

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ӘОЖ: 622.245.42 (043)

Қолжазба құқығында

КАБДУШЕВ АРМАН АРСТАНГАЛИЕВИЧ

**Тиімді тампонаждық материалдарды қолдану арқылы ұңғыманы
аяқтаудың сапасын арттыру**

6D070800 –Мұнай газ ісі

Философия докторы(Ph.D)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми жетекшілер:
техн. ғыл.канд., ассоц. проф.
Исмаилов А.А.
техн. ғыл.докт., проф.
Агзамов Ф.А. (РФ)

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2018

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	5
АНЫҚТАМАЛАР	6
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	7
КІРІСПЕ	8
1. ҰҢҒЫМАНЫ АЯҚТАУДЫҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ МЕН ТӘЖИРИБЕСІ	12
1.1 Ұңғыма құрылысының геологиялық-техникалық жағдайларын талдау	12
1.2 Тампонаждық ерітінділердің фильтрациялық сипаттамаларымен байланысты, цементтеу кезіндегі күрделі жағдайлар	17
1.3 Тампонажды ерітінділерді қолдану арқылы цементтеудің сапасын арттырудағы тәсілдер мен технологияларды талдау	21
1.4 Бірінші бөлім бойынша тұжырым	37
2. ЦЕМЕНТТІ-СУЛЫ СУЗПЕНЗИЯЛАРДАҒЫ СҮЗГІЛЕНУ ЖӘНЕ СУДЫ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІН ТАЛДАУ	39
2.1 Цементті ерітінділердің субергіштік, су бөлу және сүзгілену процестерінің теориясы	39
2.1.1 Тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне субергіштіктің әсері	42
2.2. Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендетудің тәсілдерін талдау	45
2.3 Цементтік ерітінділердің седиментациялық орнықтылығын жоғарлату тәсілдерін талдау	52
2.4 Тығындау ерітінділерінің сүзгілену қасиеттерін басқару үшін реагенттерге қойылатын талаптарды негіздеу	54
2.5 Субергіштікті төмендеткіш реагенттерді негіздеу және таңдау	58
2.6 Екінші бөлім бойынша тұжырым	64
3. ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫН ТАҢДАУ МЕН ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІН ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРДІ ӨҢДЕУДІ НЕГІЗДЕУ	65
3.1 Зерттеу нысандарын негіздеу	65
3.2 Тығындау ерітінділерінің сүзгілену қасиеттерін зерттеу әдістемесі	71
3.3 Тығындау ерітінділерінің технологиялық қасиеттерін зерттеу әдістемесі	72
3.3.1 Тығындау ерітіндісінің газдың енуіне орнықтылығын зерттеу	74
3.4. Тығындау тасының физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу әдістері	75
3.4.1 Цемент тасының құбырмен ілінісуін анықтау	76
3.4.2 Тығындау тасының ұлғаюға зерттеудің әдістемесі	77

3.5	Тығындау қоспаларын дайындау технологиясын негіздеу	77
3.6	Эксперимент мәліметтерін жоспарлау және нәтижелерді өңдеу әдістемесі	79
3.7	Үшінші бөлім бойынша тұжырым	82
4.	ТЫҒЫНДАУ ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕРІ	84
4.1	Тығындау ерітінділерінің қасиеттеріне полиэлектrolиттік реагенттердің әсерін зерттеу	84
4.1.1	Тығындау ерітіндісінің субергіштігіне полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	84
4.2.2	Тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығына полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	90
4.2.3.	Цемент ерітіндісінің реологиялық қасиеттеріне ПАК реагентінің әсері	92
4.2.4.	Цемент ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығына полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	93
4.2.5.	Тығындау ерітіндісінің қатаю жылдамдығына полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	95
4.2.6	Полиэлектrolиттік реагенттері бар тығындау ерітінділері үшін арналған пластификаторларды таңдау және оны негіздеу	97
4.2.7.	Цемент тасының беріктілігіне полиэлектrolиттердің әсері	101
4.3	Құрамында полиэлектrolиттік реагенттері бар тығындау ерітінділерін дайындау технологиясының олардың қасиеттеріне әсері	102
4.4	Цемент тасының құрылымды-механикалық қасиеттеріне полиэлектrolиттік реагенттің әсері	104
4.5	Цемент тасының адгезиялық қасиеттеріне полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	105
4.6	Полиэлектrolиттік реагенті бар, тығындау ерітінділерінің басқа сұйықтықтармен үйлесімділігін бағалау	105
4.7	Цементтің қатуын күту периодында газдың тығындау ерітіндісіне енуіне полиэлектrolиттік реагенттердің әсері	106
4.8.	Құрамында полиэлектrolиттері бар тығындау материалының ұлғаюын зерттеу	109
4.9	ПАК полиэлектrolитінің жоғары температурада қолданылу мүмкіндігін зерттеу	110
4.10	Субергіштігі төмен тығындау ерітіндісінің рецептурасын жасау	111
4.11	Төртінші бөлім бойынша тұжырым	113
5.	ЖҰМЫСТЫҢ АПРОБАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ӨНДІРІСТЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУҒА ДАЙЫНДАУ	115
5.1	Оңтүстік Батыс Камышытовое кенорнының геологиялық құрылым ерекшеліктері	115

5.2	Шегендеу тізбегін цементтеу бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізу	116
5.3	Полиэлектролит қоспалары бар арнайы тығындау материалдарын өндірісте дайындау	119
5.4	Полиэлектролит негізіндегі тығыздау ерітінділерін қолданудың күтілетін эконмикалық тиімділігі	121
5.6	Бесінші бөлім бойынша тұжырым	123
	ҚОРЫТЫНДЫ	124
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	125
	ҚОСЫМША А- Құрамында ПАК реагенті бар, 3 түрлі әдіспен дайындалған нұсқалардың иілу мен сығылу бойынша цемент тасының беріктігіне әсері	
	ҚОСЫМША Ә- Әртүрлі С/Ц қатынасындағы қоспасыз цемент тасының абсолют өткізгіштігі	
	ҚОСЫМША Б- Зертханалық зерттеулердің акті	
	ҚОСЫМША В- Ендіру акті.	

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі стандарттарға сілтемелер берілген:
ҚР МЖМБС 5.04.034 – 2011 «Қазақстан Республикасының Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты. Жоғары оқу орнынан кейінгі білім. Докторантура» Негізгі ережелер ҚР білім және ғылым министрімен бекітілген. «17» маусым 2011ж №261 Астана 2011.

«Диссертацияларды және авторефераттарды рәсімдеу бойынша нұсқаулық», ҚР БҒМ, Жоғарғы аттестаттау комитеті, Алматы 2004

МЕСТ 7.32-2001.- Ғылыми зерттеу жұмыстары туралы есеп. Рәсімдеудің ережесі мен құрылымы. Астана, 2001

МЕСТ 7.1-2003. Библиографиялық жазба

ҚР СТ 34.007 – 2002. Ақпараттық технология. Телекоммуникациялық желілер. Негізгі терминдер мен анықтамалар.

Қазақстан Республикасының 2004 жылдың 5ші шілдедегі № 567-ІІ «Байланыс туралы» Заңы.

Халықаралық стандарттар:

ГОСТ 1581-96 Тампонаждық портландцементі. Техникалық шарттар

ГОСТ 26798.1-96 Тампонаждық цементтер. Сынау әдістері.

ГОСТ 26798.2-96 I-Gжәне I-H классының тампонаждық цементтері. Сынау әдістері.

ГОСТ 310.2-310.4-76 Цементтер. Сынау әдістері.

.

АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі терминдерге сәйкес анықтамалар қолданылған:

Тығындау ерітіндісі	-ұңғыманы бекіту үшін қолданылатын, қатаю мүмкіндігі бар гетерогенді дисперсті жүйе
Еріту сұйықтығы	-гетерогендік тығындау ерітінділерінің дисперстік ортасы
Цементтік тас	-тығындау цементтері мен құрамындағы басқа да қоспалардың негізіндегі суспензиялардың қатаюынан туындайтын жасанды қатты дене
Тығындау цементі	құрамында бір немесе бірнеше байланыстырушы заттары мен тығындау ерітіндісінің қасиеттерін реттеуге арналған қосымшалары бар ұнтақ тәрізді материал
Байланыстырушы зат	өзіндік ерекше химиялық қасиеттерінің есебінен қатаю үдерісін қамтамасыз ететін, тығындау ерітіндісінің бөлігі

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

API	—	Американдық мұнай институты
ВПК	—	Суда еритін катиондық полиэлектролит (сұйық күйде)
С/Ц	—	Су-цемент қатынасы
ГЭЦ	—	Гидроксиэтилцеллюлоза
ДНС	—	Динамикалық ығысу күші (Динамическое напряжение сдвига)
КМОЭЦ	—	Карбоксиметилоксиэтилцеллюлоза
КМЦ	—	Карбоксиметилцеллюлоза
КССБ	—	Конденсацияланған сульфит – спирттік барда
ОЭЦ	—	Оксиэтилцеллюлоза
СК	—	Субергіштік көрсеткіші
ПЦТ	—	Портландцемент
СНС	—	Статикалық ығысу күші (Статическое напряжение сдвига)
АҚШ	—	Америка құрама штаттары
ФХЛС	—	Феррохромлигносульфанат
ISO	—	Стандарттау жөніндегі халықаралық ұйым
ПТ	—	Пластикалық тұтқырлық
ҮР	—	Статикалық ығысу
ПАК	-	Катиондық полиэлектролит (құрғақ күйде)
АКЦ	-	Акустикалық цементометрия
СК	-	Субергіштік көрсеткіші
ЦА	-	Цементтеу агрегаты
УО	-	Тығындау ерітіндісін араластырғыш
СМН	-	Құрғақ қоспаны араластырғыш

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі. Елбасымыз Н.Ә.Назарбаевтың қолдауымен жүзеге асырылып келе жатқан Қазақстан Республикасының жасыл экономика принциптерін орындау аясындағы тұжырымдаманың кезеңдерінде «табиғат қорларын тиімді пайдалану» деп көрсетілгендей [1], мұнай және газ саласының тұрғысынан алғанда ұңғыманы аяқтау сапасын арттырудағы маңызды бағыттардың бірі болып, ұңғыманың сенімді және ұзақ мерзімді оқшаулануын қамтамасыз ету, тұщы су қабаттары мен өнімді қабаттардың ластануын азайту саналады.

Ұңғыманы аяқтаудың сапасын жоғарылату мәселесін шешудегі жолдардың бірі болып, ұңғыма құрылысының әртүрлі кезеңдеріндегі, әсересе шегендеу тізбектерін цементтеу кезінде пайда болатын қиындықтардың алдын алу және болдырмау. Өйткені, сапасыз орындалған ұңғыманы цементтеу жұмыстары келесідей зардаптарға алып келуі мүмкін[2] :

- жөндеу мақсатында жүзеге асырылатын цементтеу жұмыстарына қосымша шығынның қажеттілігі;

- ұңғыманы пайдалану барысында мұнай өндіруді тоқтату;

- ұңғымалардың өнімділігін жоғарылату мақсатында қолданылатын технологиялар тиімділіктерінің төмендеуі.

Сонымен бірге, ұңғыма саңылаусыздығының бұзылуы жоғары жатқан қабат суларының ұңғымаға енуінің нәтижесінде шығатын көмірсутектің өздігінен басылып қалуына, тіпті ұңғыманың нашар техникалық күйінен ұңғыманың түбегейлі жойылуын алып келуі мүмкін. Сондықтан, ұңғыманы аяқтау кезеңінде, пайдалау тізбектерін цементтеудің сапасын жоғарылату үшін цементтеу процесіндегі техника мен технологияны және тиімді қоспаларды қолдану арқылы тампонаждық ерітінділерді жетілдіру қажет [2,3].

Ұңғыманы цементтеудегі қол жеткізілген жетістіктерге қарамастан, көптеген мәселелер толық шешілген жоқ. Мысалы, су мен газдың шегендеу тізбегінің сыртымен орын ауыстыруы, көшуі (миграция); шеген тізбектерін цементтеу барысында циркуляцияның жоғалуынан болатын күрделі жағдайлар.

Цементтеу кезіндегі күрделі жағдайлармен қатар, өнімді қабаттың коллекторлық қасиеттерін сақтау мен технологиялық сұйықтықтардың (бұрғылау ерітінділері, тампонаждық ерітінділер, буферлік сұйықтықтар) өнімді қабатқа кері әсерін төмендету мәселелері де туындайды. Өнімді қабаттың ластану деңгейі сұйықтықтар мен ерітінділердің түріне, өнімді қабаттың физикалық қасиеттеріне және ұңғыманы аяқтау әдісіне байланысты. Тампонаждық ерітінділер коллектордың геологиялық ерекшеліктеріне, яғни тау жынысы мен кеуектегі сұйықтықтың қасиеттеріне, температурасына, жобаланған тампонаждық ерітіндінің тығыздығына және коллектордағы қысымға байланысты таңдалынады. Тампонаждық ерітінділер өткізгіштігі жоғары қабаттарға үлкен гидродинамикалық күштің әсерінен, көптеген мөлшерде дисперстік ортаны, яғни ерітіндінің сұйықтығын бөлетіні жалпыға мәлім. Тампонаждық және бұрғылау ерітінділерінің өнімді қабатқа тиігізетін

кері әсерін төмендетудің бір әдісі – сол ерітінділердің субергіштігін азайту болып саналады. Сондықтан, цементтеу процесіндегі тампонаждық ерітінділердің өнімді қабатты ластауын болдырмаудағы бағыттардың бірі- тампонаждық ерітінділердің су бөлу мөлшерін азайту [2,4].

Бұл бағытта Ф.А.Агзамов, С.Ф. Комлеваның еңбектері мен зерттеу жұмыстары жасалған [2-6]. Сонымен бірге, қазіргі кезде тампонаждық ерітінділердің су бергіштігін азайтуға бағытталған көптеген тампонаждық материалдар мен химиялық қоспалар шығарылуда. Бірақ субергіштікті азайтатын көптеген химиялық реагенттер тампонаждық ерітіндінің басқа технологиялық көрсеткіштеріне кері әсер тиігізеді немесе қажетті су бергіштікті қамтамасыздандыра алмайды. Сондықтан, жоғарыда аталған мәселелердің шешімі бола алатын және тиімді тампонаждық ерітінділерді жасау ұңғыманы аяқтау сапасын арттыру үшін маңызды болып саналады.

Жұмыстың мақсаты: тығындау ерітіндісінің субергіштігін жаңа және тиімді материалдарды қолдану арқылы төмендетіп, ұңғыманы цементтеудің сапасын арттыру.

Алға қойылған мақсатқа жету үшін мынадай **міндеттер алға қойылып, орындалды:**

1-ші міндет. Ұңғымаларды бірінші ретті цементтеудің қазіргі кездегі мәселелерін талдау.

2-ші міндет. Ұңғыманы цементтеу сапасын арттыратын тығындау материалдарына қойылатын талаптарды негіздеу.

3-ші міндет. Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендетуші қосымшаларды зерттеу және олардың тиімді түрлерін анықтау.

4-ші міндет. Субергіштігі төмен тығындау ерітіндісінің рецептурасын жасау

Зерттеу нысаны: тығындау материалдары және ұңғыманы цементтеудегі олардың қолданылу ерекшеліктері.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы

1.ПАК реагентінің тығындау ерітіндісінің технологиялық қасиеттеріне әсері алғаш рет зерттелді.

2.ПАК реагентінің цементпен бірге дезинтеграторда өңделген қоспасының тығындау ерітіндісінің технологиялық қасиеттеріне әсері алғаш рет зерттелді.

3.ПАК реагенті қосылған тығындау ерітіндісінің цемент тасының көлемін ұлғайтушы қосымшалармен өзара сәйкестігі зерттелді.

4.Тығындау ерітіндісінің гидростатикалық қысымының төмендеуі мен құрылым түзу кинетикасы және жаңа реагенттерді қолдану кезінде ұңғымаға газдың ену мүмкіндігі арасындағы байланыс анықталды.

5.Ұңғымаға газдың енуін алдын алудағы ПАК реагентінің тиімділігі дәлелденді.

Диссертациялық жұмыстың практикалық құндылығы

Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендетуші реагент ретінде және цементтің қатуын күту кезінде газдың ұңғымаға енуін қамтамасыз ететін ПАК полиэлектролитін қолданудың тиімділігі көрсетілді.

Ұңғыманы цементтеудің сапасын арттыруға бағытталған, субергіштігі төмен тығындау ерітіндісінің рецептурасы жасалған.

Дезинтеграторлық технология бойынша құрамында ПАК реагенті бар субергіштігі төмен тығындау ерітінділерін алудың технологиясы негізделген.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Атырау маңындағы кенорындардың ұңғымаларын цементтеу кезінде қолданылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми қағидалар мен нәтижелер

1. Катиондық полиэлектролиттердің тығындау ерітіндісінің субергіштігін төмендету үшін қолданылу тиімділігін дәлелдеу және құрамында ПАК реагенті, пластификаторлар және басқа да модификациялаушы қоспалары бар портландцемент негізіндегі тығындау қоспаларын эксперименттік зерттеу нәтижелері.

2. Технологиялық қасиеттері МЕСТ талаптарына сай келетін және субергіштігі төмендетілген тығындау ерітіндісі.

