манометр көмегімен тізбек аралық кеңістіктегі тампонажды ерітінді бағанасының қысымы өлшенді. Цементтеу аяқталғаннан кейін тізбек аралық кеңістіктегі қысым төмендейтіндігі көрсетілді. Төмендеу тереңдікке тіке байланысты емес. Қысым қатаю басталмай тұрып төмендей бастайтындығы бекітілді және ол бағананың бүкіл биіктігінде болады, бірақ тереңдіктен сызықтық тәуелділікке түспейді. ОЗЦ кезінде тампонажды ерітіндінің жабысу процесін танып білу зертханалық зерттеулер жасағанда аталған көрініс белгілі болды. Биіктігі 3,5 м және диаметрі диаметрі 30 мм шыны колонкада цемент ерітіндісінің қатуы кезінде ол су белдеулерін жасай отырып құбырдың тарылған жерлерінде жабыса бастады. Цемент ерітіндісінің бағанасының гидростатикалық қысымы цемент ерітіндісінің төменгі порция бағанасының гидростатикалық қысымына тең болды, ол шамамен 0,035 МПа. Одан әрі қарай қату кезінде ол теріске айналды, яғни контракция болғандықтан вакуум пайда болды. Жылтыр құбырда цемент ерітіндісінің бағанасы су белдеуінсіз жабысып қалды. Гидростатикалық қысым атмосфералық қысымға теңесу үшін 42 сағат керек, одан кейін вакуум пайда бола бастайды. Цемент ерітіндісі салыстырмалы жіңішке сақина саңылауында қатады. Седиментация нәтижесінде ерітіндінің қатты құрамдасы ұңғыма және тізбек қозғалмайтын қабырғалары жанымен

козғалады. Сонымен қатар цемент ерітіндісінде құрылымдық решетканың беріктігі ұлғаяды, яғни біріктіруші ортамен байланыс күші өседі және қатты фазаның тұнып қалуы кідіреді, ал оның өлшенген жағдайдан шығуы, яғни ұңғыма қабырғасына қатты құрамдастар жабысып қалады. Жабысу процесі ұңғыманың барлық тереңдіктерінде әр түрлі деңгейде көрсететіндіктен цемент ерітінді бағанасының әрбір қарапайым бөлігі жабысу үшін аз ғана құрылымдық беріктіктің мөлшері жеткілікті. Сонымен, ұңғыма шартында тереңдіктегі цемент ерітіндісінің қатты құрамдасы бөлетін қысымда жалпылау болмайды, өйткені әр бөлік өз бетінше жабысады. Өлшеулі жағдайдан қатты құрамдас шықпас бұрын қуыс қысымы цемент суспензиясының пьезометрлік қысымына тең болады және қатты құрамдастың салмағына тәуелді болдады. Су бөліп шығару құбыр аралық шекарада ерітіндінің жалпы массасының тұнып қалу салдарынан қуыс қысымының түсу жылдамдығына әкеліп соғады және соңында тұрып қалады. Бұл процесс ұңғыманың барлық тереңдігінде емес, тек өтімді қабаттар интервалында болады, яғни өтімділігі төмен жеке бөгеттер құралған жерлерде, ол цемент ерітіндісі бағанасында таралған гидравликалық байланысы қиындатылған жеке бөліктер, бұл пакер-фильтр пайдаланғанда тән[28].

Қысымның түсуі туралы еңбекте [77] бір уақытта жүретін екі процесс түсіндіріледі: құрылымның берік болуына байланысты ерітінді көлемінің азаюы, сонымен қатар адгезионды (жабысқан) байланыстар өлуіне байланысты қатты фазаның консолидациясы және шектейтін беттерде оның жабысып қалуы, осының нәтижесінде белсенді қысымның төмендеуі. Цемент бағанасының төменгі бөлігінде сүзгі болған жағдайда вакуум кату процесі басталғаннан кейін пайда болады, яғни соңғысы қатып жатқан кезде.

Жоғарыда айтылғандай, мұнай-газ пайда болудың бір себебі ол – жабысу (тұрып қалу). Бұл көріністі болдырмау үшін көптеген зерттеушілер келесі әдістерді ұсынуда:

- седиментациялық тұрақтылықты арттыру;
- цементтеу соңы мен цемент ерітіндісінің тығыз цемент тасына айналу арасындағы уақыт кезеңін азайту;
- өткізгіш қабаттарда цемент тығынының пайда болмауын қадағалау.

Осылайша ОЗЦ кезінде цемент ерітіндісінде болатын процестер арқасында болатын қабаттарды сапасыз айыруды ерітінді қасиеттерін бағытты түрде реттеген кезде болдырмауға болады. Бұл жағдайда тиімдісі – діріл әсер [2], ол тампонажды ерітіндіге салынып, ОЗЦ-ның бастапқы кезеңінде құбыр аралық кеңістікте қатады.

Діріл әсердің цемент ерітіндісінің физико-механикалық қасиеттеріне әсер етуі. Әдебиеттерде цемент ерітіндісі, тас және бетонның физико-механикалық қасиеттерін күшейту үшін қолданылатын механикалық тербелу [78, 79, 80], ультрадыбыс [81, 82, 83], электромагниттік тербеліс [84, 85, 86] туралы көп мәліметтер бар.

Зерттеушілердің басым көпшілігі цемент ерітіндісін өңдеудің барлық түрі цемент тасы беріктігін күшейтеді, өтімділігі төмендейді және қату уақыты азаяды. 4-суретте «а» дірілдік емес цемент ерітіндісін айдау уақыты қату мерзіміне тәуелділігі көрсетілген және жұмыста алынған жиілігі 31 Гц «б» мен жиілігі 175 Гц «в» гидравликалық соққымен діріл өңделген [22]. Кестелерден көріп отырғанымыздай қату мерзімінің басталуы 10-15% азаяды, ал қату мерзімінің ұзақтығы 30-40%-не қысқарады, егер діріл өңделген башмактар қолданылған болса. Көрсетілген нәтижелер бойынша шегендеу құбырлар тізбегін цементтеу кезінде діріл әсер етуді қолдану қабаттарды айыру сапасын жоғарылатады.

Алайда, жоғарыда айтылған барлық әдістерде ерітіндіні ұңғымаға айдамас бұрын дірілдік өңдеуді қарастырады. Әрине, мұндай өңдеу ерітінді қасиетінің деңгейін жақсартады, бірақ ерітіндіні өңдеуді тізбек аралық кеңістікте, тыныштық (қозғалыссыз) күйде жасаған дұрысырақ болады.

Екі сатылық цементтеуді қолдану. Қабаттың гидравликалық бытырауы төмен градиентте болғанда үлкен биіктікте тампонажды ерітіндіні көтеру қажеттілігінде немесе үлкен қашықтықты цементтеу интервалында ерітінді қатуының күрт айыратын шарттарда екі сатылы цементтеу қолданылады.

Уақытты үнемдеу мақсатында бірінші сатыға тиесілі ерітінді порциясының толық қатқанын күтпей, тек муфта тесігінен циркуляция қалпына келгеннен соң екінші саты цементін салуды бастау жоспарланады. Бұл жағдайда ерітіндіні тартып алуды болдырмас үшін бірінші цементтеу сатысының аймағында тампонажды ерітінді бағанасының жалпы биіктігі жоғарылағандықтан өспелі гидростатикалық қысымның әсер етуінен сатылы цементтеудің муфтасына манжет орнатылады. Тек ұңғыма тереңдігі үлкен болған жағдайда ғана бұл әдіс қолданылады [87]. Максималды жоба тереңдігі 2300 м-ден аспайтын Өзен, Қарамандыбас, Жетібай кендерінде тізбекке цемент көтеру биіктігін қамтамасыз ету үшін екі сатылы цементтеуді пайдалану үнемдеу жағынан тиімсіз.

1-тарау бойынша қорытынды және зерттеулер.

Әдебиеттерді талдау, сонымен қатар отандық және шетелдік мұнай-газ ұңғымаларының құрылыс тәжірибесі көрсетіп отырғандай өтімді горизонттарды сенімді айыру проблемасы және тізбек төбесіне цемент көтеру үшін биіктікті қамтамасыз ету бүгінгі күні толығымен шешілген жоқ. Қабаттарды сенімді айыруға кепілдік беретін, қабат аралық, құйылуды болдырмау және шегендеу құбырлар тізбегінде қажетті биіктікке көтеру үшін цемент ерітіндісін көтеруге биіктікті қамтамасыз ететін технология мен техникалық жабдықтар жоқ.

Аталған проблеманың себептерін ерттеу және оны шешу әдістерін табуда отандық және шетелдік ғалымдармен үлкен ғылыми тәжірибелік жұмыстар жасалғанымен, бүгінгі күні бұл сұрақ бойынша ортақ көзқарасқа келген жоқ.

Біздің ойымызша, өтетін горизонттарды бір-бірінен сенімді бөлектеу үшін және шегендеу құбырлар тізбегіне цемент ерітіндісін бекітілген биіктікке көтеру үшін ұңғымаға айдау кезінде цемент ерітіндісінің сорып алуды болдырмайтын міндеттер кешенін шешу қажет. Мұндай міндеттер ретінде келесілер ұсынылады:

- 1 Ұңғыманы цементтеу алдында аэроланған бұрынғы ерітіндісімен шайып алу керек, ол ұңғыма бағанасын бұрғыланған жыныстан сенімді тазарту үшін қолданылады.
- 2 Бұрғы ерітіндісін аэрациялау үшін аэрация деңгейінің жоғары болуын қамтамасыз ететін техникалық жабдықтарды пайдалану.
- 3 Өткізгіш горизонттардың қуыстары мен сызаттарын ауа көпіргішімен бітеліп қалуын қамтамасыз ететін технологиялық әдістерін ойлап табу.
- 4 Өткізгіш горизонттардың қосымша кольматациялау үшін жабысқақ серпімді құрамдардың кольматациялық қасиеттерін пайдалану.

Шаруада көрсетілген сұрақтарды шешу үшін келесі міндеттер қойылды:

- 1 Төменгі қабат қысымына сәйкес келетін аэриленген бұрғы ерітіндісінің бітеу қасиетін ойдап тауып және оны зерттеу.
- 2 Өнімдік горизонт жынысындағы қуыстар мен сызаттарды ауа көпірніктерімен толтыру әдістерін ойлап тауып және оны зерттеу.
- 3 Жабысқақ-серпімді құрамдардың кольматациялық қасиетін ойлап тауып және оны зерттеу, көп компонентті жабысқақ-серпімді құрамдарды іріктеп, таңдап алу.
- 4 Төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыманы цементтеу технологиясын ойлап тауып және оны зерттеу.

2 ЗЕРТТЕУГЕ ӘДІСТЕМЕНІ НЕГІЗДЕУ

2.1 Тығындалған құрамдардың әзиреленген бұрғы ерітінділеріне негізделуі.

Бірден бір ең маңызды резерв болып өндіру еңбегінің деңгейін жоғарлату, бұрғы жұмыстарының өздік құның төмендету, сонымен қатар бұрғылау жылдамдығын көбейту болып табылады және олар шиеленісудің бір ең негізгі саңылауларды бекіту және бұрғылау кезінде бұрғылы және тампонажды ерітінділерді сіңіруді тарату түріне уақыт шығының азайту болып табылады.

Қазіргі уақытта саңылауларды әртүрлі геология-техникалық шарттарда бекіту мен бұрғылауды сіңірумен күреске әдістер мен уақытты үнемдеуге қол жетімді болуда әртүрлі технологиялық шаралар дайындалған және ендірілген.

Алайда өнімдік горизонттарды ажырату жайында, яғни сіңіру секілді әлі де шешілмеген бір сұрақ бар, ереже бойынша тампонажды ерітінділердің жарты бөлігі өнімдік қабаттардың саңылауларына кетеді. Қорытындысында цемент ерітіндісінің жоба бойынша берілген биіктікке көтерілуі жүзеге аспайды, қабаттың коллекторлық құрамы бұзылады, едәуір мұнайшығару көлемі азаяды. Осыдан қосымша жекеленген жұмыстарды жүргізу қажетілігі туындайды, ал ол қосымша шығындарға әкеледі.

Қаралып отырған мәселенің бірден бір перспективті шешімі болып тізбектей айналдыра отырғызуды цементтеу алдында сіңірілген горизонттарды әзиреленген ерітінділермен тығындау табылады.