3. Цементтің қатуын күту мерзімінде құрылым түзу кинетикасы, гидростатикалық қысымның төмендеуі және қабат газының ұңғымаға цемент ерітіндісі арқылы ұңғымаға ену мүмкіндігі арасындағы орнатылған байланыс және газдың ұңғымаға енуіне катиондық полиэлектролиттердің әсерін зерттеу нәтижелері.

4. Цемент ерітіндісімен бірге ұнтақ тәрізді катиондық полиэлектролитті дезинтеграторлық өңдеу арқылы тығындау материалын алу технологиясы.

Зерттеу жұмысының сыннан өтуі. Зерттеу жұмысының негізгі мәселелері диссертанттың жарияланған ғылыми мақалаларында, жоғарғы оқу орындары арасында өткен ғылыми-теориялық және ғылыми-практикалық конференцияларда көпшілік назарына ұсынылды. Диссертацияның негізгі тұжырымдары: «Геологоразведочное и нефтегазовое дело в XXI веке» (Алматы қаласы, 2016ж), «Современные технологии в нефтегазовом деле» (г. Уфа қаласы (РФ) 2017ж, 2018ж), «Мұнай инженериясы» кафедрасының 1-ғылыми симпозиумында (Алматы қаласы, 2018ж), М.Х. Дулати атындағы Тараз Мемлекеттік Университетінің «Мұнай-газ ісі» кафедрасында талқыланды.

Басылымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 11 ғылыми жұмыста жарық көрген. Соның ішінде Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің тізіміндегі журналдарда - 4 мақала, Scopus базасына тіркелген журналдарында – 2 мақала және халықаралық конференциялардың материалдарында - 5 мақала жарияланған. 1 патентке тапсырыс берілген (тіркеу номері №2018/03071, от 15.05.2018 г.).

Диссертациялық жұмыс «Өндірістің экологиялық орнықтылығы мен тиімділігін жоғарылатуға арналған жаңа материалдар мен технологияларды жасау саласындағы химиялық кластердің инновациясын ғылыми-техникалық негіздеу» атты мемлекеттік бағдарламасы аясында орындалып, жалғасын табуда (бағдарлама ИРН: BR05236302).

Диссертацияның құрлымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, әрқайсысында қорытындылары бар бөлімдерден, негізгі қорытындылардан, әдебиеттер тізімінен және қосымшадан тұрады.

Диссертация 134 қағаз беттерінде баяндалған, онда 37 суреттер, 44 кестелер, 153 атаулардан тұратын қолданылған әдебиеттер тізімі мен 4 қосымшасы бар.

1 ҰҢҒЫМАНЫ АЯҚТАУДЫҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ МЕН ТӘЖІРБИЕСІ

1.1 Ұңғыма құрылысының геологиялық-техникалық жағдайларын талдау

Еліміздегі негізгі мұнайлы-газды аудандарға Каспимаңы ойпаты, Шу-Сарысу ойпаты аудандары жатады. Соның ішінде Каспимаңы ойпатында тұз үсті, тұзды және тұз асты кешендерінің жиынтығынан тұрады[6].

Тұз үсті кешені негізінен, яғни саздар, аргилиттер, құмтастар және басқа да терригенді тау жыныстардан құралған, бірақ жоғарғы бор, юра және төменгі триас жасындағы шөгінділердің құрамында карбонатты тау жыныстардан тұратын қабаттары бар[6,7]. Сонымен бірге бұл кешен арыны жоғары су горизонттарының болуымен де ерекшеленеді. Тұзды кешен негізінен галогендік тау жыныстардан құралған. Тұз асты кешені негізінен алевролитті-эктасты аргилиттер, эктасты құмтастар сияқты терригенді-карбонатты тау жыныстардан тұрады[7].

Амангелді кен орны орналасқан Шу-Сарысу ойпатының құрылымында бір-бірнен литологиялық –фациальдық және құрылымдық ерекшеліктері бойынша ерекшеленетін үш құрылымдық қабатты бөліп қарауға болады. Олар: жоғарғы платформа түріндегі қабат; квазиплатформалық қабат және қатпарлы іргетас түріндегі қабаттар[7,8].

Жоғарғы платформа түріндегі қабат квазиплатформалық құрылымдық қабаттың шөгінділерінде орналасқан. Негізінен шығу тегі теңіздік және континентальдік болып келетін терригендік тау жыныстардан тұрады. Бұл құрылымдық қабат жоғарғы бор, палеогендік, неогендік, және төрттік дәуір шөгінділерін мезазойлық қабатпен біріктерді.

Ортаңғы құрылымдық қабат қатпарлы іргетастың құраушы тау жыныстарының үстіне орналасқан және негізінен девон, карбонның және перьмнің терригендік, галогендік және карбонаттық шөгінділерінен құралған.

Төменгі құрылымдық қабатта палеозойға дейінгі және төменгі палеозойдың метаморфтық – интрузивті және шөгінді-жанартаулық шөгінділері бар[7,8].

Еліміздің көптеген мұнай ұңғымаларында жасалған цементтеу жұмыстарының сапасына талдау жасалып[9], ұңғыманың аяқталу сапасын төмендететін негізгі факторлар ретінде мыналар көрсетілген.

- орнықты емес тау жыныстардың болуы;
- қабат қысымы төмен қабаттардың болуы
- цемент тасына әсер ететін үлкен механикалық жүктемелер;
- жұмысшылардың ұңғыманы бекіту бойынша нұсқаулықта көрсетілген талаптарды орындамауы

Орнықты емес тау жыныстардың ұңғыма қимасында болуы ұңғыманы бұрғылау кезіндегі қабырғасының құлауы, күрделі жағдайлардың пайда болуына алып келеді. Қабат қысымы төмен қабаттардың болуы тампонаждық ерітіндіні жобаланған деңгейге дейін тізбек сыртында көтеру қиындығына алып

келеді. Яғни бұл жағдайда гидравликалық жарылыстың әсерінен цементтік қабатқа жұтылуы қауіпі туындайды. Механикалық жүктемелерге негізнен кумулятивті перфорация, қабатты гидравликалық жару сияқты әдістерді қолдану жатады. Аталған факторлар мен одан тарайтын зардаптарды еліміздің көптеген мұнай және газ кенорындарында байқауға болады.

Жекелеген кенорындар бойынша алсақ, Солтүстік Бозашы кенорнында 1974 – 2000 жылдар арасында, және 2003-2004 жылдар арасында қазылған ұңғымалардың нашар цементтелгендігі туралы мәліметтер ғалымдардың еңбектерінде[10] келтірілген. Мысалы бірінші кезеңде, яғни 1974-2000 жылдар арасында қазылған 97 ұңғыманың 72 ұңғымасы нашар цементтелуіне байланысты мүлде жойылған. 2003-2004 жылдар арасында қазылған 15 ұңғыманың барлығында газ бен судың ұңғымаға ену жағдайлары анықталған. Мақала авторлары осы мәліметтерге байланысты сапасыз цементтелген нәтижелердің негізгі себептерін тізген. Оларға мыналар жатады[10]:

- 300 метр тереңдікте орналасқан жоғары қысымды газ қабатының болуынан пайда болуы мүмкін газ бен судың миграциясы, көшуі;

- Төмен қысымды өнімді қабаттың гидравликалық жарылысынан болатын цементтеу процессінде циркуляцияның жоғалуы.

- Қабаттың гидравликалық жарылу қысымы төмен болуынан тығыздығы сәйкес келмейтін тампонаждық ерітіндіні қолдануы

- Қабат температурасының төмен болуы.

Мысалы, кондукторды цементтеу жұмыстары 20⁰С температурада жүргізілді және пайдалану тізбектерін цементтеу 36⁰С температурада жүзеге асырылды[10]. Төмен температура цемент ерітіндісінің қату уақытын баяулатуы мүмкін, нәтижесінде қату мерзімінің басталуы мен қату мерзімінің аяқталуы арасындағы уақыт ұзарған сайын, газдың ұңғымаға ену мүмкіндігі де артады. Сондықтан төмен температура тампонаждық ерітіндінің қату процесінде қабаттағы газдың ұңғымаға енуінің себебі болуы мүмкін.

Жоғарда көрсетілген факторлардың барлығы Солтүстік Бозашы кенорнындағы ұңғымалардың сапасыз цементтелуінің себептері болды[10].

Сол сияқты, елімізде аса терең емес (2500-3000 ға дейін) орналасқан газды және газдыконденсатты кенорындар бар. Мысалы, Шоғырлы-Шомышты (450м), Амангелді (2300), Қызылой, Толқын. Өндіріліетін газ көлемінің аудандарды қамтамасыз етуге жетіспеушілігіне байланысты, мемлекеттік деңгейде ілеспе газды жақпай қайта пайдалану, ұңғымалардың цементтелу сапасын арттыру сияқты көптеген іс- шараралар қолданылды.

Ұңғыманы цементтеу сапасын арттыру мәселесіне қатысты келесідей талаптар қабылданған[11]:

- барлық газ ұңғымалары сағаға дейін цементелуі тиіс.

- ұңғыманы пайдалану кезінде тізбек аралық қысымдар болмауы қажет;

- қабат флюидтері мен сулардың шегендеуші тізбек сыртындағы қозғалысы болауы шарт.

Ұңғымаларды цементтеу тұрғысынан алғанда, жоғарда көрсетілген себептер мен талаптар еліміздің газды және газдыконденсатты кенорындарында

орын алатын негізгі мәселелерді қамтиды. Сонымен қатар цементтеу жұмыстарымен айналысатын компаниялар аталған саясатқа ұстану үшін және цементтеудің төмен сапалы нәтижелерімен күресу үшін қосымша төмендегі процестерге де көңіл аудару қажет[11]:

- цементтеу алдында ұңғыманы дайындау
- қабат қысымы мен гидравликалық жарылыс қысымын сапалы анықтау
- бұрғылау ерітіндісінің шығарылу деңгейін жоғарылату
- газ миграциясының алдын алу

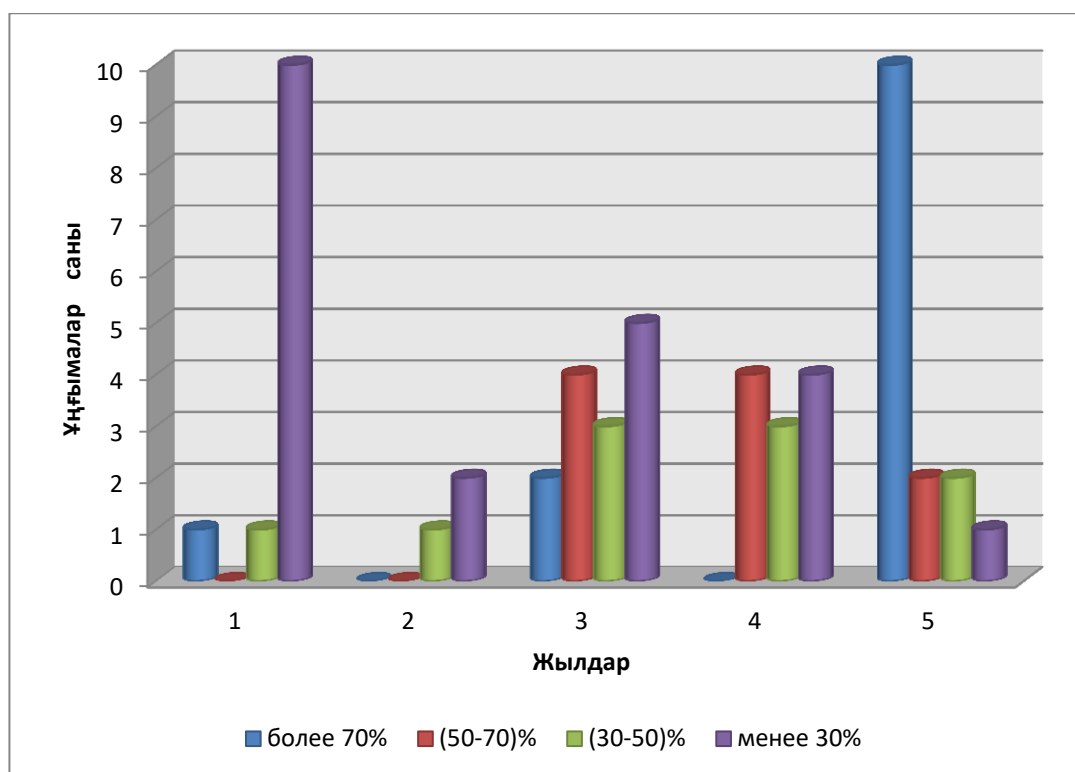
Шоғырлы-Шомышты кенорнында ұңғымаларды цементтеу барысында жоғарыда аталған талаптардың барлығы ескерілген тәжірибелік ұсыныстар да келтірілген. Авторлар[11] су негізіндегі полимерлік ерітінділерді қолданудың тиімділігін және оның Шоғырлы-Шомышты кенорнындағы барлау ұңғымаларына қатысты жақсы нәтиже бергендігін көрсетті. Сондай қоспалардың бірі болып тампонаждық ерітіндінің су бергіштігін азайтатын қоспалар саналады. Мысалы, Шоғырлы-Шомышты кенорнында FLAC[11] атты субергіштікті азайтқыштар қолданылды.

Өзен кенорнында да ұңғымалардың төмен сапалы цементтелуі байқалады. Мысалы, ұңғымалардың цементтелу сапасы 0,63-0,8 аралығында. Мақала авторлары[12] Өзен кенорнындағы цементтеу сапасының төмен болуын 500-1000 метр аралығындағы «әлсіз» горизонттардың ұңғыма қимасында болуынан тампонаждық ерітіндінің жобаланған деңгейге дейін толық көтерілмеумен байланыстырады. Көрсетілген аралықтарда тампонаждық материалдың жұтылуынан жоғарғы бөліктердегі саңылауларды жою үшін қосымша жөндеу жұмыстарының мөлшері артып келеді.

Өзен кен орынында 2009-2013 жылдары бұрғыланып, цементтелген ұңғымаларды бекіту сапасын талдау бойынша ұңғыманы сапасыз цементтеудің мәселелері анықталды[12,13]. Бұл талдау жұмыстарында 2009-2013 жылдардағы ұңғымалардағы цемент тасының шеген тізбегімен байланысу сапасы көрсетіледі (1 сурет).

Жалпы жүргізілген талдау бойынша шеген тізбегі мен цемент тасының арасындағы байланыстың сапасыз орындалғандығын көптеген ұңғымалардан байқауға болады.

Ең төмен сапада цементтелген ұңғымаларды 2009 жылдың нәтижелерінен байқауға болады. Мысалы, 2009 жылы бұрғыланған 10 ұңғымада цементтелу сапасы 30%-дан кем. 2013 жылы бұрғыланған ұңғымаларда цементтеу сапасының жақсарғанын байқауға болады. Мысалы, 2013 жылы бұрғыланған 10 ұңғымада пайдалану құбырларын цементтеу сапасы 70%-дан жоғары болды. Бірақ, талдау жұмыстарының қортындысында 2013 жылы бұрғыланған ұңғымалардың цементтеу сапасының жақсарғандығына қарамастан құбыр сырты кеңістігіндегі нашар байланысты және оқшаудың бойында саңылаудың болуымен байланысты мәселелері бар екенін көрсетіледі[13].



(1-2009ж, 2-2010ж, 3-2011ж, 4-2012ж, 5-2013ж)

1 сурет - 2009-2013 жылдардағы пайдалану тізбегінің сыртындағы цемент тасының ілінісу сапасы бойынша ұңғымалардың бөлінуі.

Ұңғымаларды сапасының төмен болуының негізгі себептері ретінде келесілер көрсетіледі:

- сұйықтықты сіңіру мен гидродинамикалық қысымдардың индекстерін кате есептеу;
- цементтеудің режимдерін, тампонаждық ерітіндінің қозғалыс жылдамдығын және цементтеудің тәсілін дұрыс таңдамау;
- өткізгіштігі жоғары аймақтарды өту кезінде цемент ерітіндісінің сусыздануы;

Жоғарыда келтірілген себептердің алғашқы екеуі цементтеу жұмыстарын жоспарлануына тікелей байланысы болса, соңғысы тампонаждық ерітіндінің рецептурасының дұрыс таңдалуына тәуелді. Соңдықтан, есеп беру жұмысының қорытындысында авторлар [13] тампонаждық ерітінділердің жаңа және тиімді рецептураларын жасау қажеттілігін атап көрсетеді.

Өзен кенорынындағы төмен сапалы цементтеу мәселесі сияқты, Амангелді газдыконденсат кен орынында ұңғыманы цементтеудің сапасымен байланысты мәселелер бар. АҚЦ қорытындысы бойынша цементтеудің сапасын бағалау нәтижелері төменде келтірілген.

Талдау жұмыстары жүргізілген ұңғымалардың барлық тізбектеріндегі цементтеу процессі қандай да бір күрделі жағдайсыз орындалған, цементтеу

процесінде циркуляцияның жоғалуы байқалған жоқ және барлық ұңғымада тампонаждық ерітінді ұңғыма сағасына дейін шыққан.