Азиреленген ерітінділер (бұрғылау және тампонажды) жақсы тығындау құрамына ие, ол тәжірибе жүзінде бекітілген. Төмен қабатты қысымды ұңғыдағы тізіліп тұрғызылған тізбектің цементтеу технологиясын қолдану тікелей цементтеу алдында азиреленген бұрғы ерітіндісімен тығындалған сіңірілген горизонт бойынша берілген биіктікке құбырланған кеңістікте цемент ерітіндісінің биіктігін қамтамасыз етеді. Берілген технологияның ерекшелігі боп сонымен қатар , яғни өнімді горизонт тампонажды ерітіндімен ластанбайды.

Тізіліп тұрғызылған тізбектерді цементтеудің бірден бір маңызды шарты болып оларды жабудан кейінгі олардың әрбіреуінің процесте өтуі тікелей өте жоғары сапада қабаттарды изоляциоланған сіңіру табылады. Алайда, тәжірибеде көргендей, кейбірде изоляциоланғандар бұрғылау процесінде горизонталь сіңіру тізіліп тұрғызылған тізбектерді цементтеу кезінде цемент ерітіндісінде сіңіретін болады, яғни көп жағдайда цементерітіндісінің тығыздығы бұрғылау кезіндегі бұрғы ерітіндісі тығыздығынан едәуір көп.

Соңғы уақытта тампонажды ерітінділер төмендетілген қалыңдықта қолданумен байланысты сұрақтарды зерттеуге көптеген көңіл бөлуде. Цементті ерітінділердің құрамын жеңілдету перлит, керамзит, туф және т.б жинақталған толықтыру дайындалды.[88].

Цементті ерітіндіге әртүрлі материалдарды қосу олардың қалыңдығын төмендетеді, көбінесе ерітіндінің физикалық және құрылымдық механикалық құрамдары бұзылады. Бұл сору кезінде гидравликалық қысымның көбеюіне және цементтік тастың механикалық қаттылығының төмендеуіне алып келеді.

Тәжірибе жүзінде дәлелденген, яғни жеңілдетілген цемент ерітіндісін бетонды сазбен немесе төмендетілген тығыздықты бұрғылау ерітіндісімен сіңірілетін ерітінділерлі алу кезіндегі басқа қосымшаларды қолдану цемент ерітіндісінің сапасын төмендетуге алып келеді, содан цементтеу сапасына және оған қосымша изоляцияланған жұмыстар жүргізуге қажет етеді.

Кейбір мұнай алу орталықтарында көптеген үлкен көлемде жеңілдетілген буферлі сұйықтар қолданылады (тығыздықты төмендететін су, химиялық аэриреленген сазды және басқа да ерітінділер). Алайда, бұл кезде оңды қорытынды алмайды және де көбінесе цементтеу кезінде гидродинамикалық қысым жоғары өтімділік, жарылған сіңірілген тектерде немесе қаттылық құрамы төмен көрсеткішпен ұңғы тектес қабырғаларды гидроүзуді құрастырған шекті қысымның көлемінде қабаттық ұлғайып кетеді.

Соңғы уақытта төмендетілген қабат қысымында тізіліп тұрғызылған тізбектерді цементтеудің ең негізгі рациональды әдісі боп жоғары активті зат (ЖАЗ) қоспасымен аэриреленген цемент ерітіндісін қолдану болып табылады. Сонымен қатар гидравликалық сәйкестік шартымен тізіліп тұрғызылған тізбектерді цементтеу қабаттарды ашу шартымен аэриреленген цемент ерітіндісі ЖАЗ қоспасы және тұрақтандырғышы саты сәйкестігін таңдау жолымен алынады.

Осы әдістің кемшілігі боп қосымша әдістерді қолдану, (ЖАЗ, тұрақтандырғыш), сонымен қатар тізіліп тұрғызылған тізбектерді іске жіберуге қосымша шараларды жүргізу қажеттілігі табылады. Аэриреленген цементті ерітіндісі бөлшекті тампонажды ерітіндісімен құбырланған кеңістікті толтыру талаптарына жауапты емес, алайда аэриреленген цемент ерітіндісінің көпіршігі жоғары бітелген құраммен қамтамасыз етілген.

Аэриреленген ерітіндісімен жуып өтумен ұңғыларды бұрғылау кезінде айналдыру соңғы тығыздығы кезінде қайта құрылады, көбінесе маңызды аса жоғары есептеу талаптарына қарағанда. Экспериментальды – теориялық зерттеу қорытындысында аэриреленген ерітіндісін сүзгілеу және үлгілдеген сызат ортасы бойынша көбік бұл жүйе басқа ерітінділермен салыстырғанда өте жоғары аэриреленген құраммен қамтылған [89].

Білуіміз бойынша, концентрацияланған эмульсияда тамшы мен көпіршіктер арақашықтығы мынадай яғни олардың екілік электрлік қабаты (ЕЭК) жабылып қалуы мүмкін, және электрлік күшпен пайда болған байланысы эмульсия тамшысының келісілген итеру нәтижесінде ұлғаяды. Бұл эффект **екінші байланыс эффект** деген атаққа ие болды (араластырылған эмульсия үшін 1953 жылы алынған бірінші байланыс эффектiсіне қарағанда) [90]. Бұл эффектiң көлемі көлемді

концентрацияланған эмульсияға тура пропорциональды, ал тұрақты концентрацияланған эмульсияда ион күшінің төмендеуімен ұлғаяды, яғни ЕЭҚ бұл кезде ұлғаяды және олардың өзара байланысының ықтималдығы оның байланысы жоғарылайды деген қабылданған. Жұмыста [90] үлгілдеген орта бойынша көбікті итеруде үлгілдеген ортада градиенттер қысымын көбік қозғалысын тоқтатуға дейін көтерілуін қадағалайтын ұсақ дисперлі эмульсия пайда болуы қарастырады. Бірден бір қаралып жатқан құбылыстардың себебі, сөзсіз, екінші байланыс эффектінің пайда болуына күш салуда, алайда көбіктердің көптеген ұсаққа үгітілуімен олардың арақашықтығы кішірейеді, яғни олардың ЕЭҚ жабылуы ұлғаяды. Оны көрсетейік:

Көбікте немесе азиреленген сұйықтықта кейбір қатынастар көлемде сұйық пен газ тәріздес фазалары тұрақты қысымда тұрақты болып қалады. Ескермей-ақ, көпіршіктер **пленкаларының** қалыңдығымен бірінші жақындауда мына немесе басқа себептер қорытындысында көпіршіктерді үгітілу кезінде де пайда болған көбік көлемдерінің өзгеруін анықтаймыз, Бастапқы шарт бойынша, яғни барлық көпіршіктер қабаты бір бірімен жанасады, бұл деформацияланғандар емес. Бастапқы және кейінгі көпіршіктер өлшемінің үгітілуі бірдей деп есептейік, ал бөлу процесі – изобаралы (олардың өлшемі кішіреюі кезінде көпіршіктер ішіндегі капиллярлы қысым үгітілу қорытындысы бойынша тұрақты деп анықтаймыз). Қарастырып жатқан көбік көлемі үгітілуге дейін Π_1 көпіршіктер болса да. Онда осы көпіршіктер ішіндегі ауа көлемін келесідегідей есептейміз

$$V_{01} = \frac{\pi}{6} d_1^3 n_1 \quad (4)$$

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, үгіткеннен кейін көпіршіктің ауа көлемі өзгермейді

$$V_{02} = V_{01} = \frac{\pi}{6} d_2^3 n_2 \quad (5)$$

(4) және (5) оң жақтарын теңестіре отырып алатынымыз

$$d_2 = d_1 \sqrt[3]{\frac{n_1}{n_2}} \text{ немесе } n_2 = n_1 \frac{d_1^3}{d_2^3} \quad (6)$$

Мұндағы d_1 және d_2 - үгітілу дейінгі және кейінгі көпіршіктер диаметры.

Егер үгітілуге дейін барлық көбіктерді бір оське орналастырсақ, яғни олардың қабаттары деформациясыз бір бірімен жанасу үшін, онда олар осьта үзік сызықтықтармен орналасады

$$l_1 = n_1 d_1 \quad (7)$$

Осы шарт бойынша үгітіледен кейін көпіршіктер үзіктерді алады.

$$l_2 = n_2 d_2 \quad (8)$$

Егер көбік көлемі куб түрінде алатын болсақ, онда көпіршіктерді үгітуге дейін және кейінгі келесідегідей қатынасты болады

$$V_1 = l_1^3 = n_1^3 d_1^3; V_2 = l_2^3 = n_2^3 d_2^3 \quad (9)$$

(6) есептей отырып

$$V_2 = V_1 \frac{n_2^2}{n_1^2} \text{ немесе } V_2 = V_1 \frac{d_1^6}{d_2^6} \quad (10)$$

Жоғарыда айтылғандарды талдай отырып келесідегідей қорытындалар жасаймыз, яғни:

- көпіршіктерді үгіту қорытындысында ол ардың арасындағы қашықтық қысқарады, ол олардың екілік электрлік қабатының көбісінің жабылуына және екінші байланыс эффектісінің ұлғаюына әкеледі;
- көпіршіктерді үгіту кезінде көбік көлемі екінші сатыдағы олардың концентрациясының ұлғаюына пропорциональды өседі және көпіршіктер диаметрі кішірейеді үгітілу кезінде көлемге қарағанда екі есе, көпіршіктердің бірдей тегістелуі кезінде және олардың деформациясын есепке алмай тығыздалған шарттарын есепке ала отырып олармен орын алатын 64 рет үлкеюі керек;
- екінші байланыс эффектінің пайда болуының себебі көпіршіктер арасындағы қашықтықтарының кішіреюі, сонымен қатар көбіктерді бөлуде пайда болатын көпіршіктер көлемінің ұлғаюы үгітілу процесстің өзі боп табылады [89].

Көбік тұрақтандыру теориясы бойынша қарайтынымыз, бөліктеуде, яғни олардың тұрақтылығы көпіршіктер дисперсиясының көбеюімен ұлғаяды, ал дисперсия сатысы өз кезегінде сұйық-ауа (газ) шекарасындағы фазааралық созылуға байланысты. Фазааралық созылуының төмендеуін көбік шығаратын концентрация ЖАЗ ұлғаюы есебінде алуға болады.

Алынған қорытындылар табиғат жайында сүзгілеуінің өшуінің сұрағына жауап беруге мүмкіндік береді. Сүзгілеу процесс кезінде көпіршіктердің үгітілуі болады және олардың арасындағы қашықтық кішірейеді. Олардың ЕЭҚ-ң жабылуына және көбік (эмульсия) байланысын көбейтеді.

2.2 Зерттеу әдісіне негізделу

Сыртқы эффект ретінде градиент қысымының тұрақтылығы кезінде және сонымен бірге соңғысының көбеюі кезіндегі көпіршіктер сүзгілеуінің өшуі қарастырылады. Көбіктегі көпіршіктердің концентрациясы мынадай, яғни көпіршіктер бір бірінің қабатымен жанасады. Сондықтан

көпіршіктерді үгітуде олардың сүзгілеу процесінде көбік көлемі үлгілдеген ортада біріншілік көлеммен қабатқа тұскен салыстырғанда тез ұлғаяды. Сонымен бірге тұрақты градиент қысымда сүзгілеуінің көлемді жылдамдығы жақсы жағдайда бұрынғы сатыда қалады. (егер басқа факторларды есептемесек “тығындалатын”). Ал бұл қабаттағы көбіктің сорып алу көлемінің тез мезетте қысқарылуы градиент қысымында бірлік шығынмен есептелінеді. Сонымен оның үлгілдеген ортасымен өту кезінде көбік көлемінде сүзгілеуінің көлем жылдамдығының көбеюін сақтау ең жалғыз әдісі боп көбік қысымын ұлғайту табылады.

Көбікті сүзгілеу кезінде көпіршіктерді үгіту себебі қандай болса да, жаңа фазааралық қатынасты түзу үшін қосымша энергия шығыны керек етеді, немесе термодинамиканың екінші заңы бойынша фазааралық беттік энергия әрдайым минимумға бетеледі, көпіршіктің коалесценция процесі неге сәйкестендірілген, ал оның бөлуі емес. Алайда, көбікті көпіршікті үгітілуді қарастыру кезінде үлгілдеген орта арқылы итеруде көбік сүзгілеуін жүзеге асыру және жаңа фазааралық бетті түзу үшін энергия қажет.