Акустикалық цементметрия (АКЦ) әдісінің нәтижелері бойынша бағаланатын, цементтеу сапасын бағалау аралық және пайдалану тізбектерін цементтеу сапасы ұңғымалар бойынша айрықшаланады, бірақ жалпы алғанда, сапасы қанағаттанарлық деңгейде. Аралық тізбектер бойынша цементтік тас пен шегендеуші тізбек арасындағы біріңғай мен жартылай байланыс аралықтарының қосындысы 117 мен 104 ұңғымалары үшін 72,2 және 88,5 пайызды құрайды. Пайдалану тізбектері бойынша цементтік тас пен шегендеуші тізбек арасындағы біріңғай мен жартылай байланыс аралықтарының қосындысы келесідей: жалпы тізбек бойынша- 54,5% (104-ұңғыма), 82,5% (117- ұңғыма) , ал аралық тізбегі біткен жерден бастап есептегенде 78,9% (104-ұңғыма), 92,6% (117- ұңғыма). Сонымен бірге тізбек аралық қысымның болмауы да оң нәтиже ретінде белгіленген[8,14].

Әрине, тек екі ұңғыма бойынша орындалған цементтеу жұмыстары бойынша ақпараттың болуы жалпы цементтеу сапасын бағалауға мүмкіндік бермейді, бірақ тампонаждық ерітінділердің рецептурасын жетілдірудің нәтижесі цементтеу сапасына оң әсері тигізетіні анық.

2003-2004 жылдары цементтелген ұңғымаларда кездескен күрделі жағдайлар (циркуляцияның жоғалуы, тампонаждық ерітіндінің жобаланған деңгейге дейін көтерілмеуі, цементтеудің нашар сапасы, яғни цемент тасы мен тізбек арасында байланыстың болмауы, тізбектер арасындағы қысым) 104 пен 117 ұңғымаларда болмады.

Бұл жердегі ескеретін жағдай Амангелді кенорнының ұңғымаларындағы оқпанның қимасының таулы-геологиялық сияптамасы сапалы цементтеудің нәтижелерін алу тұрғысынан өте күрделі болып келеді. Мұның себебі келесідей факторлардың болуымен шартталған: тұзды қабаттардың болуы, әртүрлі қысымды горизонттардың болуы, әртүрлі горизонттарда газды қабаттардың болуы. Ұңғымаларды бұрғылау және цементтеу процестері коллекторлардың жарықшақтылығымен және сонымен байланысты болып келетін жуу сұйықтары мен тампонаждық ерітінділердің қабатқа сіңірілуімен күрделене түседі. Бірақ, аталған бұл күрделі жағдайларға қарамастан, кестеде көрсетілгендей 2005 жылы ВПК-402 субергіштікті азайтқыш реагенттің қолдану арқылы цементтеуден ұңғыманы цементтеудің сапасы жақсарғанын байқауға болады [8,14].

Жалпы алғанда, цементтеу жұмыстарының сапасын жоғарылату үшін келесідей факторларды ескеру қажеттілігі туындайды:

- аралық тізбекпен пайдалану тізбегінің бірінші сатысын цементтеу үшін оқшаулаушы қасиеттері жоғары тампонаждық ерітінділерді қолдану қажет.

- өнімді қабаттағы коллектордың физикалық қасиеттерін сақтау мақсатында және цемент тасының ішінде газдық саңылаулардың пайда болуын болдырмау үшін пайдалану тізбегінің бірінші сатысын цементтеуге арналған тампонаждық ерітінділердің субергіштік мөлшерін 30 см³/30 мин, ал

техникалық тізбекке Американдық мұнай институтының стандарттары бойынша $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ мөлшерінен асырмау қажет.

-цемент тасының ішінде газдың каналдардың түзілуін болдырмау үшін цемент ерітіндісінің қатуының басталуы мен аяқталуы арасындағы уақыт аралығын азайту қажет.

1.2 Тампонаждық ерітінділердің фильтрациялық сипаттамаларымен байланысты, цементтеу кезіндегі күрделі жағдайлар

Бірінші ретті цементтеудің негізгі міндеті біркелкі, берік, өткізбейтін және ұзақ мерзімді окшаулаушы цемент тасының шегендеу құбырының айналасындағы сақинасын қалыптасыруға қол жеткізу.

Қабаттарды бір-бірнен ұзақ мерзімді окшаулаудан және шегендеу тізбектерін тоттанудан қорғаудан бөлек, ұңғыманы цементтеу кезінде өнімді горизонттардың бірінші ретті коллекторлық қасиеттерін сақтау жөніндегі міндеттерде орындалуы қажет[2,15,16].

Ұңғыманы аяқтау кезеңінде ұңғыманы бұрғылау процесіндегідей цементтеу процессі де өнімді қабаттың фильтрациялық- сиымдылық қасиеттеріне кері әсерін тигізетін ұңғыма құрылысының кезеңдерінің бірі болып саналады. Бұл жағдай тампонаждық ерітінділердің бойында суды ұстау мүмкіндігінің төмен болғандығынан, құрамындағы байланыспаған суды 1-2 минут ішінде қабатқа беретіндігіне негізделген [2,17,18].

Цемент ерітіндісінен бөлінетін байланыспаған судың жалпы көлемі бұрғылау сұйықтығымен салыстырғанда бірнеше есе аз болғанымен өнімді қабаттың фильтрациялық қасиеттеріне әсері жоғары болып келеді. Өйткені бұрғылау ерітіндісінің сүзіндісі цемент ерітіндісінің сүзіндісіне қарағанда коллекторда ерімейтін тұнбалар түзбейді (X.M. Yang and Mukul M. Sharma.1991) Цемент ерітіндісінің фильтратының өнімді қабатқа қатысты зиянды әсері – фильтраттың құрамында үлкен мөлшерде $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -тің болуымен түсіндіріледі. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ коллектордың тау жыныстарымен өзара әсерлесіп, еріген күйде де, және дисперстіліктің коллойдты дәрежесіндегі түйіршік түрінде де коллектордың өткізгіштігін төмендетеді. Кейбір мәліметтер бойынша цемент ерітіндісінің фильтраты өнімді қабаттың өткізгіштігін 40-50 % дейін төмендетуі мүмкін [19]. Тампонаждық материалдар үшін, оның фильтрациялық қасиеттерін сипаттаушы көрсеткіш ретінде шартты субергіштік саналады. Көптеген қарапайым цемент ерітінділері үшін 30 мин ішінде $200-500 \text{ см}^3$ немесе оданда көп болуы мүмкін. Американдық мұнай институтының (API) API RP 10B-2/ISO 10426-2. стандарттарына сәйкес субергіштігі төмен цемент ерітінділеріне $100 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ аз ерітінділер жатады, ал бұл көрсеткіштің шамасы $500 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ болғанда ерітінділер үлкен субергіштікке ие деп саналады [20].

Бұл көрсеткіштің маңыздылығын ескере отырып, көптеген мұнай және газ компаниялары цементтеу жұмыстарымен айналысатын сервистік

компаниялардан субергіштігі $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин.}$ аспайтын тампонаждық ерітінділерді қолдануды талап етеді.

Цементтік ерітіндінің фильтратының өнімді қабаттағы фильтрациялық-сиымдылық қасиеттеріне әсер етуі Мариампольский Н.А., Каримовтың Н.Х. және басқа да ғалымдардың еңбектерінде терең зерттелген [21-25]. Жүргізілген жұмыстарда цемент фильтратымен ығысытырылған соң керндердің өткізгіштігінің қалпына келу коэффициенті 60% дан аспаған.

Мұнай және газ ұңғымаларын цементтеудегі мәселелерді талдай отырып, өнімді қабаттың өткізгіштігін кем дегенде 2 есеге дейін төмендететін негізгі факторлар анықталған [25,26]. Яғни:

- коллектордың кеуктеріне тампонаждық ерітінді фильтратының енуі;
- фильтрацияның каналдары болып саналатын, қабаттардағы микро және макро жарықшақтарды цементтеу;
- ұңғыманың түп маңы аймағында цементтік сақинаның болуынан фильтрациялық кедергілердің жоғарылауы;

Цемент фильтратының рН –мөлшері 12 ден жоғары болғандықтан сілітілі ортаға жатады. Тығындау ерітіндісінің бұл қасиетін ұңғыманы цементтеуде цемент ерітіндісін бұрғылау ерітіндісінен ажырату үшін қолданады. Ал, қабаттың ластану жағдайына қатысты жоғары сілітілі орта саз түйіршіктерінің және матрицадағы ұсақ түйіршіктердің бөлініп, тереңге енуіне жағдай жасайды.

Одан бөлек кварц түйіршігі мен жоғары сілітілі фильтрат арасындағы химиялық реакция нәтижесінде кальций силикатының гидраты тұнба түзуі мүмкін.

Тығындау ерітіндісінің фильтратының құрамындағы жеке заттарды және олардың өнімді қабаттың өткізгіштігіне әсерін зерттеген шет елдік ғалымдар Cunningham және Smith (1968) субергіштікті азайту арқылы өнімді қабаттың ластануын болдырмауға болады деп пайымдаған. Krueger (1986) сканерлік электрондық микроскоп арқылы ластану деңгейі фильтраттың мөлшеріне тәуелді екендігін дәлелдесе, Smith әртүрлі керндерді зерттеу кезінде цемент фильтратының өткізгіштікке кері әсерін, тіпті 60 %-дан 90 %-ға дейін төмендетуі мүмкін екендігін дәлелдейді.

Х.М. Yang and Mukul M. Sharma (1991) авторлары өздерінің жүргізген зерттеулеріне сүйене отырып, коллектордың ластануын тұнба түзілу жиілігі мен конвекциялы ағымның жылдамдығына тәуелділігімен байланыстырады. Сонымен бірге, авторлар фильтраттарды тұнба түзу жиілігіне байланысты жоғары жиілікті және төмен жиілікті деп екіге бөліп, тұнба түзуі жоғары жиілікті фильтраттардың коллектор өткізгіштігін төмендетіндігін көрсетеді.

Бірақ біздің ойымызша, бұл жерде өткізгіштіктің өзгеруі, керннің қысқа болуы және коллектордың түрі сияқты факторлар ескерілмеген. Егер осы тәжірибиені аталған факторларды ескеретін болсақ кез келген цемент фильтратының ластайтындығын көрсетуге болатын еді.

Дегенмен, авторлар (Х.М. Yang and Mukul M. Sharma.1991) целлюлоза негізіндегі субергіштікті төмендетуші қосымшалардың синтетикалық

полимерлерге қарағанда өніміді қабатты ластаушы қасиеттерінің жоғары екендігін айрықшалайды.

Өнімді қабатқа кері әсер етуден бөлек, тампонаждық ерітінділердің бойында сұйықтықты ұстап тұру мүмкіндігінің төмен болуы ұңғыманы цементтеу процесіне әсер етіп, цемент ерітінділерін ұңғымаға айдау және сақиналы кеңістікке ығыстыру процессінде күрделі жағдайлар тудырып, және цементтеу жұмыстарының сапасын төмендетуі мүмкін.

Ерітіндінің дұрыс таңдалмаған рецептурасымен байланысты, дәлірек айтқанда цемент ерітіндісінің суды бойында ұстаудың мүмкіндігінің төмен болуымен байланысты күрделі жағдайларға мыналар жатады:

- өткізгіш қабаттар аймағында цементтік тығындардың түзілуі
- циркуляцияның жоғалуы (цемент ерітіндісінің қабатқа сіңірілуі)
- газдың шығуы және қабаттар арасында флюидтердің көшуі
- су өткізуші каналдар мен «су белдемдерінің» түзілуі;

Жалпы ТМД елдерінің мұнай және газ өндіруші аудандарында ұңғыманы цементтеу сапасын талдау [2, 27], цементтеу сапасының нашар екендігін көрсетті. Соның ішінде, шамамен 40% жуығы тампонаждық ерітіндінің сақиналы кеңістікте жобаланған биіктігіне дейін көтерілмеуімен байланысты.

Сақиналы кеңістікте цементтік тығындардың түзілуі негізінен өнімді горизонт аймағында немесе цемент ерітіндісі өткізгіштігі жоғары қабаттардан өту кезінде орын алады. Цемент ерітіндісінің бұрыс орналастырылу жағдайлары және цемент ерітіндісінің құбыр сыртындағы жобаланған биіктікке жетпеуі барлық бұрғылау компанияларында кездесуі мүмкін.

Қабатқа цемент ерітіндісінің араластыру сұйықтығының үлкен мөлшердегі фильтрациясына шартталған, шеген тізбігінің ішінде үлкен цемент тығындарының (200-500 м) мөлшерінің қалып қою жағдайлары әдебиеттерде терең сипатталған [2,28]. Осыған байланысты, тампонажды ерітінділердің фильтрация процестерін зерттеу және сол көрсеткішті азайту жолдарын іздеу әлі де маңызды мәселе болып саналады.

Тампонаждық ерітінділердің бойындағы байланыспаған судың, яғни фильтраттың қабатқа енуін азайтудың көптеген әдістердің бірі - субергіштігі төмендетілген тампонаждық ерітінділерді қолдану [29-31].

Цемент ерітіндісінің бойында суды ұстап тұру қабілеті төмендігінен туындайтын күрделі жағдайлардың пайда болу мүмкіндігін азайту үшін сазды қабықшаны қырмай, цемент ерітіндісін тоқтатпай оған цементтеу ұсынылады. Авторлардың[19,28] тұжырымы бойынша динамикалық субергіштік статикалық субергіштіктен бірнеше есе жоғары, бірақ цемент ерітіндісінің ағыны үнемі қозғалыста болатындықтан, яғни уақытша тоқтау болмаған жағдайда тау жынысының бетінде түзілетін цементтік қабық жіңішке болады да, цементтік тығындар түзілмейді, яғни гидравликалық кедергілердің жоғарылауына алып келетін сақиналық кеңістіктің жіңішкеруі болмайды[19, 28].

Сақиналық кеңістікте цементтік тығындардың түзілуінің басқа да себептері болуы мүмкін. Авторлардың еңбектеріндегі [28,32] жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, сақиналық кеңістіктің бойымен қозғалатын жуу

сұйықтығының жылдамдағы 1,6 м/с жоғары болғанда, сазды таужыныстар өздерінің орынықтылығын жоғалтып, ұңғыма қабырғасының беріктілігін қамтамасыз ете алмауы мүмкін. Жалпы ағын жылдамдығын жоғарылатудың нәтижесі сақиналы кеңістіктегі цемент ерітіндісі үшін кедергілердің пайда болумен байланысты күрделі жағдайларды тудыруы мүмкін. Мұның себептерін зерттеу барысында, жоғарыда аталған күрделі жағдайдың негізгі факторы - ұңғыманың сақиналық кеңістігіндегі бұрғылау ерітіндісі мен шеген тізбігінің ішіндегі тығындау ерітінділерінің ағын жылдамдықтарын шектен тыс жоғарылатылуы болғандығы анықталды [28,32]. Бірақ, бұл авторлардың еңбектерінде [28,32] тығындау ерітіндісінің маңызды қасиеті, яғни субергіштікті реттеу жөнінде мәліметтер келтірілмеген. Мысалы, цементті ерітіндінің тау жынысымен байланыс уақыты көп болған сайын ерітіндінің бойындағы байланыспаған судың қабатқа кетететін мөлшері жоғары болады. Үлкен мөлшердегі субергіштік және таужыныспен ұзақ уақытқа созылған байланысы жоғарыда келтірілген күрделі жағдайларға алып келуі мүмкін. Осындай жағдай болмауы үшін, цементті ерітіндінің ұңғымаға айдау жылдамдығын арттырады. Бірақ, мақалада келтірілген мәліметтер бұл мәселені мұндай жолмен шешудің нәтижесі нашар, цементтеу сапасы төмен болатындығын дәлелдейді.

Цементтеу кезіндігі тағы да басқа күрделі жағдайларды қарастырайық.

Циркуляцияның жоғалуы ең алдымен гидродинамикалық қысымның есептік қысымнан жоғары болуының нәтижесі. Гидродинамикалық қысымның жоғарылауы мынандай себептерге байланысты болуы мүмкін:

- тығындау ерітіндісінің тығыздығын дұрыс емес таңдау;
- цементтеу режимінің қате таңдалуы;
- тығындау ерітіндісі құрамының, яғни, рецептураның дұрыс таңдалмауы;

Тығындау ерітіндісі құрамының дұрыс таңдалмауы цемент ерітіндісінің уақытысынан бұрын қоюланып, қата бастауына алып келуі мүмкін. Сонымен бірге рецептураның дұрыс таңдалмауы газдың немесе қабат флюидттерінің ұңғымаға енуі, газдың цемент тасының бойымен көшуі сияқты басқа да күрделі жағдайлардың себебі болуы мүмкін.

Ұңғымаға газдың енуі және тізбек сыртындағы қабат сұйықтарының цемент тасының бойындағы саңылаулар арқылы қозғалуы - ең алдымен цементтің қатуын күту мерзімінде орын алатын гидростатикалық қысымының азаю құбылысымен байланысты.

Цементтің қатуын күту мерзімінде орын алған, ұңғымаға газдың енуінің нәтижесі цементтеу жұмыстары біткен соң, 1-3 күннен кейін анықталған және мұндай мәселелердің негізгі себебі болып тығындау ерітіндісінің дұрыс таңдалмаған және қабат жағдайына сәйкес келмейтін рецептурасы болып шықты[33]. Рецептураның дұрыс таңдалмауы да тығындау ерітіндісінің қатуының ұзақ мерзімі, цементтеу аралығындағы температураның дұрыс анықталмауы сияқты себептерге байланысты болуы мүмкін [34].

Жалпы кейбір жұмыстарда цемент ерітіндісіне флюидтің енуін болдырмау үшін цемент ерітіндісінің басталуы мен аяқталу мерзімдерінің арасындағы аралықты қысқарту арқылы мәселенің шешу ұсынылған[35].

Газдың ұңғымаға енуі мен цемент ерітіндісінің сусыздануы ұңғыманың қимысында газды аралықтың үстінде өткізгіштігі жоғары қабат орналасқан жағдайда бір уақытта болуы мүмкін[36].

Жоғарыда келтірілген күрделі жағдайлардың барлығы ұңғыманы цементтеуде кездеседі, және өз кезегінде ұңғыманы бекітудің сапасын төмендетеді.

Ұңғыманың сапалы цементтелуіне кері әсер етуші аталған факторлардың барлығы тампонаждық ерітіндінің субергіштігінің жоғары болуымен, яғни бұрыс таңдалған тампонаждық ерітіндінің рецептурасымен байланысты. Ары қарай осы тығындау ерітінділердің цементтеу сапасын арттырудағы маңызыдылығын қарастырайық.

1.3 Тампонажды ерітінділерді қолдану арқылы цементтеудің сапасын арттырудағы тәсілдер мен технологияларды талдау

Ұңғымаларды бірінші ретті цементтеу кезінде пайда болатын күрделі жағдайларға жүргізілген шолу ұңғыманы цементтеудің әр кезеңінің маңызды екендігін және осы күрделі жағдайлардың зардаптары ұңғымаларды цементтеу сапасына тікелей әсер ететінін көрсетеді. Алдыңғы бөлімде келтірілген мәліметтерге сәйкес ұңғыманы цементтеу кезінде пайда болатын әр түрлі күрделі жағдайлардың зардаптарына мыналар жатады:

- цемент ерітіндісінің жұтылуы;
- құбыр сыртындағы цемент ерітіндісінің жобаланған деңгейге көтерілмеуі;
- цемент тасының шеген тізбегімен және тау жынысымен нашар байланысуы;
- флюидтер мен газдардың құбыр сыртында көшуі;

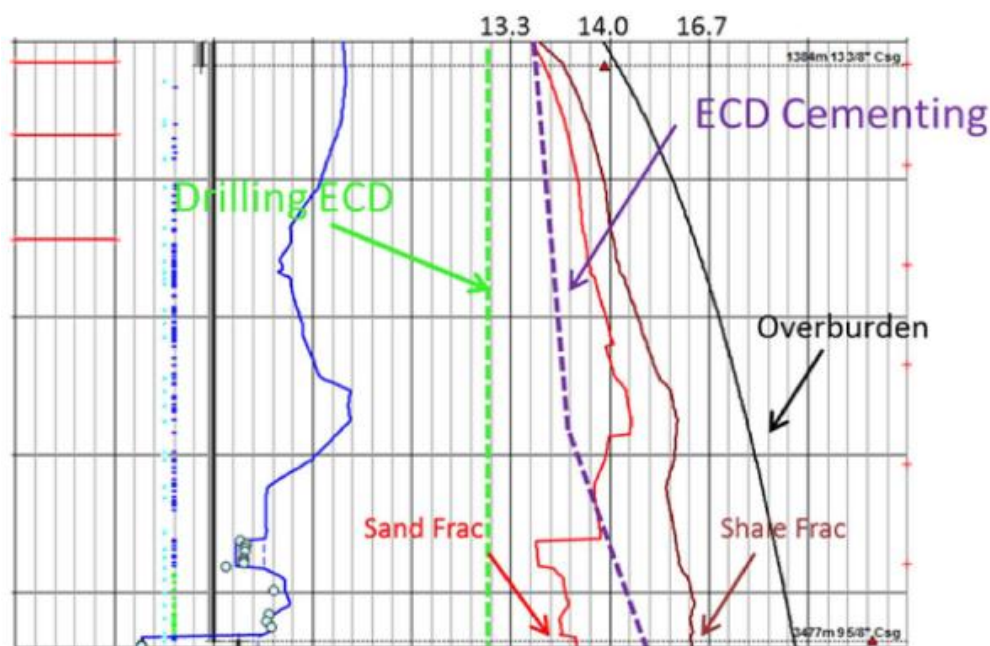
Цемент ерітіндісінің жұтылуы және құбыр сыртындағы тиісті деңгейге дейін көтерілмеуі. Ұңғыманы цементтеу процессіндегі пайда болатын күрделі жағдайлардың барлық түрі цементтеудің сапасына кері әсерін тигізеді және оны қайтадан жөндеуді қажет етеді. Цементтеу сапасын көтеру мақсатында қосымша жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін уақыт, адам ресурстары, және үлкен қаражат шығын қажет етеді.

Көптеген күрделі жағдайлардың ішіндегі ең көп таралған түрі бұрғылау немесе тығындау ерітінділердің жұтылуы саналады [37, 226-бет]. Цементтеу процессіндегі айналмалы ағымның жоғалу зардаптарын жою үшін және кемшіліктерді жөндеу үшін, жоғарыда келтірілгендей, қосымша екінші ретті цементтеу жұмыстары қажет.

Тығындау ерітіндісі өткізгіштігі жоғары қабаттарға, қуысты қабаттарға (кеверн), жарықшақтарға (табиғи және жасанды), цементтелмеген борпылдақ қабаттарға жұтылуы мүмкін [38, 121-бет]. Жұтылуы себептерін зерттеу кезінде авторлар негізінен екі түрлі механизм арқылы түсіндіреді [34, 203-бет] :

- геологиялық жағдайларға байланысты цемент ерітіндісінің жұтылу;
- қабаттың гидравликалық жарылу қысымының градиентіне қарағанда үлкен болып келетін айналмалы ағым тығыздығының әсерінен болатын еріксіз жұтылу;

Бұл жерде айта кететін жайт, тығындау ерітіндісінің эквивалентті айналмалы ағым тығыздығы бұрғылау ерітіндісіне қарағанда қабаттың жарылу қысымының градиенттіне жақын орналасады (2 - сурет). Сондықтан цемент ерітіндісінің еріксіз жұтылуы қабаттың жарылу қысымының градиенттінен міндетті түрде үнемі аз болуы қажет, айналмалы ағым тығыздығын көп жағдайда дұрыс есептемеуімен байланысты [39, 1 бет]. Бұл мәселе гидравликалық жарылыс қысымы мен қабат қасымы арасындағы айырмашылық аз болған жағдайда одан сайын күрделене түседі.



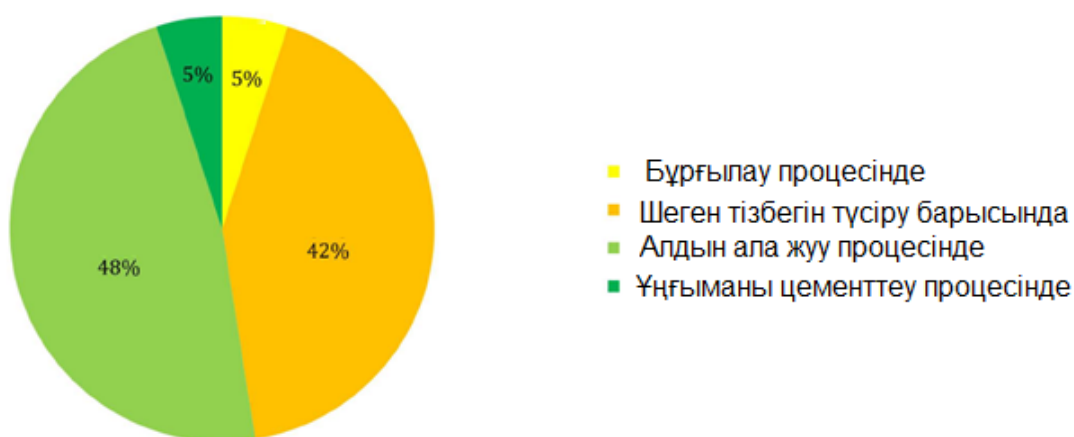
2 сурет - Цементтеу және бұрлау кезіндегі айналмалы ағым тағыздықтарының арасындағы айырмашылықты түсіндіруші градиенттер графигі [40, 2-бет].
(Drilling ECD – бұрлау кезіндегі айналмалы ағымның эквивалентті тығыздығы, ECD Cementing – цементтеу кезіндегі айналмалы ағымның эквивалентті тығыздығы).

Цемент ерітіндісінің қабатқа жұтылуы нәтижесінде айналмалы ағымның жоғалу түріне байланысты келесідей зардаптарға алып келуі мүмкін[34]:

- сақиналы кеністіктің толтырылу деңгейінің төмендеуі
- шеген тізбегінің тоттануы
- нашар оқшаулану
- қауіпсіздіктің төмендеуі
- уақыт пен қаражаттың шығындануы

Егер тығындау ерітіндісінің жұтылуы, яғни қабатқа кетуі пайдалану тізбегін цементтеу кезінде орын аған болған болса, зардаптың мөлшері одан әрі ұлғая түседі де, өнімді қабаттың ластануына да алып келуі мүмкін.

Жүргізілген зерттеулерде [40, 2-бет] көрсетілгендей, айналмалы ағымның жоғалу мәселесі негізінен шеген тізбектерін түсіру кезінде және ұңғыманы цементтеу алдындағы ұңғыманы жуу процесінде орын алады. Зерттеу барысында авторлар жер шарындағы әр түрлі географиялық аймақтардан алынған (Мексика шығанағы, Ұлыбритания, Ангола, Әзірбайжан) 40 ұңғыманың мәліметтеріне сүйенген. Сонымен бірге зерттеудегі негізгі мақсаттардың бірі айналмалы ағымның жоғалу мәселесі ұңғыма құрылысының қай кезеңінде көп кездесетіндігін анықтау еді. Зерттеулердің нәтижесі көрсеткендей, айналмалы ағымның жоғалу мәселесі көп жағдайда шеген тізбегін түсіру кезінде және цементтеу алдында ұңғыманы жуу кезінде пайда болған (96%) (сурет 3).



3 сурет -Циркуляцияның жоғалу себептері

Тек қана 5% ғана циркуляцияның жоғалуы тампонажды ерітіндіні ұңғымаға айдау кезінде пайда болған.

Сонымен бірге бұл жұмыста аталған кезеңдердегі орын алған циркуляцияның жоғалуы мәселесінің себептері көрсетілмеген. Мақала авторлары [40] осы кезеңдердегі циркуляцияның жоғалуының алдын алса, онда цементтеу кезіндегі циркуляцияның жоғалу жағдайларының пайда болу мүмкіндіктерін азайтуға болар еді деп қорытындылайды [40, 3 бет].

Көрсетілген мәліметтерге басқа қырынан қарайтын болсақ, шеген тізбегін ұңғымаға түсіру кезінде және ұңғыманы цементтеуге дайындау кезінде пайда болатын айналмалы ағымның жоғалу мәселесімен байланысты күрделі жағдайлар оңай шешімін табады. Өйткені, бұл кезеңдегі айналмалы ағымның жоғалуының негізгі себептері болып адами фактор, ерітіндінің тығыздығы, шегендеу құбырларының басындағы құбырдың жабдықталуы және т.б. факторлар саналады. Бірақ мақаланың мәліметтеріне сәйкес 5% ды құрайтын цементтеу кезінде орын алатын айналмалы ағымның жоғалу мәселесі мүлде жөндеуге кемеяді және ұңғыманың істен шығуына алып келеді. Сондықтан

айта кететін жайт, тығындаушы ерітіндіні ұңғымаға айдап, сақиналы кеңістікке ығыстыру кезінде болатын циркуляцияның жоғалу мәселесінде ерітіндінің сусыздануына аса көңіл бөлу қажет.

Жалпы алғанда, цементтеу алдындағы жүргізілетін шегендеу құбырларын ұңғымаға түсіру және ұңғыманы жуу кезеңдерінің тығындау ерітіндісінің жұтылуын болдырмау үшін маңызды екендігі А.И. Булатовтың [37, 227бет] еңбегінде терең қарастырылған. Айналмалы ағым жүйесіндегі басты элемент болып саналатын бұрғылау ерітіндісіне қарағанда тығындау ерітіндісі толық циркуляцияға қатыспайды және ұңғымаға бір ақ рет қана айдалады. Сондықтан, ұңғыманы бұрғылау кезінде алынған ақпарат негізінде ұңғыманы цементтеуге дайындау сатысында жұтылу мүмкіндіктерін алдын ала ескеріп, тығындау ерітіндісінің құрамы мен жоғарыда айтылған мәселенің шешімі бола алатын тәсілдерді дұрыс таңдау қажет.

Цементтеу кезіндегі айналмалы ағымның жоғалу мәселесін алдын алу бойынша әдістер көптеген еңбектерде сипатталған [38, 121-122 бет].

Мақаланың авторлары [38] түбегейлі шешуші әдіс ретінде бітеуші материалдарды немесе цемент ерітіндісінің тығыздығын азайту сияқты әдістерді ұсынады. Сол сияқты [34. 215 бет] Nelson E.B., және Guilloot D.F.(2006) өзінің еңбектерінде цементтеу барысындағы түптік қысымды төмендетуші тәсілдердің қолданылуы туралы жазған. Оңай тәсілдерге мыналар жатады:

- сақиналы кеңістіктегі қысымның шығынын төмендетуші тампонаж ерітіндінің реологиясын реттеу

- сатылы цементтеуді қолдану

- шегендеу тізбегінде сыртқы пакерлерді қолдану

Негізінен, айналмалы ағымның жоғалу мәселесі көп жағдайда қабат қысымы төмен ұңғымаларда кездеседі. Сондықтан, мұндай ұңғымаларды цементтеу кезінде сатылы цементтеуді қолданады. [41] Бірақ, кейбір зерттеушілердің көзқарасы бойынша, мәселені мұндай жолдармен шешу өте қымбат және жүзеге асырылуы өте күрделі. Осыған ұқсас әдіс ретінде жеңіл цементтік ерітінділерді фибра негізіндегі материалдармен бірге қолдануды ұсынады, яғни, аралас әдістерді тиімді деп есептейді.

Бірақ, жоғарыда айтылған бітеуші материалдарды қолдану әдісі әрқашан тиімді емес, мысалы нейлондық және полипропилендік талшықтар сораптық жабдықтарды және шегендеу құбырларының жабдықтарын, кері клапандыда бітеп тастайтын үлкен кемшілікке ие [42].

Сонымен бірге, кейбір зерттеушілердің жұмыстарында [38. 125 бет] кәсіпшіліктегі мәліметтер мен экспериментальдық зерттеулердің нәтижелерін келтіре отырып, полимерлік материалдардың бітеуші қасиеттерінің тиімділігін тұжырымдайды.

Жалпы алғанда, айналмалы ағымның жоғалуының себептері әртүрлі болуы мүмкін. Бірақ, айналмалы ағымның жоғалуын болдырмауға бағытталған көптеген іс-шаралар тығындау ерітіндісінің ұңғымаға айдалуы мен сақиналы кеңістікке ығыстырылуы кезеңіне дейін қолданылады. Сондықтан, тығындау

ерітіндісінің дұрыс рецептурасын (тығыздық, субергіштік, бітеуші материалдар) және цементтеудің дұрыс технологиясын таңдау цементтеу алдындағы дайындық жұмыстарының кезеңінде өте маңызды болып табылады.

Тампонаждық ерітіндінің жұтылуымен байланысты апаттық жағдайлардың негізгі әдістерінің бірі жеңіл ерітінділерді қолдану арқылы жүзеге асырылатын, тығыздықты төмендету болып саналады. Осы бағытта жеңілдетілген, көбікті-цементті және аэрацияланған ерітінділерді қолдану ұсынылады.

Тығындау ерітінділерінің айналу ағымын жоғалуы әсерінен тиісті деңгейге көтерілмеу мәселесін шешу үшін жүргізілген кейбір зерттеушілердің жұмыстары [37,43] аэрацияланған ерітінділерді қолданылуына алып келді. Бірақ, аэрацияланған тампонажды ерітінділер тампонаж ерітіндінің тұрақсыздығы цемент тасының беріктілігінің төмен болуы, қосымша техниканы қолдану қажеттілігі мен тампонаж ерітіндіні дайындау процессінің күрделілігі сияқты кемшіліктерге ие болып келеді[44]. Тығындау ерітіндісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін физикалық-химиялық қасиеттері тұрақты беттік белсенді заттарды анықтау бойынша жүргізілген талдау жұмыстары мен зерттеудің нәтижелерінің негізінде мақаланың авторы [43] тампонаж ерітіндінің тиісті деңгейге дейін көтерілмеу мәселесін көп компонентті тампонаж ерітінділер арқылы шешуге болады деп есептейді.

Nelson E.B., және Guilloot D.F.(2006) [34, 202 бет] айналмалы ағымның жоғалу мәселесін тығындау ерітіндісінің бойындағы байланыспаған сұйықтықтың сүзгіленуінен бөлек қарастыру қажеттілігін көрсетеді. Бірақ, екінші жағынан алғанда айналмалы ағымның жоғалуын екі нұсқада көрсетуге болады:

- тампонаж ерітіндінің қабатқа сіңірілуінен болатын циркуляцияның жоғалуы;

- тампонаж ерітіндінің бойындағы байланыспаған сұйықтықтың қабатқа бағытталған фильтрациясынан болатын циркуляцияның жоғалуы

Бірінші жағдайда тығындау ерітіндісінің жұтылуы деп түсіндірілсе, екінші жағдайда ерітіндінің субергіштігі деп атайды.