Тұрақтылық шығындалатын энергия кезінде көбіктің өзін итеруге кететін толықтай энергиясында фазааралық беттің ұлғаюына кететін энергиясына тең көлемде кішірейеді.

Көпіршіктер үгітілуіне кететін энергия бірінші жақындауда келесідегідей анықталған. Фазаның бөліну шекарасында созылу беттігін Ω арқылы анықтаймыз. Онда фазааралық беттіктің ұлғаюына кеткен жұмысты келесідегідей формуламен анықтаймыз

$$\Delta A_1 = \Omega \Delta S, \quad (11)$$

мұндағы: ΔS – ауа көпіршіктерін үгіті қорытындысындағы фазааралық беттің өсімшесі.

Яғни көпіршіктер үгітілу процесін изотермиялық деп есептесек, онда ішкі энергия жүйесінің өзгеруі фазааралық беттің өзгеруі кезінде фазааралық созылуының энергиясының өзгеруіне ғана байланысты жүзеге асады деп санауға болады. Сонымен көпіршіктер сфералық пішіндес болады деп санаймыз. Онда үгітілуге дейін көпіршіктер беті (көпіршіктер өлшемін бірдей деп қабылдаймыз):

$$S_1 = \pi d_1^2 n_1 \quad (12)$$

где: d_1 – көпіршікті үгітілуге дейінгі диаметрі;

n_1 – көпіршікті үгітілуге дейінгі саны.

Үгітуден кейінгі көпіршіктер беттері сол қағида бойынша

$$S_1 = \pi d_2^2 n_2 \quad (13)$$

где: d_2 – көпіршікті үгітілуге кейінгі диаметрі;
 n_2 – көпіршікті үгітілуге кейінгі саны.

Көпіршіктерді үгітілу кезінде фазааралық беттің аудандарының қатынасын табамыз

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\pi d_2^2 n_2}{\pi d_1^2 n_1} \quad (14)$$

көпіршіктердің жалпы көлемін тұрақты деп есептесек (көпіршіктердің ішкі капиллярлы қысымын үгіту кезінде есепке алмай) және (14) орнына $\frac{n_2}{n_1}$ (6) қойсақ, онда

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{d_1^3}{d_2^3} \cdot \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{d_1}{d_2} \quad (15)$$

осыдан

$$S_2 = S_1 \frac{d_1}{d_2} \quad (16)$$

Фазааралық беттің өсімшесі мынаған тең

$$\Delta S = S_2 - S_1 = S_1 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 \right) \quad (17)$$

(17) ден ΔS мәнінің орнына (11) қойсақ, онда

$$\Delta A_1 = \sigma \cdot S_1 = S_1 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 \right) \quad (18)$$

немесе, (6) ны алып, есептелінетін шоғырану тәуелділігіндегі фазааралық беттің ұлғаюындағы керекті өсімше энергияны аламыз ($V_0 = const$ кезіндегі):

$$\Delta A_1 = \sigma \cdot S_1 \left(\sqrt[3]{\frac{n_2}{n_1}} - 1 \right) \quad (19)$$

А арқылы көпіршіктерді үгіту және үлгілдеген орта арқылы көбікті итеруге жұмсалған жалпы энергияны анықтаймыз. Бір уақытта үгітілген көпіріктерге сүзгілеуді жүзеге асыруда қажетті жұмсалған энергия мынаған тең

$$\Delta A_2 = A - \Delta A_1 = A - \sigma \cdot S_1 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 \right) \quad (20)$$

немесе

$$\Delta A_2 = A - \sigma \cdot S_1 \left(\sqrt[3]{\frac{n_2}{n_1}} - 1 \right) \quad (21)$$

Онда (18) – (21) теңдеулерінен шығатын қорытынды, яғни тұрақты қысымда ($A = \text{const}$) үлгілдеген орта арқылы көбікті итеруде және көпіріктердің бақыланатын үгітілуі сүзгілеу процесіндегі көпіріктерді үгітілуімен көбікті өзінділік итеру мен фазааралық беттің ұлғаюындағы энергияны бөлу арқасында сүзгілеу өшуімен бақыланатын болады. Алайда басқа да факторларды есепке алмай-ақ тек осы себеп арқылы толығымен сүзгілеу жойылуы мүмкін келесідегідей шарттар орындалғанда.

$$\Delta A_2 = A - \Delta A_1 = 0; \quad A = \Delta A_1 \quad (22)$$

немесе

$$A = \sigma \cdot S_1 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 \right) = \sigma \cdot S_1 \left(\sqrt[3]{\frac{n_2}{n_1}} - 1 \right) \quad (23)$$

И.Ф. Ефремов [91], яғни оларға қатысты және жоғарыконцентрациялы эмульсия және көбік периодты коллоидты құрылымынның (ПКК) серпімді қабаттық құрамын қарастырамыз, әдеби мәліметтердің сұрыптауына және өзіндік зерттеуге негізделу келесідегідей кернеудің өзгеруі және серпімділік модулінің шектігі үшін ұсынады олар келесі жүйелер үшін:

$$\tau = \frac{2\varphi}{d_0} \left(\sigma + S \frac{d\sigma}{dS} \right) \quad (24)$$

$$G = \frac{d\tau}{d\varphi} = \frac{2}{d_0} \left(\sigma + S \frac{d\sigma}{dS} \right) \quad (25)$$

где: φ – потенциалды минимумда жеке бөліктің фиксациясына сәйкес оның салмақ тұрақтылығы өзгертін жүйенің (көбіктің, эмульсияның) қисаю бұрышы;

d_0 – тамшының, көпіршіктің диаметрі;

σ – фазды бөлу шекарасындағы беттік созылу;

S – салыстырмалы фазааралық беттік.

Көбікті сүзгілеу кезіндегі көпіршіктердің хаотикалық орналасуы үлкен ықтималдықпен мынадай жүйе жағдайына алып келеді, яғни көпіріктер олардың потенциалды энергетикалық минимумына сәйкес емес орналасуда болады, ал бұл яғни термодинамиканың екінші заңына сәйкес келемед. Алайда, эмульсияның немесе көбіктің қисаю бұрышы энергия минимумына сәйкес келетіннен ұлғайса, онда оның кернеуінің өзгеру шегінің өсуіне және сүзгілеу кезінде градиент қысымының ұлғаюына алып келеді.

Г.К. Максимовичпен дәлелденгендей сүзгілеу үрдісінде көбік көлемінің бірлігіндегі көпіршіктердің концентрациясы эксперименталды түрде зерттелді, әр уақытта өзгеріп отырады, сонымен қатар жоғары тұрақты көпіршіктерді сүзгілеу кезінде көпіршіктердің өте ұсаққа үгітілуі байқалады. Осының салдарынан ығысудың шекті кернеуінің тез өсуі болады. А.М. Воларович және М.П. Гуткин өзімен перманентты диполиды ұсынатын коллоидты бөліктерден түзілген, гелий үшін ығысудың шекті кернеуіне келесідей түсініктеме береді:

$$\tau = \frac{4}{\pi} n^2 \mu_p^2 \quad (26)$$

Мұндағы: n –көбік көлемінің бірлігіндегі көпіршіктер концентрациясы;

μ_p – тұрақты диполды момент.

Сүзгілі көбіктің ығысуының шекті кернеуінің өзгеруі келтірілген тәуелділікті қатаң сақтамаса да, үгітілу кезінде көпіршіктер арасындағы арақашықтық айтарлықтай қысқарады және олардың көбік көлемінің бірлігіндегі концентрацияның өсуімен ілеседі.

Сонымен қатар, көпіршік диаметрлерін екі рет кішірейту кезінде көпіршіктер концентрациясы сегіз рет өседі, себебі жоғарыда дәлелденгендей бір көпіршікті сегізге үгіту кезінде, оның өлшемі екі рет қысқарады. Көпіршікті үгітілу кезіндегі олардың өлшемдернің өзгеруін ескере отырып тәуелділікті қарастыру үшін мына теңдеуді 2 моментте – көпіршіктерді үгітілуге дейін және кейін түрінде жазамыз:

а) үгітілуге дейін ығысудың шекті кернеуі

$$\tau = \frac{4}{\pi} n_1^2 \mu_{p1}^2 \quad (27)$$

б) үгітілуден кейін:

$$\tau = \frac{4}{\pi} n_2^2 \mu_{p2}^2 \quad (28)$$

Бұл екі мәндердің қатынасы

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{n_2^2}{n_1^2} \cdot \frac{\mu_{p2}^2}{\mu_{p1}^2} \quad (29)$$

Бұдан

$$\tau_2 = \tau_1 \frac{n_2^2}{n_1^2} \cdot \frac{\mu_{p2}^2}{\mu_{p1}^2} \quad (30)$$

Соңғы теңдеуге n_2/n_1 қатынасының орнына оның мәндерін (6) қоя отырып, біз мынаны аламыз:

$$\tau_2 = \tau_1 \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^6 \cdot \frac{\mu_{p2}^2}{\mu_{p1}^2} \quad (31)$$

Немесе τ орнына (27)ден оның мәндерін қойып, мынаны аламыз:

$$\tau_2 = \frac{4}{\pi} n_1^2 \cdot \mu_{p2}^2 \frac{d_1^6}{d_2^6} \quad (32)$$

(32) Шарты көпіршіктерді тек екіге үгіту кезінде көпіршіктердің диаметрін кішірейту кезінде көбік ығысуының шекті кернеуі тең шарт кезінде 64 ретке өседі екенін білдіреді.

Көбік көпіршіктерінде дипольды моменттің және эмульсия тамшыларының бар болуы дәлелденгендігін ескеру қажет. Сонымен қатар дипольды құрылым дипольды ортаның бірлікті бөлімдер беттеріне адсорбцияланған униполярлы ориентация нәтижесінде немесе бөлік заттарының полярлы топтардың ориентациясы әсерінен пайда болады. Тәжірибелі жолмен қатты дипольды моменттің үлкен мөлшерінің бар болуы дәлелденген. Оның мөлшері келесідей формула бойынша бағалануы мүмкін:

$$\mu_p = \frac{S^1 f 10^{-18}}{S_0} \quad (33)$$

Мұндағы: S^1 – бөліктің беті;

f – «орамалы» коэффициент;

$S_0 = 10A$ – адсорбцияланатын полярлы бөліктің «қоймалы» ауданы;

10^{-18} – бірлікті дипольды момент.

Мәннің жазылуының (33) оң бөлігіне барлық кірмелілерді S^1 -сыз ескере отырып, көпіршіктердің үгітілуіне тәуелсіз тұрақты болып келеді және былай жаза аламыз:

$$\frac{\mu_{p2}}{\mu_{p1}} = \frac{S_2^1}{S_1^1} \quad (34)$$

Бұдан

$$\mu_{p2} = \mu_{p1} \frac{S_2^1}{S_1^1} \quad (35)$$

(16) тәуелділікті қолдана отырып:

$$\mu_{p2} = \mu_{p1} \frac{d_1}{d_2} \quad (36)$$

(32) теңдеуіндегі μ_{p2} орнына (36)-дан оның мәндерін қоя отырып, мыналарға ие боламыз:

$$\tau_2 = \frac{4}{\pi} n_1^2 \cdot \mu_{p1}^2 \frac{d_1^8}{d_2^8} \quad (37)$$

Немесе

$$\tau = \frac{4}{\pi} n_2^2 \cdot \mu_{p1}^2 \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (38)$$

Осылайша, көбік көпіршіктерінің әрбір үгітулерінен кейін есептік концентрация және $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^8$ қатынасына пропорционалды бөліктің дипольды моментінің өсу есебінен ығысудың шекті кернеуінің жетілдіруіне ие

боламыз. Қабылданған міндерге сай $\frac{d_1}{d_2}$ мөлшерінде әрқашанда бірліктері көп. Сәйкесінше үгітілу кезінде көбік ығысуының шекті кернеуі неғұрлым өседі, соғұрлым көпіршіктер аз өлшемдері оларды ұсақтарға үгітілуден кейін пайда болады.

Жерасты гидрогаздыдинамика тапсырмаларын қарастыру - көбіктің сүзгіленуі жарық-кеуетті орта арасынан термодинамикалық, физико-химиялық және басқа да теорияларды қоса алу табиғаттары және көбікті сүзгілеу кезінде құбылыстар мен эффектердің механизмін айтарлықтай терең түсінуге мүмкіндік береді.