Nelson E.B., және Guilloot D.F.(2006) [34, 202 бет] ерітіндінің жұтылуы мен субергіштігі бөлек қарастырып, арасындағы байланысты көрсетпейді. Ал, шын мәнісінде, тампонаж ерітіндінің үлкен мөлшердегі субергіштігі тампонаж ерітіндінің қабатқа сіңірілуінің де және ерітіндінің жобаланған деңгейге көтерілмеуінің де себебі болуы мүмкін.

Тығындау ерітіндісінің субергіштігі цементтеудің барлық кезеңінде маңызды роль атқарады. А.И.Булатовтың жұмысында [37, 226-227 бет] цементтеу кезінде орын алатын гидростатикалық қысымның жоғарлауы мен қысымның жоғалуына алып келетін себептер қарастырылған. Бірақ, Е.М.Соловьев өзінің жұмысында тығындау ерітіндісінің жұтылуына алып келетін негізгі себептерді көрсетеді[19]. А.И.Булатовтың еңбектерінде келтірілген себептерден бөлек Е.М.Соловьевтың жұмысында тығындаушы ерітіндінің жұтылуына қосымша себептері келтірілген:

- үлкен мөлшердегі фильтрацияның әсерінен өткізгіштігі жоғары тау жыныстарымен жанасқан кездегі тығындау ерітіндісінің сусыздануы;
- тығындау ерітіндісінің тек қана кең жағымен қозғалуына алып келетін шеген тізбегінің дұрыс орталықтанбауының әсері;

Жоғарыда айтылған себептердің әсерінен болатын тығындау ерітіндісінің жұтылуы құбыр сыртындағы кеңістікте тығындау ерітіндісінің толық көтерілмеуінің себебі болуы мүмкін. Мысалы, мақаладағы [32] келтірілген мағлұматтар бойынша, сазды қабықтың шайылуы мен тығындау ерітіндісінің қабатқа кетуі жоғарыда келтірілген мәселенің себебі болып табылды [32]. Нәтижесінде ұңғыма ішінде, яғни, шеген тізбегінің ішінде үлкен биіктіктегі цементтік тығынның қалып кеуіне алып келді.

Ерітіндіні жобалаған биіктікке дейін көтеру ұңғыманы цементтеудің сапасын сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі болып саналады. Құбыр сыртындағы цементтің көтерілу деңгейі арнайы ережелерге [45] сәйкес реттеледі. Мысалы, бағыттауыш пен кондукторды сағаға дейін цементтеледі. Газ ұңғымаларының пайдалану тізбектерін цементтеу кезінде тампонаждық ерітіндінің көтерілу биіктігі сағаға дейін болуы қажет. Бұл талаптың орындалуын қамтамасыз ету көптеген газ ұңғымаларының өте төмен қабат қысымында болатындығынан және геология қималарында әр түрлі арынды қабаттардың болуынан одан сайын күрделене түседі [14].

Тығындау ерітіндісі сақиналы кеңістіктің бойындағы өткізгіштігі жоғары аймақтарды өткен кезде бойындағы сұйықтығын жоғалтуы мүмкін [46]. Және сол аралықта тау жынысының бетінде цементтік қабық түзіледі. Бұл түзілген цементтік қабық айналмалы ағым қысымының жоғарлауына алып келуі мүмкін және гидродинамикалық қысым гидравликалық жарылыс қысымына жақын болған жағдайда қабаттың жарылу қауіпі туындайды. Егер ерітіндінің субергіштігі жоғары болса, сақиналы кеңістікте тығын түзіліп цементтік ерітінді жоғары көтерілмеуі де мүмкін [46].

Бірақ Е.М.Соловьев өзінің еңбегінде [19] сақиналы кеңістікке түскен цемент ерітіндісін ығыстыру кезінде пайда болатын сусыздану мәселесі тек қана екі жағдайда ғана болу мүмкіндігін тұжырымдайды. Яғни, олардың бірі сақиналы кеңістікке ығыстырылатын цемент ерітіндісі қысқа уақытқа тоқтаған жағдайда және ұңғыма қабырғасында сазды қабықтың болмаған жағдайында туындайды. Сондықтан, цементтеу барысында автор цементтеу процессіндегі тығындау ерітіндісін ығыстыруды ешбір тоқтаусыз жүргізуді ұсынады. Сонымен бірге, өткізгіштігі жоғары қабаттарды бітейтін буферлік сұйықтарды қолдануды және субергіштігі $10-15\text{ см}^3/30\text{ мин}$ құрайтын суды бойында ұстау қасиеті жоғары болып келетін тығындау ерітінділерін қолдану ұсынылады.

Цемент тасының нашар ілінісуі. Цемент тасының шегендеу құбырларымен және сол сияқты тау жынысымен жақсы байланысуын қамтамасыз ету кондуктормен пайдалану тізбегін цементтеу кезінде өте маңызды болып саналады. Кондуктор аймағындағы нашар байланыс тұщы сулардың жоғалуына алып келіп, қоршаған ортаға үлкен зиянын тигізеді. Сол сияқты пайдалану тізбегін цементтеу кезінде де өте маңызды болып саналады,

өйткені, цементтеу нәтижесінде қол жеткізген саңылаусыз оқшау кейінгі ұңғыманы аяқтау кезіндегі (перфорация және игеру процесстері кезінде) және ұңғыманы пайдалану кезіндегі жүктемелерге (қабатты гидравликалық жару, ұңғыманы үлкен қысымда қышқылмен өңдеу) шыдау қажет.

Тампонаждық тастың адгезиялық қасиеттері ұңғыманы цементтеуі сапасының көрсеткіші. Бұл көрсеткішті АҚЦ сияқты арнайы геофизикалық аспаптардың көмегімен анықтайды.

Цемент тасының беріктілігі мен адгезиялық сипаттамалары арасындағы қатынасы ғалымдардың кейбір еңбектерінде зерттелген[32]. Авторлар цемент тасының беріктілігіне қатысты металл құбыры мен тау жынысының адгезиясының беріктілігі ең әлсіз орны болып табылатынын көрсетті. Сонымен бірге, шектеуші беттің үстінде шегендеу құбырлары мен тау жынысының бетінде гидрофобты сұйықтықтардың болуы да цемент тасының адгезиясын төмендетеді деп пайымдаған.

Цемент тасының жақсы байланысын қамтамасыз ету үшін, [44] еңбекте бірнеше шарттар ұсынылады:

- Құбырлардың бетінен майды, сырдың қабығын алып тастау қажет, өйткені олар АҚЦ мен тексерген кезде микросаңылаулар ретінде анықталады.

- Шегендеу құбырларының тізбегіндегі қысымдар айырымының артық мөлшерін түсіру

- Ерітіндіні қатқанға дейін резбалық қосылыстардың саңылаусыздығын сынақтан өткізу

Цемент тасының шегендеу құбырлары мен ілінісудің саңылаусыздығы, шеген тізбегінің бетіндегі жабынның әсері және сол сияқты шеген тізбегі мен цемент тасының арасындағы ілінісуге металл бетіндегі тотбасудың әсері де шетел ғалымдарымен зерттелген [47,48]. Бұл еңбекте осы бағыттағы зерттеулерді жүргізудің әдістемесі мен ұсыныстары келтірілген. Мақаланың авторлары шеген тізбектерінің өзін ешбір жабынсыз, сонымен бірге, оқшаулаушы жабыны бар шегендеу құбырлары мен зерттеулер жүргізілген. Сонымен бірге, бұл жұмыста шегендеу құбырлары алдын ала су мен құм ағынымен өңделіп тазаланған және құбырдың беті металдан жасалған щеткасымен тазаланған нұсқаларды зерттелді. Жалпы тәжірибие барысында беті тот басқан құбырлар, металдың беті құмды сумен өңделген және металдан жасалған щеткалармен тазаланған нұсқалары жақсы нәтиже көрсетті. Бірақ бетін кішігірім тот басқан құбырларды қолдануға қарағанда латексті цементтерді қолдану кезінде жақсы нәтиже алынды.(кесте 1).

Төменде келтірілген 1 кестеде көрсетілгендей, шеген тізбегінің бетінде бұрғылау ерітіндісінің жұқа қабатының болуы кез келген жағдайда цемент тасының адгезиясын төмендетеді. Осы әдістеме бойынша буферлік сұйықтықтар мен құрамында сазы жоқ ерітінділерді қолдану арқылы эксперименттердің жасалмағандығын айта кеткен жөн.

1 кесте - Әртүрлі күйдегі құбыр бетінің саңылаусыздық пен тампонаждық тастың адгезиясына әсерін зерттеу

Шегендеу құбырының түрі	Уақыт, күндер	Шеген тізбегі мен цемент тасының ілінісуінің саңылаусыздығы, Psi	Шеген тізбегі мен цемент тасының ілінісуінің ажырауына кедергісі обсадной, Psi
Жаңа шегендеу тізбегі	8 сағ	-	10
Қолданылған (тот басқан)	8час	-	53
Жаңа шегендеу тізбегі	1	300	79
Жаңа (беті құмды сумен өңделген)	1	500	123
Қолданылған құбыр (кіші-гірім тот басу)	2	500-700	182
Қолданылған құбыр (метал шеткасымен тазаланған)	2	500-700	335
Жаңа (беті құмды сумен тазаланған)	2	500-700	395
Қолоданылған құбыр (тот басқан)	2	500-700	422
Жаңа құбыр			
Су негізіндегі бұрғылау ерітіндісі	2	175-225	46
Құрғақ құбыр	2	375-425	284
Қолданылған құбыр (бетін кіші-гірім тот басқан)			
Көмірсутегі негізіндегі бұрғылау ерітіндісі	2	-	75
Су негізіндегі бұрғылау ерітіндісі	2	-	174
Құрғақ шеген тізбегі	2	-	182
Латекс негізіндегі цемент			
Жаңа шеген тізбегі	1	500	105
Қолданылған шеген тізбегі (кіші-гірім тот басу жағдайлары)	1	360	58

Таужынысы мен цемент тасының арасындағы ілінісуді жоғарлатушы және соған сәйкес ұңғыманы цементтеудің сапасын жоғарлатушы тәсілдердің бірі ретінде цементтеу алдында ұңғыма қабырғасындағы сазды қабықты алып тастау саналады.

Сақиналы кеңістіктегі цемент ерітіндісінің цемент тасына айналу процесі контракция мен экзотермиялық реакцияның нәтижесінде жылу бөліну арқылы жүреді [49,50]. Осыған байланысты құбылыстардың әсерінен сазды қабық

сусызданып жарықшақтануы мүмкін. Цемент тасы мен тау жынысы арасындағы жұқа сазды қабықтың болуынан арасындағы байланыстың әлсіз болатындығын көрсетеді. Осы жарықшақтар арқылы газдар мен флюидтер қозғалуы мүмкін. Сондықтан, цемент тасы мен тау жынысы арасында жақсы адгезия болу үшін сазды қабықты алдын ала алып тастайды.

А.А.Исмаилов өзінің жұмысында [49] контракцияның сазды қабыққа әсерін, сол сияқты сазды қабықты алып тастаудың әр түрлі тәсілдерін (ұзақ мерзімді циркуляция, қырғыштардың қолданылуы, химиялық әдістер, дірілді құрылғылардың қолданылуы) және олардың цементтеудің сапасына әсері зерттелген. Автор сазды қабықтың екі түрлі қызмет атқаратындығын көрсетеді, яғни, сазды қабықтың цемент сапасына оң және теріс әсері болуы мүмкіндігін көрсетеді. А.А.Исмаилов өзінің жұмысында [49] цемент тасы мен тау жынысының арасындағы ілінісу сапасын жоғарылату үшін қос кезеңнен тұратын тәсіл ұсынылады. Бірінші кезең дайындық жұмыстарының периодында сазды қабықты алып тастаудан тұрады. Екінші кезеңде арнайы құрамдағы ерітінділермен қайтадан кольматациялау ұсынылды.

Дегенмен, ұңғыманы цементтеу сапасын жоғарлату үшін қазіргі кезде сазды қабықты алып тастайды және оны алып тастау үшін химиялық, механикалық әдістерді кеңінен қолданылады. Мысалы, сазды қабықты алып тастау үшін құрамында әртүрлі қоспалары (кұм, барит) бар буферлік сұйықтықтарды қолданады. Бұл тәсіл ұңғыма қабырғасындағы сазды қабықты эрозия есебінен алып тастауға негізделген және тағы осы бағытта азрацияланған буферлік сұйықтарда кеңінен қолданылады.

Аталған әдістердің болуына қарамастан кейбір зерттеушілер сазды қабықты толығымен алып тастау мүмкін емес деп есептейді [51]. Мысалы, мақаланың авторы [52] қырғыштардың көмегімен сазды қабықтың алынып тастаудың тиімділігін айта отырып, екінші жағынан бұл шараның пайдасыз екенін көрсетеді. Өйткені сазды қабық цементтеу алдында жүргізілетін ұңғыманы жуу кезеңінде қайтадан қалыптасуы мүмкін. Біздің ойымызша бұл жерде уақыт мәселесін ескеру қажет, яғни бұрғылау сұйықтығы ұңғыманы жуу сұйықтығына қарағанда тау жынысымен көп уақыт бойы байланыста болады.

Кенжалиев А.Ф. өзінің жұмысында [53], яғни жүргізілген зерттеулер негізінде сазды қабықтың алынып тасталуы ұңғыманың цементтелу сапасының төмендейтіндігін тұжырымдай отырып, керісінше сазды қабықты нығыздау арқылы цемент тасымен тау жынысы арасындағы адгезияны 8-12% арттыруға болатынын көрсетеді. Оған дәлел ретінде мақала автор Маңғыстау кен орнындағы жүргізілген сынақтардың нәтижелерін келтіреді. Бұл жерде сазды қабықты нығыздау мақсатында гидроманиторлар қолданылған.

Ұңғыма қабырғасындағы сазды қабыққа қатысты цементтеудің сапасын жоғарлату бағытындағы кейбір зерттеушілердің еңбектерінде бұл мәселе басқа жағынан шешімін тапқан [51]. Дәлірек айтқанда, ғалымдардың бұл жұмысында [51] ұңғыманы цементтеудің сапасына ұңғыма қабырғасындағы сазды қабықтың әсерін анықтау бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулер және

полимерлі буферлік сұйықтықтардың цемент тасының адгезиясына әсері сипатталған.

Осы мәселе бойынша жазылған тағы бір мақалада [54] автор кен орындарындағы цементтеу жұмыстарының сапасына бұрғылау ерітіндісінің әсерін зерттеу барысында құрамында сазы жоқ бұрғылау ерітінділерінің тиімділігін көрсетеді.

Басқа да авторлар осы тақырыпты зерттеу келе [55] тау жынысы мен цемент тасының арасындағы ілінісудің сапасын жоғарлату үшін цементтеу алдында шеген тізбегін түсіру кезінде арнайы қырғыштардың көмегімен ұңғыманың қабырғасын сазсыздандыруды жүргізу қажеттілігін және ұңғыманы цементтеу кезінде шеген тізбегін жоғары төмен қозғалтуды ұсынады.

Кейбір ғалымдар цементтің қатуын күту мерзімінен кейін саңылаусыздықты анықтау үшін жүргізілетін сынау процесінің әсерін де зерттеген[44,55]. Құбыр сыртындағы цемент тасының саңылаусыздығын сынақтан өткізу әдетте цементтің қатуын күту мерзімі аяқталған соң бірден жүргізіледі. Бірақ, жоғарыда келтірілген жұмыстарда [44] цемент тасының жақсы ілінісуін қамтамасыз ету үшін автор сынақ процесін тампонаж ерітінді қатқанға дейін жүргізуді ұсынады. Мысалы, цемент тасының саңылаусыздығын анықтау мақсатында цементтің қатуын күту мерзімінен кейін жүргізетін сынақ жұмыстары үлкен қысым мен жүзеге асырылады, яғни, үлкен қысымның цемент тасының ілінісу сапасына әсер ету мүмкіндігі туындайды. Мысалы кейбір мәліметтер бойынша [55, 80 бет] ТМД елдеріндегі ұңғымаларды қысыммен тексеру жұмыстары шамасы 20МПа-ға дейінгі қысыммен жүзеге асырылса, АҚШ-та небары 14МПа қысыммен тексеріледі. Яғни, үлкен қысым цементтеудің сапасын төмендетуі мүмкін. Сондықтан, жоғарыда аталған жұмыстың авторы [44] қысыммен сынау жұмыстарын цемент ерітіндісі қата бастағанға дейін жүргізуді ұсынады.

Цемент тасы мен шеген тізбегі арасындағы, және цемент тасы мен тау жынысы арасындағы ілінісудің қажет күші қазіргі кезде тампонажды тастың тиісті рецептурасы арқылы жүзеге асырылады. Солардың бірі болып ұлғаюшы тампонажды ерітінділер саналады.