Жоғарыда жүргізілген мәліметтерден ең маңызды тәжірибелі қорытынды шығады - аэрирленген ерітінділер, көбіктер мен эмульсиялар тығындау қабілетке ие, ол аз зерттелгендігімен қазіргі уақытта кең тәжірибелік қолданысқа жатпайды. Сонымен қатар жарық-кеуетті ортадағы тығындау суретін бірінші жақындауда келесідей көрсетуге болады:

1 Аэрирленген ерітінділер мен көбіктерді сүзгілеудің бастапқы моментінде көпіршіктердің өте ұсақтарға үгітілу процесі, егер жүйе жоғары тұрақты болған жағдайда пайда болады. Тұрақтылыққа бұл жүйеге көбікті түзетін беттік-активты заттардың (БАЗ) белгілі мөлшерін ендіру жолымен жетуге болады. Тұздардың болуы аэрирленген ерітінділер мен көпіршіктердің тұрақтылығын төмендетеді, ал қатты фазаның болуы (Мысалы: балшық) аэрирленген ерітінділердің тұрақтылығының жоғарлауына көмектеседі.

Көпіршіктердің үгітілуі кейбір критикалық концентрациясына жеткенге дейін жүргізіледі. Критикалық деп көпіршіктер бір-біріне қабырғалармен жақындай бастағандағы концентрацияны есептеуге болады, бірақ көпіршіктердің деформациясы әлі жүргізілмейді. Критикалық концентрацияға жеткен кезде, ерітінді немесе көбіктің сүзгілеу қысым градиенті жылдам өсуі қажет.

Егер көбіктің қысымы кезінде көпіршікті ортада оның сүзгілеуінің кедергісі артады, олардың деформация үрдісінің бір уақытта пайда болуымен көпіршіктің үгітілуі мүмкін. Айдаудың белгілі қысымы кезінде ең сығылған шарттардың әсерінен келешектегі көпіршіктің деформациясы мүмкін емес моменті қайтадан пайда болуы мүмкін-сүзгілеудің тоқтатылуы басталады немесе аэрирленген ерітінділер мен көбіктердің сүзгілеуінің айтарлықтай аз көлемді жабдықтар кезінде қысым градиенті бірден өседі.

2 Сұйықтыққа көпіршіктердің қатысты қозғалысының пайда болу әсерінен немесе керісінше көбік көпіршіктері арасындағы сұйықтықты дренаждау әсерінен, сонымен қатар екілік электрлік қабаттың (ЕЭҚ) деформациясы нәтижесінен сыртқы электр өрісі пайда болады. Ол теңдеуге сәйкес Е өту потенциалының түзілуіне әкеледі.

$$E = \frac{\xi \Delta \varphi}{\beta n}, \quad (39)$$

Мұндағы: ξ - эмульсия тамшыларының көбік көпіршіктерінің электрокинетикалық потенциалы; ΔP -сүзгілеу бөлігінде қысымның төмендеуі; β - сұйықтықтың жабысқақтық коэффициенті; n - ерітіндінің салыстырмалы электрөтімділігі.

(39) формуладан өту ағымы у электркинетикалық потенциалдың дисперсты бөліктерінің болуы кезінде пайда болады:

$$\tau = \tau_0 + \frac{4}{\pi} n^2 \mu_i^2, \quad (40)$$

Мұндағы: τ_0 – өрістің жоқ болуынан ығысудың шекті кернеуі; μ_i – индуцирленген дипольды моменті.

Жүйе ығысуының шекті кернеуінің өсуі сәйкес қысым градиентінің өсіп кетуіне немесе олардың тұрақты градиенттері кезінде сүзгілеудің көлемді жылдамдығының төмендеуіне әкеледі.

3 Ығысудың шекті кернеуінің өсуі (24) теңдеуіне сай көпіршіктің үгітілуі кезінде фазааралық салыстырмалы беттің өсуі есебінен жүргізіледі.

4 Сыртқы электрлік өрістің болуын ескере отырып, сенімділіктің жоғарғы деңгейімен ионды-электростатикалық күштердің өзара қызметінің арасындағы көбік көпіршіктері немесе аэрирленген ерітінділердің бар болуы туралы айтуға болады. Ол (93) теңдеуіне сай ығысудың шекті кернеуінің қосымша өсуіне әкеледі:

$$\tau_0 = \frac{4}{\pi} n W(x), \quad (41)$$

Мұндағы: n –сфералық бөліктердің есептік концентрациясы;

$W(x)$ –сфералық бөліктердің ионды-электростатикалық және молекулярлы өзара қызметі шартында бөліктердің орын ауыстыруы кезінде іске асырылатын жұмыс.

Толықтай келтірілген талдаудан жарықты-кеуетті ортадағы аэрирленген ерітінді мен көбік сүзгілеуінің өшуінің біріншілік себебі болып көпіршіктердің үгітілуі де, электрлік күштердің пайда болуы да аэрирленген ерітінді мен көбіктің құрымды – реологиялық көрсеткіштердің өсуіне әкеліп соғады.

Көпіршіктердің есептік концентрациясы, салыстырмалы фазааралық бет, электрокинетикалық потенциал, дипольды момент және дисперсты фаза бөліктерінің өзара қызметінің күші сүзгілеу үрдісінде әр уақытта өзгеріп отырады. Сонымен қатар фазаралық беттер және басқа да құбылыстардың өсуімен бірге жүретін көпіршіктердің үгітілуі қадағалауына дейін ығысудың шекті кернеуінің өлшеуі мен жоғары тұрақтандырылған көбік пен аэрирленген ерітінділердің жабысқақтылығы уақыт және кеңістік бойынша бірден өсіп отырады. Бұл осы жүйелердің сүзгілеуінің көлемді жылдамдығының төмендеуіне, ал жылдамдықты тұрақты деңгейде сақтау үшін сәйкес мөлшерге қысым градиентінің өсуі талап талап етіледі.

Аэрирленген ерітінді мен көбіктерді фильтрлеу кезінде тығындау факторлардың қатарына екі маңыздыларды жатқызуға болады: сүзгілеу каналдарының шықпалы қималарының тарылуына әкелетін,

жарық пен кеует қабырғаларында көпіршіктердің адсорбциясы, осылайша оның жылдамдығының төмендеуіне, сонымен қатар бөлек каналдардың өзінділік жабылуы. Олар осыдан кейін толықтай, сүзгілеу үрдісінен өшірімді, ол сүзгілеуші ортаның бірден төмендеуіне әкеледі. сүзгілеу жылдамдығына адсорбциялы үрдістердің әсеріне сандық бағалауы үлкен мәселені білдіреді. Бұл сүзгіленетін ортаны құратын породаларымен көпіршіктердің іліну күші секілді факторларды, жыныстардың физико-химиялық қасиеттерін, сүзгілеу үрдісінде олардың модификациясын, кеует және жарық қабырғаларынан көпіршіктердің бұзылуына әкелетін кернеулердің сандық бағалауының болуын қажет етеді.

Кеуеттер мен жарықтардың ең жіңішке қимасының қатысты жабуын олардың өлшемдер және жарықты-кеуетті ортаның сипаттамалары бойынша бөлінуі белгілі болған жағдайда бағалауға болады. Сәйкес келетін және d бөлігінің диаметрін бөлетін D топырақ буынының диаметрлері арасындағы сандық қатынас белгілі, олар кеуетті кеңістікте еркін орын ауыстыру мүмкін:

$$\frac{D}{d} = 8 - 12 \quad (42)$$

Ұқсас қорытынды жарықты-кеуетті ортадан көбік көпіршіктерінің суффозия қатынастарында да қолданылады. Бұл кезде көпіршіктердің кеуеттегі және таулы жыныстардың жарықтардағы тарылған орталарды өту кезінде деформирлеу қабілетін ескеру қажет.

Аэрирленген ерітінділер мен көбіктердің тығындау қасиеттері жоғарыда көрсетілген себептерге байланысты бұзцылып кетпейді. Бұл жүйелер екіфазалы жүйелер түрінде болып, оларды жарықты-кеуетті ортада сүзгілеу кезінде ньютондық, жабысқақпластикалық, қарапайым сұйықтықтармен салыстыру бойынша бірнеше ерекше қасиеттерге ие. Екі және көпфазалы сұйықтықтардың сүзгілеудің ерекшеліктері, мынадай факторларға негізделген, фазалық өтімділік, капиллярлы күштер, Жаманның эффекты және басқалар. Бұлар жерасты гидрогаздинамикалық, мұнайгаз қабатының физикасы және басқа да арнайы әждебиетте жалпыланған.

Жасалынған талдау аэрирленген ерітінділер мен көбіктердің тығындау қасиеттеріне тәжірибелік іске асыруға мүмкіндік береді.

2 бөлім бойынша қорытындылар.

Аэрирленген жүйелердің тығындалу қабілеттерін талдаудан мынадай қорытындылар шығаруға болады:

1 Аэрирленген ерітінділер мен көбіктерді сүзгілеу кезінде көпіршіктердің өте ұсаққа үгітілу үрдісі пайда болады, егер жүйе жоғары тұрақты болса. Көпіршіктердің үгітілуі кейбір критикалық концентрацияға жеткенге дейін жүреді. Критикалық концентрацияға жеткенде ерітінді немесе көбік сүзгілеуінің қысым градиенті бірден өседі.

2 Көпіршіктердің қатысты қозғалысының сұйықтықта немесе керісінше көбік көпіршіктерінің арасындағы сұйықтықты дренаждау

кезінде пайда болуының әсерінен, сонымен қатар екілік электрлік қабат(ЕЭҚ) нәтижесінен E ағу потенциалының түзілуіне әкеліп соғатын, сыртқы электрлік өріс пайда болады. Ағудың потенциалы дисперсты бөліктерде электкинетикалық потенциалдың болуынан түзіледі. Ол өз кезегінде дипольды моменттің мөлшері мен пайда болуына негіздейді, ал соңғысының пайда болуы аэрирленген ерітінді, эмульсияның, көбік ығысуының шекті кернеуінің өсуіне әкеледі. Жүйе ығысудың шекті кернеуінің өсуі қысым градиенттерінің сәйкес өсіп кетуіне немесе олардың тұрақты градиенттері кезінде сүзгілеудің көлемді жылдамдығының төмендеуіне әкеледі.

3 Ығысудың шекті кернеуінің өсіп кетуі көпіршіктердің үгітілу кезінде фазаралық салыстырмалы беттердің өсуінен де болады.

4 Сыртқы электрлік өрістің болуын ескере отырып, сенімділіктің жоғары деңгейімен ығысудың шекті кернеуінің қосымша өсуіне әкеліп соғатын, аэрирленген ерітінді мен көпіршіктер арасындағы өзарақызметтің ионды-электростатикалық күштердің бар болуын айтуға болады.

5 Айтылған тығындау эффектін цементті және бұрғылық ерітінділерді жұту ликвидациясы үшін қолдануға болады.

3 Құрамында тұтқыр-серпімді қоспалы және ауа көпіршігі бар өткізгіш көкжиектердің кальматацияларын зерттеу

3.1. Бұрғылау ерітіндісін азрацияда есептеу

Аномальдік төменгі қатпарлық қысым жағдайында пайдалану бағандарын цементтеудің технологиялық схемасын пайдалану кезінде автордың қатынасуымен ҚазҰТУ-нің бір топ қызметкерлері құрастырған сұйықтық газдық эжектор қолданылады (1). Бұл сұйықтық газдық эжектор жоғарғы дәрежелі азрацияланған сұйықта алуға және төменгі қысымды (0,8 МПа дейін) бұрғылау компрессорларын пайдалану арқылы таза ауа алуға мүмкіндік береді. Бұл процесске қоспаны ұңғыға айдау қысымының деңгейіне дейін сығымдау үшін қызмет ететін цементтегіш агрегаттарының сораптары да пайдаланылады.

Егер қатпарлық флюидтің ағанан туғызу үшін жуушы сұйықтың керекті азрациясының (a_0) дәрежесі туралы мәліметтер белгілі болса онда компрессорлардың өнімділігін біліп алып қажетті сұйықтың шығынын анықтауға болады.

$$Q_{жс} = \frac{Q_0}{a_0}; \quad (43)$$

Су сорғысының және компрессордағы жұмысшы қысымдардағы білу дроссельдің өткізгіш қимасының диаметрін төменгі формуламен таба аламыз:

$$d_0 = 0,95 \left(\frac{\rho Q_{жс}^2}{\mu^1 (P_1 - P_2)} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (44)$$

Мұнда: ρ - су сорабы айдайтын сұйықтың тығыздығы;

$Q_{жс}$ - (43) формула арқылы анықталған сұйықтың шығыны;

μ - дроссельдің шығын коэффициенті;

P_1, P_2 - дроссельге кірер және шығар жердегі қысым (P_2 -ауаны айдау қысымы).

Q_0 - ауа шығыны.

Егер дроссельдің диаметрі берілген болса қажетті сұйық шығынын қамтамасыз ете алатын дроссельдегі қысым ауытқуы

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{\rho Q_{жс}}{2\mu^2 f^2} \quad (45)$$

Мұнда: $f=0,785$, d_0^2 - дроссельдің өтпе қимасының ауданы. Бұл жағдайда ($P_2 = const$ кезінде) ΔP қысым ауытқушылығының су сорабының вентилі арқылы реттейді.

Нормалық жағдайда келтірілген ауа шығыны келесі формула арқылы анықталады:

$$Q_0 = (Q_0 - Q_{жс}) \frac{P_2}{P_0} \quad (46)$$

Мұнда: P_0 - атмосфералық қысым; Q_0 - цементтегіш агрегаттың негізгі сорабының өнімділігі.

(43)және (46) формулаларды есепке ала отырып келесіні аламыз

$$\alpha_0 = \frac{Q_0}{Q_{жс}} = 0,90 \frac{(Q_0 - Q_{жс}) \frac{P_2}{P_0} \sqrt{\rho}}{\mu d_0^2 \sqrt{P_1 - P_2}} \quad (47)$$

Аэрацияның берілген дәрежесі цементтегіш агрегаттың негізгі сорабының өнімділігін (Q_0) таңдау арқылы, компрессордың жұмысшы қысымы (P_2) белгіленген шығын коэффициенті (μ) бар дроссель диаметрі (d_0) және су сорабының қысымы (P_1) арқылы алынуы мүмкін. Сұйықтық газдық эжектордың жұмысын теориялық тұрғыдан зерттеудің дәлдігін есептеу стенттік зерттеулерге жүргізілген. Оның қорытындысы төменде келтірілген.

3.1.1. Бұрғылау ерітіндісінің аэрациясын есептеудің методикасы

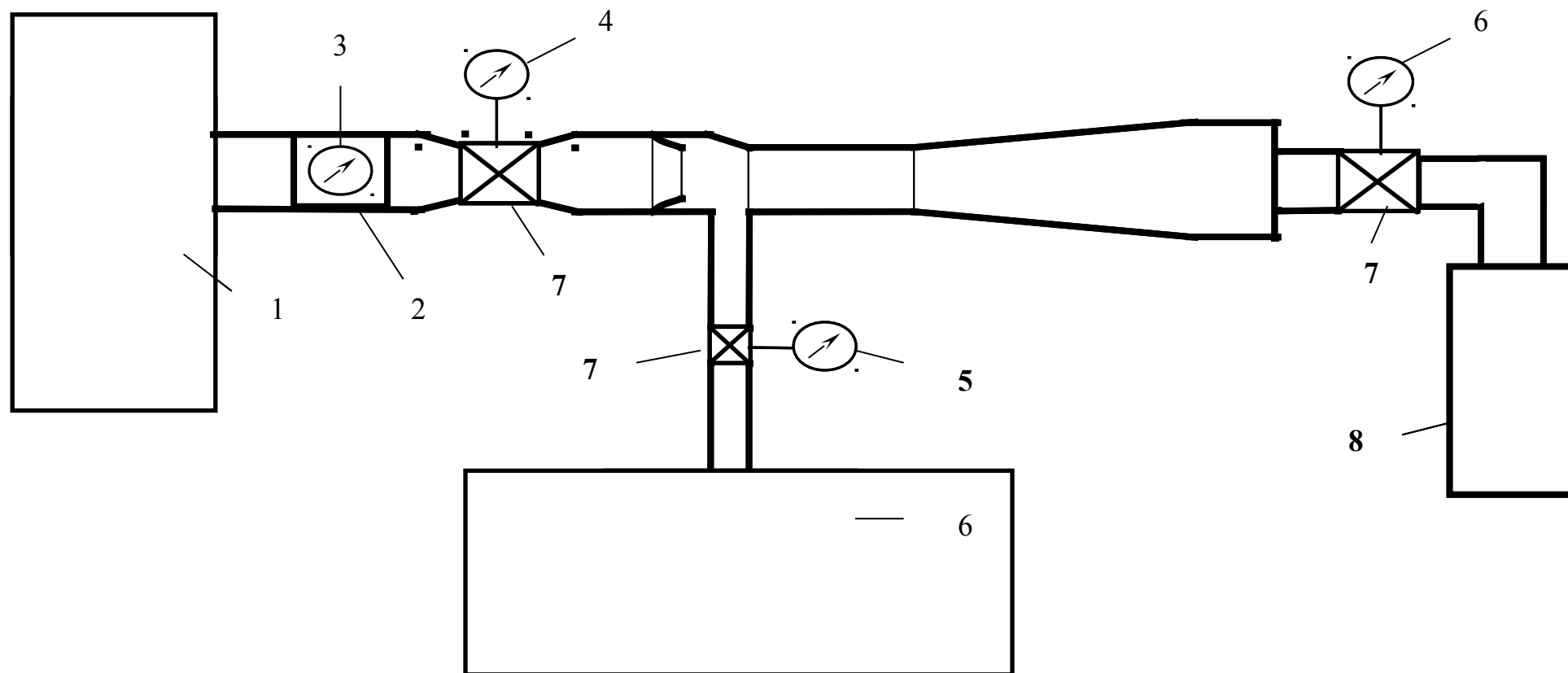
Жұмыстық сұйық ретінде су пайдаланылған. Ауа эжекторы НГР-250/50 сорабының айдағыш тізбегіне орналастырылған. Сығымдалған ауаны СО-ҰА компрессорымен берген. Диффузордың сыртында гидравликалық сұйықтық кедергіні айдаушы тізбектегі арнайы жапқыш көмегімен туындатқан.

Зерттеу процессі барысында (4 сурет) эжектр диффузоры сыртында әр түрлі дәрежеде қысымға қарсылық жүргізілген. Ол компрессордағы тұрақты қысым жағдайында жүргізіліп сосын сорғының айдаушы тізбегіндегі соған парапар қысым анықталған. Әр келесі тәжірибе сериясының бұрынғысынан айырмашылығы сол компрессордағы қысымды сатылаған түрде көбейтіп отырған. Бірақ бұл әр тәжірибе сериясы үшін тұрақты болған.

Сорапты орнатар алдында оның ауау тізбегіндегі қысымын эжектр тізбекке белгілі дәрежедегі қысымды ауа сығымдағанда ғана тұрақталған деп есептелген.

Сораптың айдаушы тізбегіндегі қысымды өлшеу үшін дәлдік классы 2,5 с, өлшеу шегі 0-4 және 0-6 МПа болатын манометрді пайдаланған.

Эжектр диффузоры сыртындағы және компрессордағы қысымдарды өлшеу үшін өлшеу шегі 0-1 және 0-2,5 МПа болатын тәжірибелік манометрлер қолданылған. Сұйық шығынын ЭМР-2 шығын өлшегіштің көмегімен анықтаған. Оның негізгі қателік көрсеткіші 4%. Ауа шығыны алдын ала алынған тарирофтың түзілудің көмегімен анықталған.



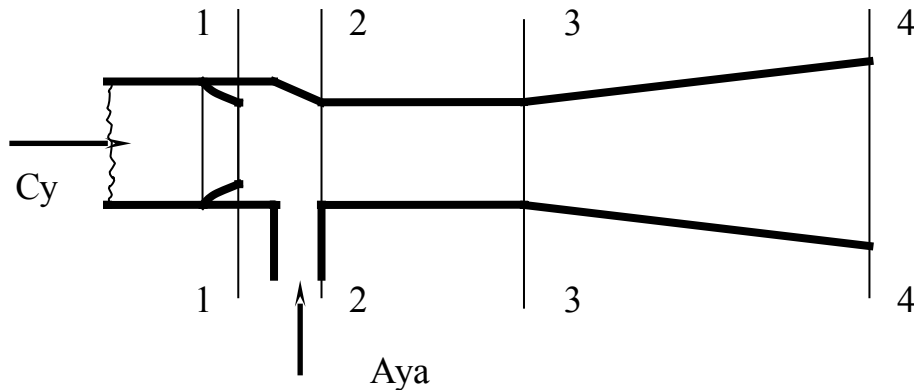
Сурет 4. Сұықтық газдың эжектрдің азрация дәрежесін анықтайтын қондырғының схемасы

Есептеуді жүргізу үшін төмендегі белгілеулер қабылданған (5 сурет).

P - статикалық қысым, Н/м²; G - массалық шығын, кг/с; W - жылдамдық, м/с; F - эжектордың ағатын бөлігінің көлденең қимасының ауданы, м².

Индекс цифрлары ұсынылған белгілер бойынша келесі мәндерге ие:

1 - сұғындама қимасында, 2 - араласу камерасының кірер жерде, 3 - араласу камерасының шығар жерде, 4 - диффузордан шығар жерде.



Сур. 5. Сұйықтың, газдың, эжектордың есепті схемасы

Жалпы жағдайда, араласу камерасының кіруші қимасындағы жұмыс сұйығының және инжектрленген ауаның статикалық қысымы әр түрлі болған жағдайда (бірақ әр ағын қимасы үшін тұрақты), 1-1, 2-2, 3-3 қималары үшін жүріс санын сақтау теңдеуін келесідей жаза аламыз:

$$P_1 F_1 + G_1 W_1 + P_2 F_2 + G_2 W_2 = P_3 F_3 + G_3 W_3, \quad (48)$$

Камера қабырғасындағы үйкеліс күшін есепке алмаймыз.

Сулы ауалы қоспаның параметрлерін 3-3 қимада 4-4 қимасындағы қоспа параметрлері арқылы келесідей өрнектейміз.

$$P_3 F_3 + G_3 W_3 = k(P_4 F_4 + G_4 W_4), \quad (49)$$

Мұнда: k – тәжірибелік жолмен табылатын пропорционалдық коэффициент.

48 теңдеуіне 49 теңдеуіндегі $P_3 F_3 + G_3 W_3$ мәнін қою арқылы келесіні аламыз:

$$P_1 F_1 + G_1 W_1 + P_2 F_2 + G_2 W_2 = k(P_4 F_4 + G_4 W_4), \quad (50)$$

$$G_1 = \rho_1 W_1 F_1 \quad \text{деп белгілейміз} \quad (51)$$

ρ_1 – жұмыс сұйығының тығыздығы, кг/м³;

F_1 – насадка тесігінің көлденең қимасының ауданы, м²

W_1 – насадкадан ағатын сұйықтың жылдамдығы.

$$W_1 = \varphi \sqrt{2 \frac{P_H - P_2}{\rho_1}} \quad (52)$$

φ – жылдамдық коэффициенті;

P_H – айдаушы тізбектегі қысым.

$$G_1 W_1 = \rho_1 W_1^2 F_1 = \rho_1 \varphi^2 2 \frac{P_H - P_2}{\rho_1}; F_1 = 2\varphi^2 (P_H - P_2) F_1 \quad (53)$$

Алынған $G_1 W_1$ мәнін (50)-ші теңдеуге қойып, $G_2 W_2$ мәнінің аздығына бола оны есепке алмай келесіні аламыз.

$$2\varphi^2 (P_H - P_2) F_1 + P_1 F_1 + P_2 F_2 = k(G_4 W_4 + P_4 F_4), \quad (54)$$

Цилиндрлік камера үшін келесі шартты пайдалана отырып,
(55)

Және P_1 мен P_2 статикалық қысымдардың теңдігін есепке ала отырып (54)-ті келесідей жазамыз

$$2\varphi^2 (P_H + P_2) F_1 + P_2 F_1 + P_2 F_3 - P_2 F_1 = k(G_4 W_4 + P_4 F_4), \quad (56)$$

(56) теңдеуінің барлық мүшелерінің $P_2 F_1$ болу арқылы келесіні аламыз

$$2\varphi^2 (\bar{P}_H - 1) + \alpha_1 = k(G_4 W_4 + P_4 F_4) \frac{1}{P_2 F_1} \quad (57)$$

$$\text{Бұдан } k = \frac{2\varphi^2 (\bar{P}_H - 1) + \alpha_1}{\frac{G_4 W_4}{P_2 F_1} + \bar{P}_4 \alpha_2} \quad (58)$$

$$\text{Бұл жерге } \bar{P}_H = \frac{P_H}{P_2}; \bar{P}_4 = \frac{P_4}{P_2}; \alpha_1 = \frac{F_3}{F_1}; \alpha_2 = \frac{F_4}{F_1}$$

Зерттеудің экспериментальді мәндері келесіні көрсетеді:

$\frac{G_4 W_4}{P_2 F_1}$ шамасын есепке алмаймыз, және бұл жерде есептік қате 1-3% аспайды.

$$\bar{P}_H = k \frac{d_2}{2\varphi^2} \bar{P}_4 - \frac{\alpha_1}{2\varphi^2} + 1 \quad (59)$$

$$\frac{d_2}{2\varphi^2} = a; 1 - \frac{d_1}{2\varphi^2} = b \quad (60)$$

$$\text{Ақырында аламыз } \bar{P}_H = ak\bar{P}_4 + b \quad (61)$$

а және в мәндері әр белгілі эжектр үшін белгілі. Тәжірибелік жолмен алынған k мәндері 4 кестеде көрсетілген.