Цементтеу сапасын жоғарлату мақсатында соңғы жылдары жүргізілген жұмыстарда құрамында кеңейтуші қоспалары бар, тампонаждық ерітінділердің қолданылу өсіп келе жатқан тенденциясын байқауға болады. Мақаланың авторы [52] газ бен флюидтердің көшуінің негізгі себебі болып саналатын тығындау ерітіндісінің цемент тасы болып қатқандағы көлемінің өзгеруін компенсациялауға және сонымен бірге шектеуші бетпен цемент тасының арасындағы қажетті байланысты қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін кеңейтуші қоспалардың басты мүмкіндіктерін атап көрсетті. Кеңейгіш тампонаж ерітінділерді зерттеу В.С. Данюшевскийдің, Ф.А.Агзамовтың, Н.Х.Каримовтың, А.И. Булатовтың және басқалардың еңбектерінде тереңірек қарастырылған [16,17,23,30].

Ұлғайтушы тығындау материалдарын алу үшін құрамында ұлғайтқыш компоненті бар цементтерді қолдануға болады және сол сияқты цемент ерітінділеріне кеңейтуші қоспаларды өндірісте қосу арқылы алуға болады.

Көптеген еңбектерде [56,17,57] кеңейтуші тығындау ерітінділерді алудың екі түрлі тәсілін көрсетеді:

- Тампонаж ерітіндіге газ түзетін заттарды енгізу, яғни, ерітіндінің құрамында түзілетін газ тампонаж ерітіндінің кеңеюіне алып келеді.

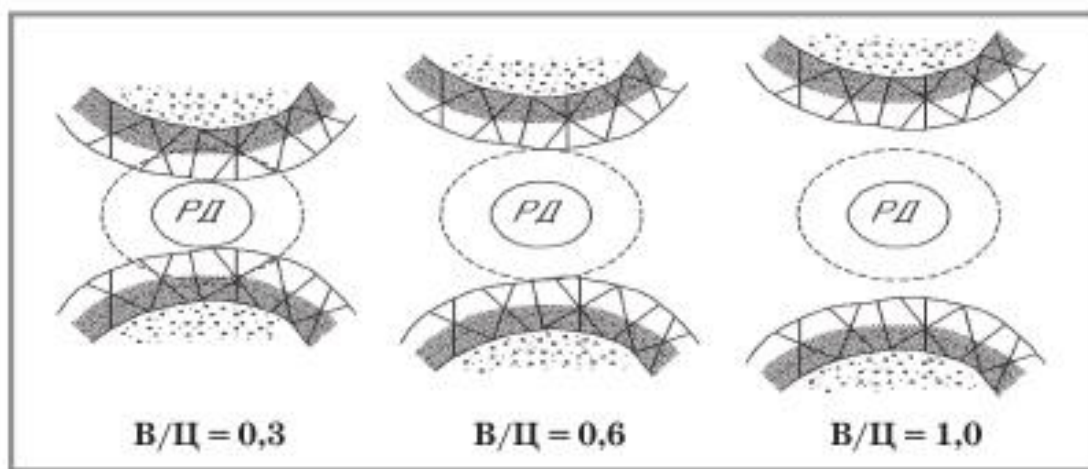
- Ерітіндіге кеңейтуші қоспаларды қосу тәсілі, яғни бұл жағдайда тампонажды тастың кристаллданған өнімдерінің өсуіне мүмкіндік жасалады.

Сонымен бірге, бұл жұмыстарда [56,17] ерітіндіге газ түсуші заттарды қосудың тиімділігі аз болатындығын көрсетеді. Өйткені ұңғыма жағдайындағы газдың кеңеюіне гидростатикалық қысымның күші әсер етеді де кеңею процесі болмайды. Сондықтан, бірінші тәсілді тек қана терең емес ұңғымаларда қолдануға болады [34]. Бұл тәсілді жүзеге асыру үшін көбінесе кеңейтуші цементтерді дайындауда цинк, магний, темір және алюминий ұнтақтарын пайдаланады.

Екінші тәсіл: температура мен қысымы үлкен болып келетін ұңғыма жағдайында жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда кеңею процесіне қысым мен температура әсер етеді, температура жоғарылаған сайын цемент тасының кеңею дәрежесі де жоғарлайды. Мысалы, G класының портланд цементіне кальций немесе магний оксидтерін қосқан кезде кеңею процесі жүреді [34].

Мақалада[57] автор температураның жоғарлауы кеңею процесіне оң әсерін тигізетінін бірақ қысымның кері әсері бар екендігін пайымдайды. Мысалы, қысым 10МПа дан 100МПа артқан кезде тампонаж ерітіндінің кеңею дәрежесі 50%-ға төмендейді.

Одан бөлек кеңейтуші қоспалардың тиімділігі су мен цемент қатынасына тәуелді[58]. Төмендегі 4 суретте көрсетілгендей су цемент қатынасының үлкен мөлшерінде кеңейтуші қоспа ешқандай кеңею эффектісін бермейді.



4 сурет - Қоспаның кеңею механизміне су мен цемент қатынасының әсері[58]

Сондықтан, мақала авторлары кеңею эффектісін алу үшін тампонаж ерітіндіге қосымша беріктілігін арттырушы қоспаларды, яғни, фибраны қосу қажет деп пайымдайды.

Көптеген зерттеушілер кеңею шамасы 2%-ға дейін болатын, яғни кеңею дәрежесі аса үлкен емес тампонажды ерітінділерді пайдалануды тиімді деп санайды [59]. Тағы басқа еңбектерде авторлар [52] суда орналасқан 20 МПа-ға дейінгі қысымдағы тампонажды ерітіндінің кеңею механизмін зерттеген. Жүргізілген зерттеулер негізінде авторлар кеңею процесінің күші сазды қабық көлемінің өзгеру мөлшерінен асқан кезде цемент тасымен шектеуші беттің арасында нығыз байланыс болады деп есептейді. Сонымен бірге, кеңею процесімен қатар цемент ерітіндісінің цементтік тасқа айналу процесінде суды және басқа да флюидтерді сіңіру арқылы жүретін контракция есебінен көлемнің өзгеруі болады. Осы бағытта жазылған жұмыстардың бірінде [60] ұңғыманы бекіту сапасына контракцияның әсері терең қарастырылған. Аталған жұмыстың авторы контракция процесі жүрген кезде тампонаж ерітіндінің ішінде қабаттағы флюидтерді сіңіруге мүмкіндігі бар вакуум түзіледі деп тұжырымдайды. Бұл жағдай флюидтың құрамында қышқыл газдары бар (H_2S , CO_2) агрессивті тау жыныстарымен байланысқан кезде тампонаж ерітінділер үшін өте қауіпті болып келеді. Өйткені бұл газдар цемент тасының ішкі коррозиясын тудырады. Сондықтан мақала авторы [52] цементтік тастағы вакуумның әсерінен қабаттағы газдың сақиналы кеңістікке еніп, сол цемент тасының бойымен орын ауыстыруын, көшуін жоққа шығармайды.

Ұлғаяушы тығындау ерітінділердің кемшіліктеріне қосымша ретінде мақаланың авторы [56] ұлғаяушы тығындау ерітінділердің негізгі мәселесі ретінде кеңею күшін реттеу екендігін атап көрсетеді. Сол сияқты мақаланың авторлары [59] кеңеюші тампонаждық тастың есебінен жасалатын күштің шамасы туралы ортақ мәмлениң жоқ екенін көрсетеді. Аталған барлық тұжырымдар бұл бағыттағы жұмыстардың әлі де тереңірек зерттелуін және жетілуін қажет етеді.

Тығындау ерітінділері арқылы цемент тасының шектеуші бетпен ілінісу күшін арттырудың көптеген тәсілінің бірі аэрацияланған тампонаж ерітінділерді қолдану болып саналады. Осы бағытта жазылған мақаланың бірінде [43] аэрацияланған ерітінділердің адгезиялық қасиеттерін бағалау бағытында жасалған өте қызық эксперименттердің нәтижелері келтірілген. Тығындау ерітінділердің 40 МПа –ға дейінгі үлкен қысым жағдайында құбырмен ілінісуін және 30 МПа-ға дейінгі қысым жағдайындағы тау жынысымен ілінісуін сынақтан өткізу нәтижелері қарапайым тығындау ерітінділерге қарағанда аэрацияланған ерітінділердің артықшылығын көрсетті. Сынақтан өткізу жұмыстары ұңғыма жағдайына барынша жақындатылып имитацияланған.

Шетелдік және Ресейлік ғалымдар цемент тасының шеген тізбегімен тығыз байланысын қамтамасыз ету үшін әртүрлі тәсілдер ұсынылған. Солардың бірі цементтеу кезінде дірілді құрылғылардың қолданылуы.

Бұл бағыттағы жасалған еңбектердің бастамасы Ресей федерациясында 1974 жылдан басталған [61]. Шеген тізбектерін цементтеу үшін ұңғымаға түсіріп ұңғыманын оқпанын дайындау кезінде өткізгіш қабаттарды кольматациялау процесін қарқындату мақсатында ең алғаш рет Ф.А. Агзамовпен ұсынылған дірілмен әсер етуші технология зерттелген [56]. Зерттеу барысында арнайы қондырғыда жасанды құмтастардың кольматациясына жоғары жиіліктегі 30-300Гц қысым пульсациясының әсері зерттелді.

Тәжірибие жүзінде бұл технология Ф.А. Агзамовпен, Г.Б.Каировпен Өзен кен орнында алғаш рет апробациядан өткен. Гидравликалық импульстарды алу үшін шеген тізбегінің басына киілетін дірілді башмак дайындалды. Дірілді башмақтың бойындағы арнайы клапан арқылы жоғары жылдамдықтағы бұрғылау және тығындау ерітінділерінің ағымы периодты түрде үзіліп тұрды[56].

Кейінірек, цемент тасы мен тау жынысы арасындағы байланысқа дірілдің әсері басқа да ғалымдардың жұмыстарында зерттелді[62].

Жоғарыда келтірілгендей ұңғыманы цементтеудің сапасын жоғарлатуға бағытталған тәсілдердің бірі ретінде және газ ұңғымаларындағы тізбек аралық қысымдардың қалыптасуын болдырмайтын тәсілболып қабатқа қарсы қысым жаусау арқылы ұңғыманы цементтеу саналады. Мақалада [63] автор ұңғыма сағасындағы қарсы қысым жасау процесін сипаттап ұңғыма сапасының 38%-дан 89% -ға дейін өскендігі туралы келтірілген кәсіпшілік мәліметтердің нәтижелерін келтіреді. Бірақ, бұл тәсілдің қолданылуына ұңғыманы цементтеу уақытысын ұзартуды қажет етеді. Сонымен бірге, осы жұмыста бұл тәсілді жүзеге асырудағы гидравликалық бағдарламалардың күрделі есептерін және тампонаж ерітіндінің қабатқа сіңірілу қауіптілігінің бар екенін көрсетеді.

Осы тәсілді жүзеге асырудың тағы бір жолы басқа да еңбектерді келтірілген [64]. Мақала авторы қарсы қысым жасау мақсатында ауырлатылған бұрғылау ерітінділерінің қолданудың тиімді нәтиже бергендігін сипаттайды. Бірақ, бұл жерде айта кететін жайт ауырлатылған бұрғылау ерітінділері қарапайым ерітінділермен ығыстыру кезінде ерітінділердің реологиялық қасиеттері тұрғысынан алғанда қиындықтар туғызады. Сонымен бірге, бұған қоса аталған ерітінділер бір-бірімен араласып, ығыстырылуы қиын тұтқырлығы жоғары қоспалар түзу мүмкіндігі де бар. Бұдан бөлек ауырлатылған бұрғылау ерітіндісі ығыстыру процесінде өнімді қабатқа еніп, түп маңы аймағындағы тау жыныстардың физикалық қасиеттерін (өткізгіштік және кеуектілік) төмендетуі мүмкін. Осыған ұқсас тағы бір мақалада [65] бұрғылау ерітіндісінің өнімділікке қатысты әсері қарастырылған. Мысалы, бұрғылау ерітіндісінің құрамындағы қатты фазаның жарықшаққа 5мм енген кезде ұңғыманың салыстырмалы өнімділік коэффициенті 0,86-0,97, ал осы бұрғылау ерітіндісі 50мм дейін енген кезінде 0,17-0,54 құрайды[65]. Бірақ, осы жарықшақтарға тампонаждық ерітінді енген кезде түп маңы аймағының қайтымсыз бітелуіне алып келеді[66].

Шегендеу құбыры мен тығындау ерітіндісінің арасындағы байланысқа газдар мен сұйықтардың енуі де кері әсерін тигізеді.

Ұңғымаға газдың енуі. Ұңғымаға газдың ену мәселесі сонау 1960 жылдары АҚШ-тың газ қоймаларында алғаш рет анықталған болса да [67,68], әлі күнге дейінгі мұнай газ саласының әсіресе ұңғыманы цементтеудегі өзекті мәселе болып саналады. Газдың ұңғымаға енуі ұңғыма құрылысының барлық кезеңінде болуы мүмкін. Бірақ көп жағдайда ұңғыманы бірінші рет цементтеуде көп байқалады[68,69]. Цемент ерітіндісі сақиналы кеңістікке жеткізілгеннен кейін цемент ерітіндісінің бойында жүретін гидратация процесінің әсерінен цемент ерітіндісі ұңғыманың түбіне қысымды беруді біртіндеп тоқтатады және ұңғыманың түбіне әсер ететін гидростатикалық қысым төмендейді. Осы қысымның біртіндеп төмендеуінің есебінен тампонаждық ерітіндіге толтырылған сақиналы кеңістік пен қабат арасында депрессия пайда болады. Осының нәтижесінде қабаттағы газ біртіндеп цемент ерітіндісіне енеді.

Кейбір зерттеушілер газды қабатқа әсер етуші гидростатикалық қысымның төмендеуі кезінде газдың ұңғымаға ену себебін цементтеу барысындағы қолданылатын сұйықтар мен ерітінділердің тығыздықтарының арасындағы үлкен айырмашылық деп білді[34].

Тампонаждық ерітіндінің бойындағы сұйықтықтың жоғалуының ұңғымаға газдың енуі мәселесіне әсері өткізгіштігі жоғары қабаттардың болған кезінде гидростатикалық қысымның әсерінен пайда болуы мүмкін деп тұжырымдайды, өйткені цемент тасының беріктілігі біртіндеп арта бастағанға дейін байланыспаған су қозғалмалы болып қала береді. Сұйықтықтың жоғалуын алдын алу цемент қабығының өткізгіштігін төмендету арқылы немесе гидростатикалық қысым мен қабаттағы қысымды теңестіру арқылы қол жеткізуге болады. Бірақ, соңғы жағдайда қабат пен тампонаж ерітіндіге толы сақиналы кеңістік арасында кіші-гірім депрессия пайда болса қабаттағы газ ұңғымаға енуі мүмкін. Сол сияқты сұйықтықтың жоғалуы тампонаж ерітіндінің дегидратациясын тудырып, жоғарда бірнеше рет келтірілгендей, өткізгіштігі жоғары қабаттарға перпендикуляр бетте цементтік тығындардың пайда болуына алып келеді. Бұл туындаған жағдайдың нәтижесі біртіндеп гидростатикалық қысымның беріліуін төмендетіп, тампонаждық ерітіндіге толтырылған, сақиналы кеңістікке газдың енуіне жағдай жасайды [70,68].

Кейбір авторлардың тұжырымы бойынша, тампонаждық ерітіндінің субергіштігін $50 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин.}$ мөлшеріне дейін төмендеткен жағдайда газдың ұңғымаға ену мүмкіндігін азайтуға болады[71, 68]. Және аталған субергіштікті қамтамасыз ету үшін кейбір ғалымдар тампонаждық ерітіндінің субергіштігін реттеу арқылы мәселені шешудің тәсілі ұсынылады. [72,68].

Сол сияқты А.Л.Видовский мен Р.А.Ахметов өзінің зерттеулерінде құбыр сырты кеңістігіндегі газдың немесе флюидтің болуының себебі тампонаждық ерітіндіде болатын седиментация процессімен байланыстырды. [68].

Бірақ, кейбір авторлардың пайымдауы бойынша, гидратация процесінде орын алатын тампонаждық ерітіндінің өтпелі күйінің бар екендігі туралы айтылады. Бұл физикалық күйде тампонаждық ерітінді гидростатикалық қысымды ұңғыманың түбіне бере алмайды, және осы күйде болғанда ғана

шеген тізбегі сыртындағы газдың миграциясы туындауы мүмкін. Оған қоса тампонаждық ерітіндіден судың бөліну екінші ретті роль атқаратынын, және кеңеюші тампонаждық ерітінділердің тиімділігінің төмендігін айтады. Субергіштікті азайтушы қоспалардың тиімділігі эксперименттер негізінде дәлелденіп, бірақ қосымша газдың ұңғымаға енуін болдырмау мақсатында сығылатын цементтік ерітінділердің (азотпен немесе сутегімен аэрацияланған ерітінділерді) қолдануды ұсынылады[73,68].

Әдебиеттерге шолу барысында цементтің қатуын күту мерзімінде ұңғымаға газдың енуін болдырмау мақсатында байланыспаған суды бойында ұстау қасиеті жоғары болып келетін тампонаждық ерітінділерді қолдану қажеттілігі туралы [2,74,75,76] және жалпы бұл мәселені шешудегі тампонаждық ерітінділерге арналған қоспалардың маңызыдылығы көптеген зерттеушілермен зерттелген [2,74].