4 кесте. Сұйықтық-газдық эжектрды сынақтан стендте өткізудің қортындысы.

Зерттеу №	α_1	α_2	$P_2 \times 10^{-5}, \text{МПа}$	K_{cp}
1	2,62	25,0	1,5	0,467

			2,0	0,355
			2,5	0,224
			3,0	0,235
			4,0	0,173
			5,0	0,142
2	2,52	25,0	1,5	0,520
			2,0	0,404
			2,5	0,304
			3,0	0,265
			4,0	0,177
			5,0	0,142
3	2,62	25,0	2,5	0,310
			4,0	0,162
			3,0	0,255
			4,0	0,187
			5,0	0,143
			6,0	0,117
			1,5	0,439
			2,5	0,263
			3,5	0,202
			5,0	0,153
			6,0	0,143
			1,5	0,335
			2,5	0,233
			3,5	0,202
			5,0	0,150
			6,0	0,138
			1,0	0,564
			1,5	0,392
			2,0	0,267
			2,5	0,220
			3,0	0,184
			4,0	0,150
			5,0	0,138
			1,0	0,653
			2,0	0,243
			3,5	0,180
			4,5	0,152
			6,0	0,122
			1,0	0,631
			1,5	0,310
			2,0	0,307
			2,5	0,258

			3,0	0,215
			4,0	0,162
			5,0	0,127
			1,0	0,474
			2,0	0,262
			3,5	0,180
			4,5	0,130
			6,0	0,114

3.2. Забой маңындағы кальматацияны тұтқыр-серпімді қоспамен зерттеу

Кальматация үшін тұтқыр серпімді қоспа пайдаланған [99]. Ол ұңғыманы цементтеу кезінде бөлгіш ретінде пайдаланылады. Біздің мақсат үшін қоспа мен компанеттердің пайыздық құрамын кідірту уақыты әртүрлі алмастырып тұрады.

Қойылған тәжірибенің негізінде тиімді, полиакриламидтің 8% тауарлы ПАА-дан тұратын бір пайыздың сулы ерітіндісі, гексаризорциндік смоланың 2%-тік сулы ерітіндісі және 40%-тік техникалық формалинді құрайтын қоспа таңдалынып алынады. Барлық осы компоненттер келесі қатынастар бойынша араластырылған. Дайын болған ПАА ерітіндісіне ГРС-тің 10%-тік ерітіндісі мен 2% формалин қосылады. Осы үш компонентті құрамнан өзге біз болған маңында екі компоненттік (ПАА-ның 1%-тік сулы ерітіндісі мен 5-15% модифицендірілген бентонит қосындысы) құрамның қолдану мүмкіндігін зерттедік. Ол келесідей дайындалады:

Полиакриламидтің бір пайыздық ерітіндісін дайындауға болатындай судың 1/3 бөлігінде бентониттің модифицияланған ерітіндісі дайындалады. Ол ерітінді керекті мөлшерде (5%,10%,15% барлық көлемге) алынады, судың қалған бөлігіне полиакриламид ерітіндіде екі құрам бір бірімен араластырылады.

Табиғи кальцийлі бентониттерді модифициттендіру 3-5% кальций содасын және саз балшық салмағының 0,3%-і болатын метасты қосу арқылы жүзеге асырылады. Ең жақсы нәтиже кальцийлендірілген соданы (NaCO_3) пайдаланғанда алынады. Бұл қосындының атқаратын қызметі сол, кальцийлік монтмориллонитте кальций иондарының орнын толтыру үшін табиғи бентонитті катиондарының көлемдік массасының 60%-ті құрайтын натрий иондарын түзеді және соңғысы натрийлік монтмориллонитке айналады. Сондықтан осындай әдіспен модифицирленген саз балшық жоғарғы дисперстік бөлшектер түзетіндіктен суда тез тарасып кетеді (ең соңғы элементтік пакетіне дейін). Құрамда метастың болуы дисперленген бөлшектердің агрегираниясын сақтайды. Сондықтан метаспен кальцийлендірілген соданың қосылуы ерітінді шығысының көбеюіне әкеледі. Яғни керекті тұтқырлыққа қатты фазалардың мөлшері аз болса ғана қол жеткізіледі.

Табиғи бентониттің ерітіндісімен салыстырғанда полиакриламидтің қосу саз балшықты бөлшектердің флокуляциялануына әкеліп соқпайды. Бұның себебі, адсорбцияның белсенділігі метасты макромалекулаландырудан босамайды. Осы жерде оған қосымша тұтқыр серпімді пластикалық жүйе түзіледі. Оның серпімділік қасиеті адсорбцияланған метаспен пен полиакриламидтің макромалекулаларындағы сутегі байланыстарының ыдырауымен түсіндіріледі. Егер кәдімгі бентонитті қолданған жағдайда модифицирленген саз балшыққа тән дисперстік көрсеткішке қол жеткізу болмас еді.

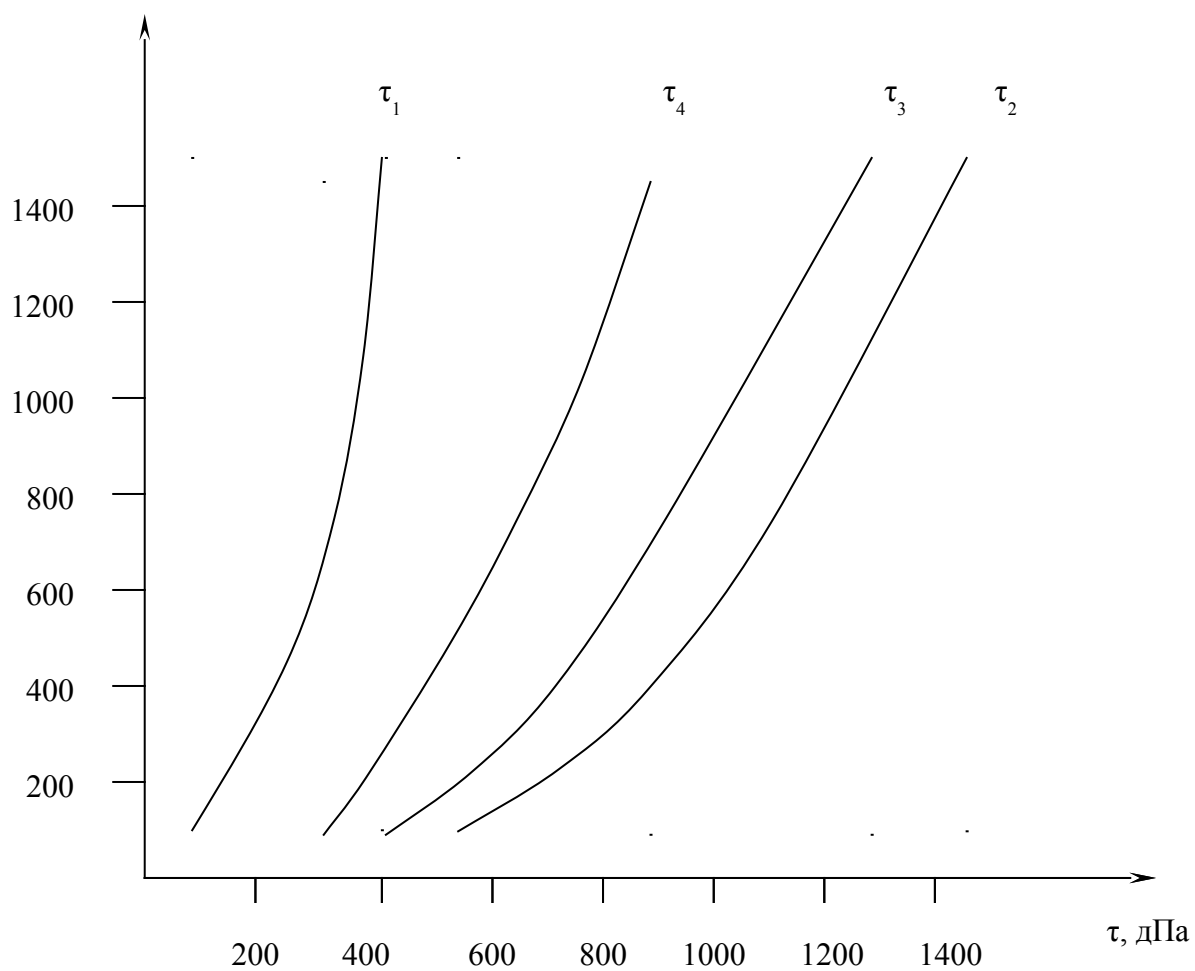
Сондықтан ПАА-ны іске қосқанда оның макромалекулалары саз балшықтың ірі бөлшектерімен әрекеттестікке барады. Ол олардың флокуляциясына әкеледі де, оның ірі мақта тәріздес екенін көзбен көруге де болады. Саз балшықтың флокуляциялануы оның бөлшектерінде ион кальцийі түзілуіне әкеледі. Коллоидтың бөлшектерде флокуляцияны күшейту үшін қос валенттік ионды қолдану суды ПАА флокулянтты арқылы тазарту үшін қолданылады [44].

Бұл аймақтағы зерттеу жұмысы келесіні көрсетті:

Кальматацияланушы материал ретінде қоскомпанентті тұтқыр серпімді құрамды пайдалану өте тиімді. Әсіресе 5-10%-тік модифицияландырылған бентонитті қосу ең жақсы нәтиже береді. Ал 15%-тік модифицирленген бентонитті қосу ерітіндіні сораппен айдауға қиындық туғызады. 8 суретте t_0 шамасы 24 сағат сақталғанда біршама өсетіні көрсетілген. Бұдан әрі сақтағанда бұл параметр аздап азаяды. Бұл полимердің макромалекуласының өзгеруінен болады.

Сақтау уақыты 24 сағаттан аса, тұтқырлық азаяды. 8 суреттегі график тұтқыр серпімді қоспа құрамын (ТСК) даярлаудың алдын-ала мүмкіндігін ұсына алады.

Бұл құрам кальматация үшін керек 5% бентонит қосылған ТСК-ны қолдану алдында 24 сағат бұрын даярлайды. Дәл осындай уақытта ерітіндінің құрамдық механикалық қасиеті жоғары болады. ТСК-ның 10% бентонитпен қосындысын даярлағаннан соң бірден пайдалануға болады. Ал оның құрамының қасиеті 3 тәулікке шейін өзгермейді. Ал 15%-тік бентонит қосылса, ерітіндіде құрамдық механикалық қасиет ұлғаяды да, ерітінді қоймалжың болып кальматация жұмысы қиындайды. Бұндай қоспаны ірі кеуекті, өткізгіштігі жоғары коллекторларды немесе жарықты коллекторларды кальматациялағанда қолданылады. Және ол тұтқыр серпімді бөлгіш ретінде де пайдаланылуы мүмкін (9 сурет).



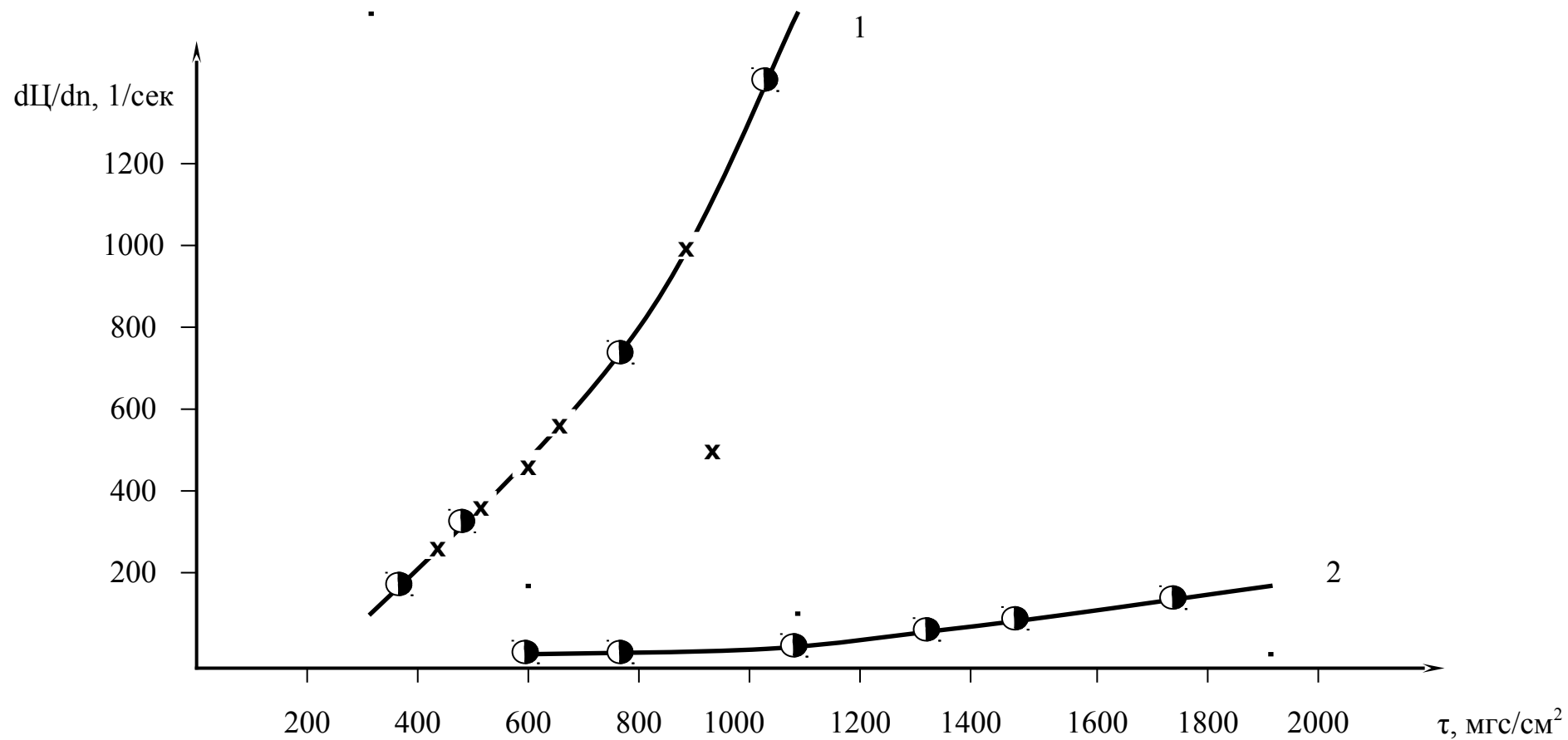
τ_1 – ТСҚ кідіртуінсіз өлшем;

τ_2 – 24 сағатта ТСҚ кідіртуінен кейінгі өлшем;

τ_3 – 72 сағатта ТСҚ кідіртуінен кейінгі өлшем;

τ_4 – 168 сағатта ТСҚ кідіртуінен кейінгі өлшем;

Сур.8. 5% бентонитпен қоскомпонентті ТСҚ-ң реологиялық қисығы.



● — 1-10% бентонитті дайындағаннан кейінгі өлшем,
 x — 2-15% бентониттің 72 сағ кідіртуінен кейінгі өлшем.

Сур. 9. Қоскомпонентті ТС-ң реологиялық қисығы.

3.2.1 Серпімді-тұтқырлы түп маңындағы аймақтың кольматациясының негізгі принциптері

Үш құрамды кольматацияның жасанды құмтастардың өткізгіштігіне әсерін анықтау тәжірибелері статикалық шарттарда жүргізілді. Тәжірибеде өткізгіштігі әр түрлі жынысөзектер қолданылды. «Кольматантты» жасанды жынысөзекке бастырудың 3 – 6 циклы жүргізілді. Қысымның түсіп кетуі $2,0 \div 2,5$ МПа ды құрады. Кейбір жынысөзек үлгілерінің үш құрамды кольматацияға дейінгі (K_n) және кольматациядан кейінгі (K_k) өткізгіштігі

5 кестеде келтірілген. Кестеден көріп отырғандай, жынысөзекті серпімді-тұтқырлы құрамдармен кольматациялағаннан кейін олар мүлдем өткізбейтін болды.

5 және 6 кестеден көріп отырғанымыздай, жасанды жынысөзектерді екі компонентті және үш компонентті құрамдармен кольматациялағанда жынысөзектердің өткізгіштігі екі рет төмендейді.

5 кесте. Жасанды жынысөзектерді үш компонентті құрамдармен кольматациялаудың олардың өткізгіштігіне әсері.

K_n , (м.дарси)	K_k , (м.дарси)
422	17
294	2
394	1,5
101	0,02
534	15
373	10
83	2

6 кестеде әр түрлі өткізгіштікті жасанды жынысөзектерді екі компонентті құрамдармен кольматациялаудың қорытындылары келтірілген.

6 кесте. Жасанды жынысөзектерді екі компонентті серпімді-тұтқырлы құрамдармен кольматациялаудың олардың өткізгіштігіне әсері.

K_n , (м.дарси)	K_k , (м.дарси)	Құрамындағы модификацияланған бентонит	Ескерту
101	4	5%	Қоспа жақсы ағады
534	20	5%	Қоспа қозғалады, бірақ ақпайды
372	1	10%	Қоспа қозғалады, бірақ ақпайды
319	1	10%	
126	1,5	15%	Қоспа жай қозғалады
315	3,7	15%	

Осы жүргізілген эксперименттер нәтижесінде ұсынылған полиакриламидтің су қоспалары негізіндегі серпімдітұтқырлы құрамдардың жоғары кольматациялау қасиеті дәлелденді. Жоғары кольматирующий эффектке серпімді-тұтқырлы жүйенің өздерінің серпімді қасиеттерінің есебінен **поровой** аймақта қыстырылуы арқасында жетеді.

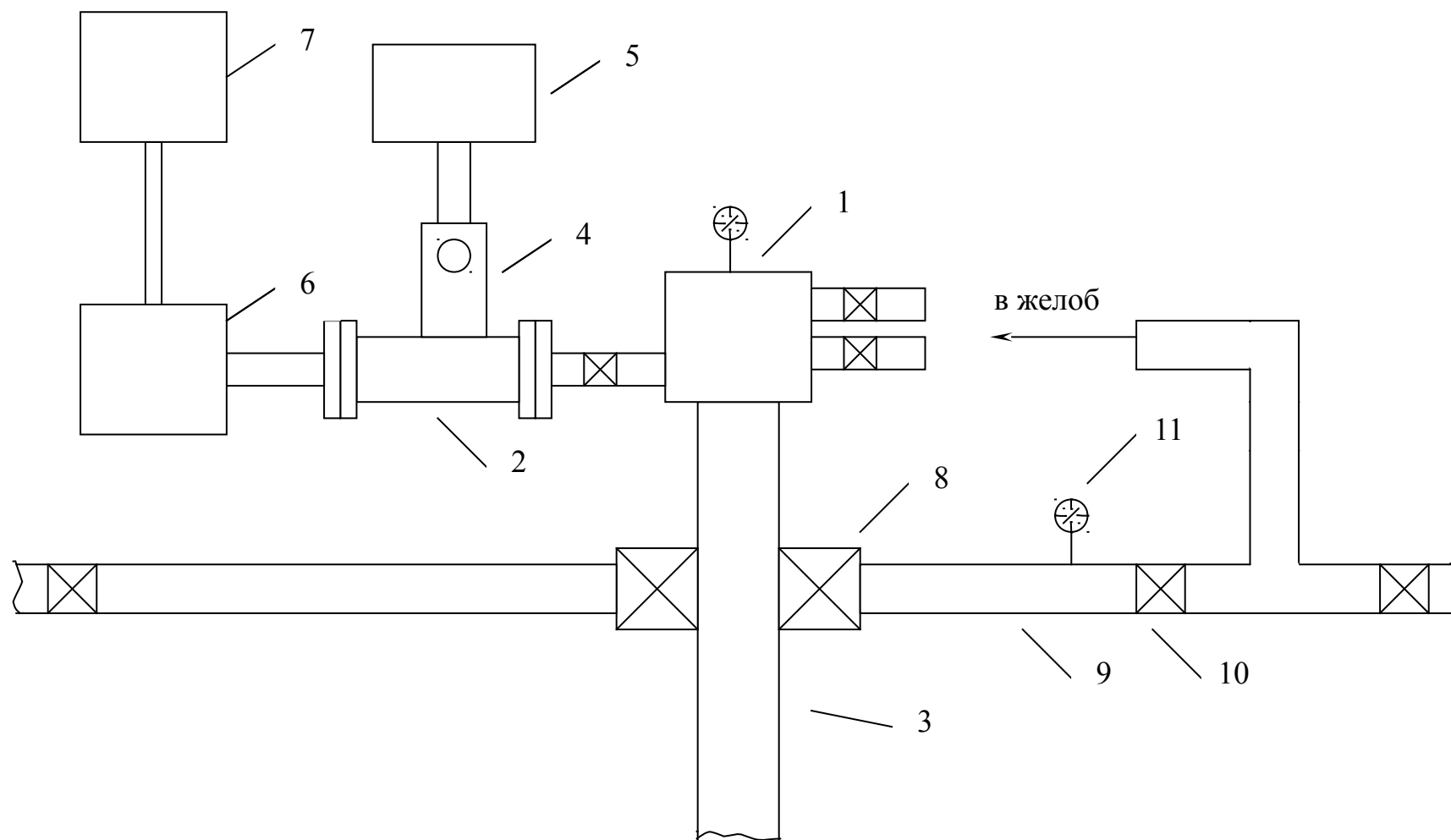
3.2.2 Төменгі қабат қысымдары жағдайында шегендеу құбырлар тізбегін цементтеу технологиясы

Қазіргі уақытта цементтік ерітіндінің өткізгіш қуыстар мен жарықтарға жұтылуын жоюға арналған әр түрлі технологиялық шаралар жасалынды. Осындай бағыттардың біріне цементтеу алдында аэрирленген бұрғылау сұйықтығын қолдану, аэрацияланған буферлік сұйықтықтарды қолдану, аэрацияланған цементтік ерітінділерді қолдану жатады. Бірақ, цементтік ерітіндіні құбыраралық кеңістікке айдау мен бастырудың нақты гидравликалық программасының болмауы ауа көпіршіктерінің жұту каналдары мен жарықтарды бітеуі кезінде олардың бітеу эффектісін төмендетеді. Ұңғы қабырғасындағы ауа көпіршіктерінен жасалған экранның беріктігі цементтік ерітіндінің өткізгіш қабаттарға өтіп кетуін ескертуге әрқашан жеткілікті емес.

Жоғарыда айтылғанға байланысты, цементтеу алдында аэрацияланған бұрғылау ерітіндісімен жуылған ұңғыға цементтік ерітіндінің бірінші порциясын айдау кезінде жұтқыш қабаттарда артық қысым тудыру ұсынылады. Бұл аэрацияланған ерітінділердің жоғары құрылымдық-механикалық көрсеткіштері мен тура бітеу эффекті секілді қасиеттерін толық пайдалануға мүмкіндік береді.