Ұңғыманы цементтеу кезінде сақиналы кеңістіктегі бұрғылау ерітіндісін ығыстыру ерекшеліктері. Ұңғыманы цементтеудегі сапаны төмендетуші факторлардың бірі цемент тасының ішінде, цемент тасы мен тау жынысы арасында немесе цемент тасы мен шеген тізбегі арасында сазды ерітінділердің қалдықтарының арна түзіпқалуы саналады. Бұл жағдайлар тығындау тасы мен шектеуші бет арасындағы адгезияны төмендетеді. Мұның себебі болып, сақиналы кеңістіктегі жуу сұйықтығының толық ығысытырылмауы саналады.

Бұрғылау ерітіндісінің ығыстырылуын жақсарту үшін әртүрлі буферлік сұйықтықтар қолданылады: әртүрлі қоспалары бар су (негізінен құрамында белсенді саздары болмайтын, орнықты тау жыныстарынан тұратын ұңғымаларда), мұнай (көмірсутек негізіндегі бұрғылау ерітінділерімен ұңғыманы бұрғылаған жағдайда), алдын ала аэрацияланған ерітінділер, қатпайтын буферлік ерітінділер, тұтқырлығы жоғары буферлік ерітінділер және полимер негізіндегі буферлік ерітінділер және тағы басақалары.

Ұңғыманы цементтеудің жоғары сапасына қол жеткізу үшін, бұрғылау ерітіндісі сақиналы кеңістіктегі бұрғылау ерітіндісі толығымен ығысытырылуы қажет. Мақалада [78], аталған мақсатқа жету үшін бұрғылау ерітіндісі буферлік сұйықтыққа қарағанда тығыздығы мен тұтқырлығы аздау болуы қажет, ал тығындау ерітіндісінің буферлік сұйықтыққа қарағанда тығыздығы мен тұтқырлығы жоғары болуы керек деп есептейді.

Жалпы бұрғылау ерітіндісін ұңғыманың сақиналы кеңістігінен ығысытыруды зерттеген ең алғашқы ғаламдар ретінде Говард пен Кларкты (1948) саналады. Аталған зерттеуші ғалымдар бұрғылау ерітіндісінің тұтқырлығының аз болуы буферлік сұйықтықпен ығыстыру кезінде тиімді болатындығына көз жеткізді[79]. Бұған дәлел ретінде, осы бағытта жазылған мақалада[80] келтірілген кәсіпшілік мәліметтерді қарастырсақ болады. Мақала авторы, қабат қысымының градиенті 0,01 МПа/м –ден жоғары күрделі жағдайларда цементтеу кезінде бұрғылау ерітіндісін толық ығыстыру үшін тығыздығы бұрғылау ерітіндісіне қарағанда жоғары болып келетін, ауырлатылған буферлік сұйықтықтарды қолданған жөн деп ұсыныстар

келтірген. Осыған сәйкес, цемент ерітіндісінің тығыздығы буферлік ерітінді тығыздығынан жоғары болуы қажет. Бірақ басқа мақала авторлары [81] бұрғылау сұйықтығының тығыздығын шектен тыс азайту ерітіндінің құрамындағы бариттің тұнуына алып келетін, және бұл құбылыстың көлбек бағытталған ұңғымаларда одан ары күрделен түсетіндігін сипаттайды. Көлбек бағытталған ұңғымалардың оқпанының астыңғы бөлігінде бариттен тұратын, каналдардың қалыптасатындығы эксперименталді түрде дәлелденген. Бұл каналдар цемент тасының ілінісу сапасының төмендеуіне және құбыр аралық қысымның пайда болуына жағдай жасауы мүмкін.

Одан бөлек, жұмыстың авторлары [82] шегендеу тізбегінің ішіндегі сұйықтықтардың өзара араласуына да көңіл бөлу қажеттілігін көрсетеді.

Говард пен Кларк ұңғыманы турбулентті режимде цементтегенде бұрғылау ерітіндісінің 98 % ығыстыруға болатындығын, ал ламинарлық режимде бұрғылау ерітіндісінің не бары 50 % ғана ығысытырылатындығын анықтады[79]. Егер тампонаждық ерітіндінің ағымы турбулентті режимде болса, яғни ағымның жоғары жылдамдықтарында бұрғылау ерітіндісі тиімді ығыстырылады. Бірақ мұндай режимді қамтамасыз ету үшін ұңғыманың өлшемі салыстырмалы түрде кіші болуы керек және шеген құбырлары ұңғыманың ішінде дәл ортасында (центрінде) тұру қажет. Одан бөлек, температура мен қысым жоғары болған кезде турбулентті режимді жүзеге асыру қиындыққа ұшыратады. Өйткені үлкен динамикалық қысым қабаттардың гидравликалық жарылысын туғызуы мүмкін[83].

Ағынның төмен жылдамдығы да арнайы модификацияланған ерітінділерді қолданған жағдайда, бұрғылау ерітіндісінің тиімді ығыстырылуын қамтамасыз ете алады [82,84]. Сонымен бірге, қазіргі уақытта ұңғыманы цементтеу кезінде ағынның құйындауына қол жеткізу мақсатында, әсіресе ұңғыма оқпанының кеңейген, каверндері бар аймақтарына сәкес келетін шеген тізбегінің бойына турбулизаторларды орнатады [85,86].

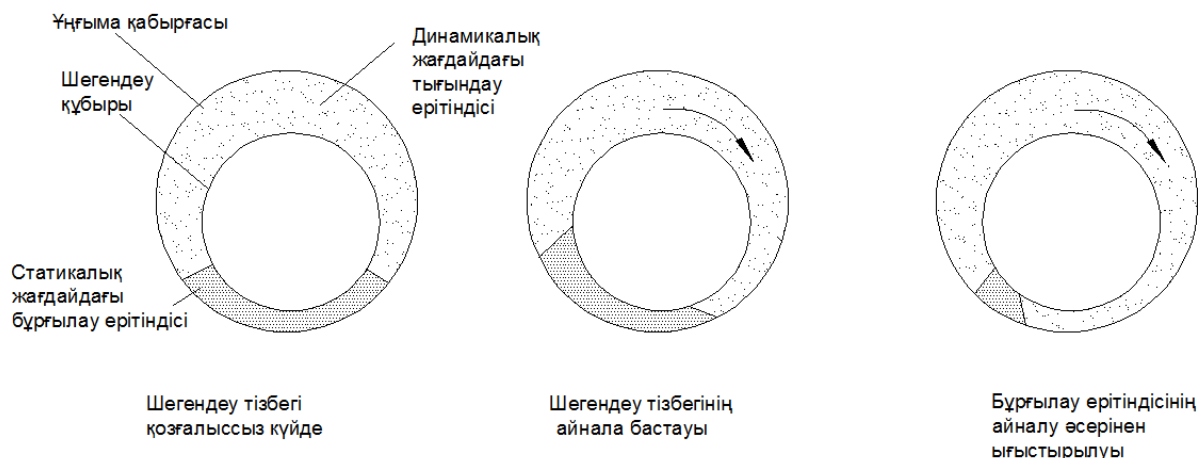
Шегендеу тізбегі ұңғыма қабырғасына өте жақын орналасқан жерлерінде ағымның өте төмен жылдамдығынан және бұрғылау ерітінділерінің тұтқырлығының өте үлкен көрсеткіштерінен, тұрып қалған аймақтардың қалыптасуына алып келеді.

Шегендеу тізбегінің дұрыс орналаспау мәселесін болдырмау үшін шеген тізбегінің бойына центраторлар орнатылуы қажет.

Кларктың зерттеулерінде цементтеу процесінде шегендеу құбырларын көтеріп түсіру және айналдыру арқылы қабаттарды оқшаулаудың сапасын арттыруға болатындығы көрсетілген. Мақалада келтірілген зерттеулердің нәтижесі көрсеткендей шеген тізбегін айналдыру көтеріп түсіру тәсіліне қарағанда 4-7% -ға жақсы нәтиже береді[88].

Д.А.Крыловтың цементтеу кезіндегі шеген тізбегінің көтеріп түсіру мен және айналдыру тәсілдерінің Қаражанбас кенорындағы ұңғыманы цементтеу сапасына әсерін анықтау бойынша жүргізген зерттеген. Шеген тізбектерін 5,10,15,20 минут бойы айналдырып зерттеген кезде 20 минут айналдырғанда жақсы нәтиже алған (5 сурет). Осыған сәйкес белгілі бір шамаға дейін

айналдыру уақытысын жоғарлату айналдыру тәсілінің тиімділігін жоғарлатады[88,89].



5 сурет - Шегендеу тізбегін айналдыру бұрғылау ерітіндісінің ығыстырылу тиімділігін арттырады. [87].

Бұрғылау және тампонаждық ерітінділердің рецептурасын таңдау кезінде тығындау және бұрғылау ерітінділерінің әр түрлі қасиеттерінің буферлік сұйықтықтарға әсерін тексеру өте маңызды болып саналады. Осы мақсатта цемент ерітіндісінің буферлік сұйықтықпен араласқан қоспасын негізгі зерттеулер жинағымен тексереді. Мысалы, тығындау ерітіндісінің реологиялық көрсеткіштері, тұрақтылықты зерттеу, үйлесімділікке сынау.

Цемент ерітіндісі мен жуу сұйықтығының шеген тізбегінің ішінде өзара араласуын болдырмау үшін буферлік сұйықтықтың көлемін жоғарлату арқылы кол жеткізуге болады.

Ерітінділердің әртүрлі тығыздықтар мен тұтқырлықтары барынша аз болған жағдайда ығыстырылу шартын қанағаттандыруға болады. Өйткені тығыздықтың артуы қабаттардың гидравликалық жарылысына алып келіп ары қарай цемент ерітіндісінің қабатқа жұтылуына себебі болуы мүмкін.

1.4 Бірінші бөлім бойынша тұжырым

1.Бірінші ретті цементтеу кезінде туындайтын күрделі жағдайлар геологиялық тұрғыдан алғанда көптеген факторлармен шартталған. Яғни тұзды немесе газды қабаттардың болуы, коллекторлардың жарықшақтылығы, өткізгіштігі жоғары қабаттардың болуы, қабат қысымы төмен өнімді қабаттар секілді факторлар.

2.Тығындау ерітіндісінің сүзіндісі өнімді қабатты ластайды және оның ластау механизмі сүзіндінің құрамына және тұнба түзу жиілігіне тәуелді. Және құрамында целюллоза негізіндегі реагенттері жоқ, субергіштігі төмен тығындау ерітіндісін қолдану ұсынылады.

Цемент тасы мен шегендеу тізбегінң арасындағы байланыс жақсы болуы

үшін бұрғылау ерітіндісі толық шығарылуы қажет, шегендеу құбырына салынатын орталықтандырғыштарды қолдану қажет, мүмкіндік болса цементтеу процессінде құбырды көтеріп түсіргенен гөрі құбырды айналдыру тәсілін қолданған тиімдірек.

3. Бірінші ретті цементтеуде орны алатын ұңғымаға газдың енуі көп жағдайда гидростатикалық қысымның төмендеуінен болады және тығындау ерітіндісінің бойындағы гелдің беріктілігі жоғары болуы керек. Қосымша, газдың енуін болдырмау үшін тығындау ерітіндісінің ұстап қалу мерзімдері арасы жақын болғаны жөн (1-1,5 сағ).

4. Өнімді қабаттардың коллекторлық қасиеттерін сақтап қалу және цемент тасының бойында газдың арналарын болдырмау мақсатында тығындау ерітінділерінің субергіштігін пайдалану тізбегі үшін $40 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$, ал техникалық тізбек үшін $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ шамасында орнатқан жөн.

5. Ұңғыманы аяқтаудың сапасын арттыру мақсатындағы әдістердің ішінде тығындау ерітінділерінің құрамын жетілдіріп, субергіштікті төмендету тәсілдерін қолданған жөн.

2 ЦЕМЕНТТИ-СУЛЫ СУЗПЕНЗИЯЛАРДАҒЫ СҮЗГІЛЕНУ ЖӘНЕ СУДЫ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІН ТАЛДАУ

2.1 Цементті ерітінділердің субергіштік, су бөлу және сүзгілену процестерінің теориясы

Тығындау ерітіндісіндегі байланыспаған бос су 25-27% құрайды[57]. Суспензияны (цемент+су) араластырғаннан кейін, оның субергіштігі өте үлкен болады, және 200-700см³ ден кейбір жағдайларда субергіштікті төмендеткіш реагенттер қосылмаған жағдайда 1000-3000 см³-қа дейін жетуі мүмкін[44. 176 бет]. Субергіштіктің үлкен мөлшері бірінші бөлімде келтірілгендей, тығындау ерітіндісі өткізгіштігі жоғары қабаттармен жанасқан кезде байланыспаған судың көп бөлігі қабатқа енуі мүмкін. Осының нәтижесінде туындайтын күрделі жағдайлардың ішіндегі тығындау ерітіндісінің уақытысынан бұрын қатып қалуы және өнімді қабаттың ластануы қайтымсыз зардаптарға алып келуі мүмкін. Сондықтан, тығындау ерітіндісінің субергіштігін өткізгіш кедергі арқылы байланыспаған бос судың сүзгіленуі сияқты қарастыруға болады. Өткізгіш кедергі дегеніміз - ұңғыма қабырғасындағы сүзгілену қабығы немесе ұңғыманың түп маңы аймағындағы таужыныста болатын кольматациялық экран.

Тығындау ерітіндісінің субергіштігі цементтік қабықтың кеуектілігіне тәуелді болатын цементтік қабықтың меншікті өткізгіштігіне тәуелді. Ал кеуектілікке сол цемент қабығын құраушы бөлшектердің меншікті ауданы әсер етеді[37].

Сүзгілену қабығы сығылмайды деп қабылданған сүзгілену теориясына сәйкес цемент қабығының өткізгіштігі тұрақты. Ал тығындау ерітіндісінің субергіштігінің көлемі қабықтың көлеміне пропорционал деп саналады. Сондықтан, белгілі бір аудан бірлігіне қатысты бөлінген сұйықтық мөлшері сүзгілену қабығының қалыңдығына тура пропорционал[34].

$$h_{fc} = \frac{K_{dep} \times V}{A} \quad (1)$$

K – пропорционалдық коэффициент.

Егер сүзгілену қабығы үлкен дифференциалды қысым жағдайында қалыптасқан болса, онда сүзгілену қабығы сығылмайды деп есептеледі [90]. Субергіштік, өткізгіштік шамасы және сүзгілену қабығының қалыптасу уақытысы субергіштікті төмендеткіш реагенттердің концентрациясына тәуелді. Мысалы, субергіштікті төмендеткіш қосымшаның концентрациясы өскен сайын субергіштік 1200сс/30 мин-тан 25 сс/30 мин дейін өзгерді, ал сүзгілену қабығының өткізгіштігі 5мД дан 0,006мД-ға дейін азайды. Цементтік қабықтың түзілу ұзақтығы ұзарады, яғни цементтеу процесіне оң әсерін тигізеді.

Қысымдар айырымына байланысты сүзгілену жылдамдығы біртіндеп өсуі керек, бірақ кейбір жағдайларда сазды қабық қысымның әсерінен сығылып, өзінің өткізгіштігін төмендетуі мүмкін. Сондықтан, кейбір авторлар [91] сүзгіленуші сазды қабықты сығылады, өйткені көптеген сазды қабықтар сығыла алады және оның сығылу дәрежесі сол сазды қабықтың құрамына байланысты деп есептейді. Мақала авторы [92] цементтік қабықты сығылымды деп есептеп, оның қасиеттерін өзінің еңбегінде зерттеп көрсетеді. Мақалада, цементтік қабық кеуектілігінің сұйықтық шығынына әсерін зерттеу бойынша нәтижелер келтірілген. Зерттеу нәтижесі бойынша цементтік қабықтың мембранаға жақын орналасқан бөлігіндегі кеуектілік цементтік қабықтың бет жағындағы кеуектілікке қарағанда төменірек екендігі анықталды. Бұл нәтижелер сүзгілену қабығының сығылымды екенін дәлелдейді.

Сол сияқты басқа да зерттеушілер цементтік қабықты сығылымды деп есептеп, сүзгілену қабығының өткізгіштігін уақытқа байланысты өзгереді деп пайымдайды[91]. Бірақ, есептеулерді ықшамдау үшін фильтрациялық қабықты сығылмайды деп есептейді[91].

Жалпы сүзгілену қабығы бірнеше қабаттан тұруы мүмкін. Мысалы, бұрғылау ерітіндісінің, буферлік сұйықтықтың және цемент ерітіндісінің қабаттары, және әр қайсысының қалыңдығы мен өткізгіштігі бір-бірінен әртүрлі болуы мүмкін [91]. Сол сияқты басқа зерттеушілердің көзқарасы бойынша сүзгілену қабығы тек екі қабаттан тұрады деп есептейді[2]. Олар: цементті қабық пен сазды қабық.

Сазды қабықтың өзі екі қабаттан тұрады: біріншісі ұңғыма қабырғасына шоғырланған қабық, екіншісі қабаттағы тау жынысына енген қабық. Осыған сәйкес, сазды қабықтың физикалық қасиеттерін реттеу арқылы фильтраттың қабатқа еніп, кері әсер етуін төмендетуге болады. Сондықтан, сазды қабық бұрғылау және тығындау ерітінділерінің субергіштігін реттеп немесе шектей алады деп тұжырымдауға болады, яғни субергіштіктің төмендеу тиімділігі сазды қабықтың өткізгіштігіне тәуелді[93]. Бірақ, бұрғылау сұйықтарының да тығындау ерітінділерінің де өнімді қабатқа тигізетін зардаптары жоғары болғандықтан, ерітінділердің субергіштігін әрқаша төмен ұстаған жөн.