Ұңғыны цементтеу технологиясы (14 сурет) төмендегідей:

Шегендеу құбырлар тізбегі түсіргеннен кейін ұңғыны аэрацияланған бұрғылау ерітіндісімен жуады, содан соң кезекпен буферлік сұйықтық (буферлік сұйықтық ретінде кольматациялау әсері жоғарыда айтылып кеткен екі немесе үш компонентті СТҚ ұсынылады) пен цементтік ерітіндіні айдайды. Сосын цементтік ерітіндіні тізбек сыртындағы кеңістікке бастыру жүргізіледі. Бұл кезде буферлік сұйықтық пен цементтік ерітіндіні айдау ұңғы сағасында қарсы қысым тудырумен жүргізіледі, ал бұл қысым қабаттың жұту қысымынан төмен болмауы қажет, бірақ қабаттың гидрожарылу қысымынан төмен болуы қажет. Цементтік ерітіндіні бастыру кезінде бастыру қысымының өсу темпіне сәйкес сағадағы қарсы қысымды төмендетіп отырады. Жұтқыш қабаттарға артық қысым тудырғанда жоғары құрылымдық-механикалық көрсеткіштері есебінен аэрирленген ерітінділердің закупоривающий эффектісін максимал түрде пайдалануға мүмкіндік туады. Бұл кезде цементтік ерітіндінің жұтқыш қабаттарға өтуі азаймайды немесе болмайды, және осы уақытта олардың өткізгіштігін ұңғыны бұрғылау аяқталғаннан кейінгі өткізгіштігіндей етіп сақтап қалуға болады. Бұл технология авторлық куәлікпен [38] қорғалған және көптеген кәсіптік сынаулар мен өндіріске енгізумен қуатталған.



11 сурет. Төменгі қабат қысымдары кезінде шегендеу құбырлар тізбегін цементтеу схемасы

Осы ұсынылған шегендеу құбырлар тізбегін төменгі қабат қысымдары жағдайында цементту технологиясын Маңғыстау облысындағы кен орындарында қолдану ұңғыларды пайдалануға жіберу уақытын азайтты және цементтік сақинаны үлкейту бойынша қосымша айыру жұмыстарын жүргізуді қысқартты.

3 бөлім бойынша тұжырымдар

Жүргізілген зерттеулер мен эксперименттерге сүйене отырып мынадай тұжырымдар шығаруға болады:

1 Бұрғылау ерітіндісінің аэрациясын оны ұңғыға айдаудың тура алдында жасауға болады, ал аэрацияның жоғарғы дәрежесі газ-сұйықтық эжектордың параметрлеріне тікелей тәуелді.

2 Аэрацияланған жүйелерді және шыдамдылықты арттыру үшін бұрғылау сұйықтығына жоғары тұрақтандырылған көбіктендіргіш беттік активтік заттарды (мысалы, полиакриламидтің судағы ерітіндісі) қосу ұсынылады.

3 Сазды ерітіндіні статикалық жағдайларда, діріл арқылы әсер ету көмегімен, сонымен қатар екі компонентті және үш компонентті серпімді-тұтқырлы құрам көмегімен динамикалық жағдайларда сүзу арқылы алынған кольматациялық экрандардың ішінен ең берігі болып СТҚ көмегімен жасалғандары болып табылады.

4 Статикалық жағдайда сазды бөлшектермен кольматацияланған жынысөзектер кері сүзу кезінде өздерінің өткізгіштігінің 40-70% өалпына келтіреді, ал серпімді-тұтқырлы құрамдармен кольматацияланған жынысөзектер өздерінің өткізгіштігінің тек 0,4% ден 4% дейін қалпына келтіреді.

5 Динамикалық жағдайларда кольматациялауда өткізгіштігін қалпына келтіру 3÷5% құрайды.

6 СТҚ-ның қуыстарға ену тереңдігі 0,5÷1,5 см аспайды.

Қорытынды

Аэрацияланған бұрғылау ерітінділерінің бітеу қабілетін теориялық зерттеулер мен газ-сұйықтық эжектордың геометриялық сипаттамаларын есептеу негізінде біз осы шегендеу құбырлар тізбегін цементтеу технологиясы мен техникалық құралдарды кәсіпшілік сынақтан өткізуді ұсындық. Өзендік бұрғылау жұмыстары басқармасының өндірістік қызмет көрсету базасында газ-сұйықтық эжектордың тәжірибелік үлгісі жасалып шығарылды. Адын-ала Өзен, Қарамандыбас, Жетібай кен орындарының геологиялық тіліктерінің анализі жүргізілді, осы кен орындарындағы ұңғыларды бұрғылаудың геологиялық жағдайлары, ұңғыларды бұрғылау кезінде кездесетін қиындықтар және оларды жою жолдары талданды. Жоғарыда айтылған факторларды есепке ала отырып тәжірибелік ұңғылар үшін шегендеу құбырлар тізбегін цементтеу бойынша жұмыстардың жоспары құрылды.

Өзен кен орындарындағы төмен жатқан мұнайлы қабаттардағы ұңғыларды бұрғылау жұмыстарының жалғасуымен байланысты шегендеу құбырлары тізбегінің сыртымен цементті белгілі биіктікке көтеруге байланысты кедергілер пайда болды. Өзен кен орындары, жоғарыда айтылғандай, мұнайлы горизонттардың көп қабатты орналасуымен ерешеленеді, оның жоғары қабаттары 30-40 жылдан бері пайдаланылуда және бұл кедергілерді одан сайын қиындатады. Сондықтан бұрғылау ерітіндісінің де, цементтік ерітіндінің де жұтылуы ұңғының құрылысымен бірге жүріп отырды. Осы мәселені шешу үшін авторлар «Өзенмұнайгаз» ААҚ-на арнайы шақырылды. Мәселені толық қарастырғаннан кейін авторға "Өзен, Қарамандыбас кен орындарындағы төменгі қысым жағдайында ұңғыларды цементтеудің технологиялық регламенті" нормативтік құжатын дайындау ұсынылды. Регламентті құрау кезінде автор төменгі қабат қысымында ұңғыларды цементтеу тәжірибесін, Қазақстан Республикасы бойынша ұңғыларды жүргізу тәжірибесін басшылыққа алды.

Менің ойымша, өтетін горизонттарды бір-бірінен сенімді бөлектеу үшін және шегендеу құбырлар тізбегіне цемент ерітіндісін бекітілген биіктікке көтеру үшін ұңғымаға айдау кезінде цемент ерітіндісінің сорып алуды болдырмайтын міндеттер кешенін шешу қажет. Мұндай міндеттер ретінде келесілер ұсынылады:

- 1 Ұңғыманы цементтеу алдында аэроланған бұрынғы ерітіндісімен шайып алу керек, ол ұңғыма бағанасын бұрғыланған жыныстан сенімді тазарту үшін қолданылады.
- 2 Бұрғы ерітіндісін аэрациялау үшін аэрация деңгейінің жоғары болуын қамтамасыз ететін техникалық жабдықтарды пайдалану.
- 3 Өткізгіш горизонттардың қуыстары мен сызаттарын ауа көпіргішімен бітеліп қалуын қамтамасыз ететін технологиялық әдістерін ойлап табу.
- 4 Өткізгіш горизонттардың қосымша кольматациялау үшін жабысқақ серпімді құрамдардың кольматациялық қасиеттерін пайдалану.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. М.С. Молдабеков. Оңтүстік Маңғышлақ жағдайларында ұңғымаларды тұрғызудың қазіргі күйі. Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ хабаршысы, № 4(74), 2009, 38-40 б
2. Вскрытие продуктивных пластов горизонтальными скважинами / Н.Ф. Кагарманов, М.Р. Давлетбаев, В.Х. Самигуллин, Р.С. Шайнуров, Р.Х. Юмашев, Р.М. Гилязов. Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. – Уфа, 1996. – С.63.
3. Геологические условия строительства скважин с аномально низкими пластовыми давлениями. Республиканский сборник научных трудов аспирантов и магистрантов. / Исмаилов А.А., Нурпеисова Р.А., Ратов Б., Мишин Д.С. - Алматы, 2001
4. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для вузов. – 3-е изд. испр. И доп. - Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2007. – 528с.: ил.
5. Попов А.Н., Спивак А.Н., Акбулатов Т.О. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2004.
6. Середа Н.Г., Соловьёв Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1988.
7. Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. В 4-х томах. – М.: Недра, 1998.
8. Х.Суербаяев., Мұнай-газ ісінің негіздері. Астана-2008ж, «Фолиант» баспасы
9. Нұрсұлтанов Ғ.М., Мұнай және газды өндіріп, өңдеу. Алматы «Өлке» 2000 ж.
10. . Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Академия, 2003.

Протокол анализа Отчета подобию Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобию, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Абдуллаева Айзада Мухиатдинқызы

Название: Аномальді тімен бабат ысымы жадайында ыларды игеру технологиясын өңдеу

Координатор: Мурат Молдабеков

Коэффициент подобию 1: 0.5

Коэффициент подобию 2: 0

Замена букв: 7

Интервалы: 0

Микропробелы: 2

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобию констатирую следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
Дата

.....

Подпись Научного руководителя

РЕЦЕНЗИЯ

магистрлік диссертацияға
(жұмыс атауы)

Абдуллаева Айзада Мұхиятдинқызы
(Студенттің аты-жөні)

7M07202 – «Мұнай инженериясы»
(шифр және мамандық атауы)

Тақырыбы: «Аномальді төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу»

Орындалды:

а) түсініктеме 60 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Диссертациялық жұмыста айтарлықтай кемшіліктер байқалған жоқ.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Рецензияланып отырған жұмыстың негізгі мәселелері қабат қысымы төмен жағдайларға сәйкес келетін, аэрацияланған бұрғылау ерітінділерінің бітегіш қасиетін зерттеу және өңдеу, өнімді қабат таужыныстарының кеуектері мен жарықшаларын ауа көпіршіктерімен бітеу әдістерін зерттеу және өңдеу, буферлік сұйық ретінде қолданылатын сұйық құрамының кольматациялаушы қасиетін зерттеу, қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыларды цементтеу технологиясын зерттеу және өңдеу болып табылады. Автордың жұмысының мақсаты технологиялар мен тіреуіштің қасында керекті биіктікке төменгі қабатты қысым шартында цементтелген ұңғыма технологиясын өңдеу, ауаның көпіршіктерімен өтімділік горизонтты тығындауышты жою техникасын өңдеу болып табылады. Және де, бар қарастырған мәселелерінің шешімін табуға үлесін қосты.

Диссертацияның дәйекті байланыс құрылымы бар. Магистрлік дәреже алу үшін диссертацияға қойылатын талаптарға сәйкес келеді, мемлекеттік емтихан комиссиясының алдында қорғауға ұсынылады және "95%" лайық, ал оның авторына "техникалық ғылымдар магистрі" академиялық дәрежесін беруге болады деп есептеймін.

Рецензент

К.т.н. ген. директор ТОО «НЦП Петролеум Инжиниринг Консалтинг»
(атағы, дәрежесі)

Исмаилов А.А.

2021 г.



Ғылыми жетекшінің магистрлік диссертацияға пікірі

Магистрант: Абдуллаева Айзада Мухиатдинқызы

Мамандығы: 7M07202 – «Мұнай инженериясы»

Магистрлік диссертация тақырыбы: «Аномальді төмен қабат қысымы жағдайында ұңғыларды игеру технологиясын өңдеу»

Жұмыстың негізгі мәселелері қабат қысымы төмен жағдайларға сәйкес келетін, аэрацияланған бұрғылау ерітінділерінің бітегіш қасиетін зерттеу және өңдеу, өнімді қабат таужыныстарының кеуектері мен жарықшаларын ауа көпіршіктерімен бітеу әдістерін зерттеу және өңдеу, буферлік сұйық ретінде қолданылатын сұйық құрамының кольматациялаушы қасиетін зерттеу, қабат қысымы төмен жағдайларда ұңғыларды цементтеу технологиясын зерттеу және өңдеу болып табылады. Автордың жұмысының мақсаты технологиялар мен тіреуіштің қасында керекті биіктікке төменгі қабатты қысым шартында цементтелген ұңғыма технологиясын өңдеу, ауаның көпіршіктерімен өтімділік горизонтты тығындауышты жою техникасын өңдеу болып табылады. Және де, бар қарастырған мәселелерінің шешімін табуға үлесін қосты.

Жұмысты дұрыс, ұқыпты және жақсы орындағанын ескере отырып, оның авторы Абдуллаева Айзаданы 7M07202 - «Мұнай инженериясы» мамандығы бойынша магистр атағын беруге лайық деп есептеймін. Диссертацияны жазу барысындағы Айзада өзін жоғарғы деңгейде көрсете білді.

Ғылыми жетекші:  / Молдабеков Мурат Сманович /
(қолы) Т.А.Ә.)

Атқаратын қызметі:
PhD докторы

«25» 06 2021ж.