Сүзгілену режимдерінің түрлері. Тығындау ерітіндісінің бойындағы байланыспаған сұйықтың (немесе цементті еріту сұйықтығы) қабатқа беруі негізінен екі режимде жүреді. Егер осы режимдерді цементтеу процессінің кезегімен қарастыратын болсақ, онда сүзгіленудің бірінші режимі динамикалық деп аталады. Өйткені тығындау ерітіндісін сақиналы кеңістікке ығыстыру кезінде тығындау ерітіндісінің сүзгілену процесі жүреді. Сүзгіленудің екінші режимі статикалық деп аталады. Өйткені, тығындау ерітіндісін сақиналы кеңістіктің қажетті биіктігіне көтерген соң да сүзгілену процесі жалғаса береді. Сол сияқты кейбір авторлар осы екі режим арасында өтпелі режимнің бар екенін еңбектерінде келтіреді. Бірақ, әдебиеттерде оның маңыздылығы мен зерттелу деңгейі жөнінде мәліметтер аз берілген[91].

Бірақ, статикалық сүзгілену процесі динамикалық сүзгіленуге қарағанда қарапайым, сондықтан көптеген әдебиеттерде жүйелі түрде алдымен

статикалық сүзгіленуді, содан кейін динамикалық сүзгіленуді қарастырады, яғни қарапайымнан күрделіге қарай қозғалады[34,91].

Динамикалық сүзгілену режимі. Тығындау ерітіндісін ұңғымаға ығыстырып айдау кезінде байқалатын динамикалық сүзгілену режимі өнімді қабаттарға тығындау ерітіндісі жеткен сәтінен басталады. Статикалыққа қарағанда динамикалық сүзгілену режимі өте күрделі болып келеді. Бұл процесті басқаша сипаттағанда тығындау ерітіндісінің цементтік қабыққа параллель қозғалған кездегі сүзгілену режимі деп түсінседе болады.

Тығындау ерітіндісінің сұйықтықты жоғалту мөлшерін анықтау үшін өткізгіш таужынысымен байланысу уақытын ескеру қажет. Сүзгілену процесі қамтитын уақыт цементтеуге жоспарланған аралықтағы өткізгіш қабаттарының орналасуына, сақиналы кеңістіктің көлеміне және ығыстыру жылдамдығына тәуелді. Сондықтан, цемент ерітіндісінің динамикалық сүзгіленуі кезінде бөлінетін фильтрат көлемі әрқашан статикалық режимнен артық болады, өйткені өткізгіштігі жоғары өнімді қабат арқылы цемент ерітіндісінің барлық көлемі өтеді.

Осындай жағдайда көбінесе буферлік сұйықтықтар өте қауіпті болып келеді, өйткені олардың субергіштігіне аса көңіл бөлінбейді. Өндірісте көбінесе буферлік сұйықтық ретінде техникалық су қолданылады, ал техникалық су қабатқа ешбір кедергісіз енеді.

Соңғы кездері буферлік сұйықтық ретінде тығыздығы $1200-1400 \text{ кг/м}^3$ болатын ауырлатылған буферлік сұйықтықтар кеңінен қолданылып келеді. Мұндай сұйықтардағы ауырлатқыш элементтер қабаттың өнімді қабатына әсер етуші күші болып саналады.

Әрине мұндай ерітінділердің субергіштігі қарапайым тығындау ерітінділерінің субергіштігінен бірнеше есе үлкен. Сондықтан, олардың залалдаушы әсері де үлкен болады.

Динамикалық режимдегі тығындау ерітіндісінің субергіштігі температура өскен кезде кішігірім шамаға жоғарлайды[34,94].

Ұңғыманың қабырғасында өткізгіштігі аз сазды қабық болып, және ерітінді үнемі қозғалыста болса, онда динамикалық сүзгілену кезінде бөлінетін сұйықтықтың мөлшері аз болады[19]. Сазды қабықтың алынып тасталуы тығындау ерітіндісінің сусыздануынан цементтік қабықтың түзілуіне алып келеді. Бірақ, динамикалық сүзгілену режимінде түзілетін цементтік қабық тығындау ерітіндісінің қозғалысынан туындайтын эрозия есебінен жұқа болады, бірақ, бұл жағдайды орындау үшін цементтеу процесі турбулентті режимде жүруі қажет. Сондықтан, Соловьев Е.М [19] өзінің еңбегінде тығындау ерітіндісінің сусыздануын болдырмау үшін цементтеу процесін турбулентті режимде жүргізуді жөн деп есептейді.

Цементтеу процесінің қысқа уақытқа тоқталуы цементтік қабықтың өсуіне алып келіп, сақиналы кеңістікті бітеуі, немесе гидравликалық қысым шығынын жоғарлатуы мүмкін. Сақиналы кеңістіктің жіңішкеруінен болатын айналмалы ағым қысымының жоғарлауы қабаттың гидравликалық жарылуына және содан

кейін тығындау ерітіндісінің жарықшақ пайда болған қабатқа жұтылуына алып келеді [19,95 - 952 бет].

Тығындау ерітіндісін сақиналы кеңістікке ығыстыру процесінде жоғары жылдамдықтан төмен жылдамдыққа ауыстыру қайтымсыз зардаптарға алып келеді. Өйткені мұндай жағдайда цементтік қабықты тығындау ерітіндісінің жанама қозғалысымен азайту өте қиын [94].

Статикалық сүзгілену режимі. Статикалық сүзгілену негізінен тығындау ерітіндісін ұңғымаға айдап, сақиналы кеңістікке толығымен ығыстырғаннан кейін жүре бастайды, яғни сүзгіленудің бұл түрі тығындау ерітіндісін қатаю мерзіміне қалдырған кезде жүреді. Аталған уақыт мерзімінде тығындау ерітіндісі өзінің бойындағы байланыспаған сұйықтығын өткізгіштігі жоғары аралықтарға жоғалтуын жалғастыра береді. Осы уақыт аралығында өткізгіш аймақтарда сүзілу қабығының біртіндеп өсуі мен сақиналы кеңістіктің біртіндеп бітелу процесі жүреді. Кейін сақиналы кеңістіктегі тығындау ерітіндісі гидростатикалық қысымды ұңғыманың түбіне беруді біртіндеп әлсіретеді, ал сүзгілену қабығымен бітелген аралықтың төмен жағы үстіңгі жағына қарағанда жылдамырақ әлсірейді. Гидростатикалық қысым ары қарай төмендеп, қабат қысымынан не бары 1 рсі-ға азайған кезде қабаттан газдар мен флюидтердің тығындау ерітіндісіне толтырылған ұңғыманың сақиналы кеңістігіне ену процесі басталуы мүмкін [95].

Статикалық сүзгілену Дарси заңына бағынады және бөлінген фильтраттың көлемі қысымдар айырымы мен сүзгілену уақытына тәуелді. Сүзгілену уақытысы цемент ерітіндісінің цемент тасына айналғанға дейін 1-3 сағат бойы жалғасады.

2.1.1 Тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне субергіштіктің әсері

Тығындау ерітіндісінің негізгі қасиеттері болып мыналар саналады: бастапқы жылжымалылық, тығыздық, қоюлану уақыты, ұстап қалу мерзімдері, реологиялық көрсеткіштер.

Мысалы, мақалада [91] цементтеу барысында тығындау ерітіндісінің тығыздығының өзгеруі жөнінде мәлімет келтірілген. Яғни, мақаладағы мәліметке сәйкес, сақиналы кеңістікке тығыздығы 1438 кг/м^3 болатын тығындау ерітіндісі ығыстырылады, бірақ ұңғыма сағасынан шыққан кезде оның тығыздығы 1618 кг/м^3 . Бұл жағдайдың туындауына, яғни тығыздықтың жоғарылауына алып келетін әртүрлі факторлар әсер етуі мүмкін. Мысалы, ұңғыма қабырғасының құлауы, тығындау ерітіндісі мен басқа ерітінділердің өзара химиялық қасиеттеріне байланысты үйлесімсіздігі, субергіштіктің жоғары болуы және т.б. Жалпы алғанда тығыздықтың жоғарылауы не ерітіндінің сұйық бөлігі арқылы не қатты фазасы арқылы болуы мүмкін.

Тығыздықтың жоғарылау себебі болып тығындау ерітіндісінің үлкен мөлшердегі субергіштігінен болатын, күрделі жағдайлар әсерінен туындайтын су-цемент қатынасының төмендеуімен байланысты болуы мүмкін [24-189 бет]

Байланыспаған сұйықтықтың шығындалу әсерінен тығыздықтың жоғарылауы гидростатикалық қасымды аз мөлшерге арттырады.

Сол сияқты тығындау ерітіндісінің субергіштігі оның көлеміне әсер етеді, яғни оның көлемін азайтады, сақиналық кеңістіктегі тығындау ерітіндісінің көтерілу биіктігін өзгертуі мүмкін[91]. Бірақ, тығындау ерітіндісінің көлемінің азаюы сақиналы кеңістікте жоғары орналасқан бұрғылау ерітіндісінің көлемімен компенсацияланады [34. 197 бет].

Субергіштіктің үлкен мөлшері тығындау ерітіндісінің мерзімдерін қысқартуы мүмкін, өйткені ол тығындау ерітіндісінің су-цемент қатынасына, тығыздығына және құрамына тәуелді [34,91].

Тығындау ерітіндісінің тығыздығы азайған сайын және су-цемент қатынасының өсуіне байланысты қатаю мерзімдері сызықты түрде ұзарады.

Көп мөлшердегі субергіштік тығындау ерітіндісінің реологиялық қасиеттерінің арттуына алып келеді, яғни бұл жағдай сақиналы кеңістіктегі қосымша қысым шығынының себебі болуы мүмкін[34,91].

Субергіштіктің қабаттың коллекторлық қасиеттеріне әсері. Бұл тақырып диссертациялық жұмыстың 1 тарауында қарастырылған, бірақ теориялық тұрғыдан келесідей толықтыруды қажет етеді. Коллектордың физикалық қасиеттерінің төмендеуіне әсер етуші негізгі фактор - бұрғылау, буферлік және тығындау ерітінділерінен бөлінетін сүзінділердің өнімді қабатқа енуі. Басқа ерітінділер мен сұйықтықтарға қарағанда бұрғылау ерітіндісінің таужынысымен жанасу уақытысы ұзактау, сондықтан бұрғылау ерітіндісінің өнімді қабатқа тигізетін кері әсері де орасан [96,97]. Бірақ, тығындау ерітінділерінің өнімді қабатпен жанасу уақытысы қысқа болғанымен тығындау ерітіндісіндегі бөлінетін байланыспаған бос сұйықтықтың салыстырмалы түрде көп болуы мен оның негізгі бөлігінің алғашқы 1-2 минут ішінде қабатқа енетіндігі қабатқа тигізетін кері әсерін тағы да дәлелдейді.

Ерітіндінің бойындағы сұйықтықтың қабатқа сүзгіленуі үлкен репрессияның әсері мен сол ерітінді сүзіндісінің бөлінуінен туындайды[96]. Сол сияқты өнімді қабаттың ластануы мен сұйықтықтың шығындалу процесі тығындаушы ерітіндіден бөлінетін сүзіндінің қабатқа ену тереңдігі бойынша сипатталады [34].

Сүзіндінің қабатқа ену тереңдігі мына формула бойынша анықталады[34]:

$$L = \frac{d_{hole}}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{1 - \left(\frac{d_{csg}}{d_{hole}} \right)^2}{\phi \times K_{dep}}} - 1 \right], \quad (2)$$

Мұндағы ϕ – қабаттың кеуектілігі

d_{hole} - ұңғыманың диаметрі

d_{csg} - шегендеу тізбегінің диаметрі,

K_{dep} - сүзгілену қабығының тұрақтысы

Егер перфорациядан кейін, перфорация арнасы осы тереңдіктен асып түссе, онда тығындау ерітіндісінен бөлінетін фильтраттың өнімді қабатқа қатысты зиянды әсері болмайды.

Цемент ерітіндісінен бөлінетін сүзіндінің өнімді қабатқа әсер ету механизмі жуу сұйықтарынан бөлінетін сүзінділерінен әсер етуіне ұқсас келеді. Басты айырмашылығы – цемент ерітіндісінің сүзіндісі құрамында $\text{Ca}(\text{OH})_2$ –тың үлкен мөлшеріне ие болуы.

Цементтің қатаю мерзімінде гидростатикалық қысымның өзгеруіне субергіиттіктің әсері. Құбыр сыртындағы кеңістікке тығындау ерітіндісін жеткізген соң, сол ерітіндінің көлемінен өнімді қабатқа әсер ететін гидростатикалық қысымы біртіндеп төмендейді. Бұл тығындау ерітіндісінің цемент тасына айналуымен байланысты, яғни сұйық күйден қатты күйге өтуі. Қысымның төмендеу шамасын сипаттайтын теңдеу келесі түрде өрнектеледі[68,98]..

$$\Delta P = \theta * \frac{4 * L}{D_r}, \quad (3)$$

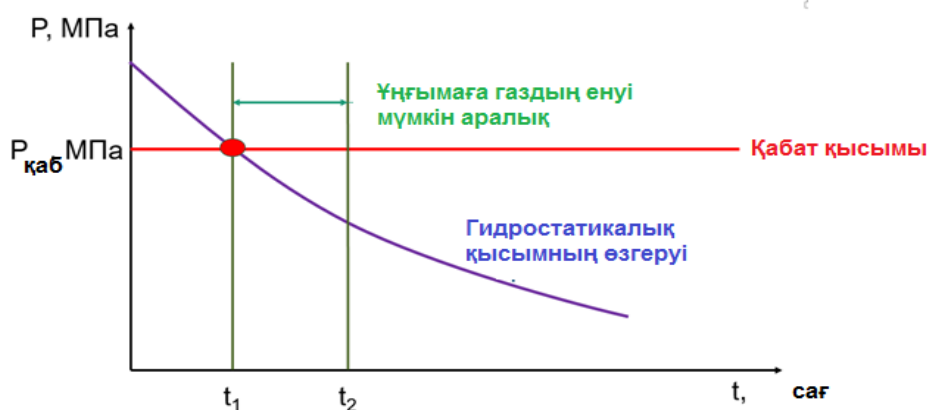
Мұндағы: ΔP – ерітіндінің гидростатикалық қысымының өзгеруі;

θ – ығысудың статикалық күші;

L – тығындау ерітіндісі бағанасының биіктігі;

D_r – ұңғыманың құбыр сыртындағы кеңістік диаметрі;

Тығындау ерітіндісінің біртіндеп қатая бастағаннан ығысудың статикалық күші де үнемі өсіп отырады. Сонымен бірге оның жоғарылау қарқындылығы цементтік ұнтақ құрамындағы клинкерлік минералдардың мөлшеріне, судың сапасына, әртүрлі химиялық қосымшаларға және температураға тәуелді. Белгілі бір уақатқа жеткенде, цементті ерітінді бағанасының гидростатикалық қысымы қабат қысымына тең болады[98]. (6-сурет).



6 сурет - Цементтің қатаюын күту мерзіміндегі ұңғымаға газдың ену мүмкіндігі мен гидростатикалық қысымның төмендеуін сипаттайтын график[98,99].

Егер цемент ерітіндісі өткізбейтін матрицалық құрылымға ие болып үлгермесе, онда t_1 дан t_2 ге дейінгі уақыт аралығы газдың ұңғымаға ену мүмкіндігі бар аралық болып саналады[68,98,99]. Осыған сәйкес, құбыр сыртындағы кеңістік пен газды қабат арасындағы қысымдардың айырмашылығы негізгі себеп болып саналады. Цементтің қатуын күту мерзіміндегі ұңғымаға газдың ену мүмкіндігі мен гидростатикалық қысымның төмендеуін сипаттайтын график жоғарыда келтірілген.

Жоғары температура мен үлкен қысымның тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне әсері. Температура мен қысым белгілі бір аралықта тығындау ерітіндісінің тығыздығына әсер етпейді. 75°C температурада сүзгілену қысымға, араластыру түріне және сүзгілену шартына тәуелді емес[57]. Бірақ, жоғары температура мен үлкен қысымда тығындау ерітіндісінің субергіштігі өзгереді.

Ұңғыма құрылысы кезіндегі үлкен қысым дегеніміз шамасы 70 МПа дан жоғары қысымды айтады. Жоғары температура деп 150°C тан жоғары температура саналады. Температураның жоғары болуы тығындау ерітіндісінің қату мерзімін төмендетеді. Сондықтан, бұл параметрдің дұрыс есептелмеуі тығындау ерітіндісінің уақытысынан бұрын қату салдарына алып келеді. Бірақ температура жоғарылаған сайын тығындау ерітіндісінің реологиясы және айналмалы ағынның тығыздығы азаяды[100].

2.2 Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендетудің тәсілдерін талдау

Ұңғыманы цементтеу ұңғыманы аяқтаудың маңызды бөлігі болып табылады, бірақ соның ішінде өнімді қабаттар орналасқан аралықты цементтеуге үлкен көңіл бөлінеді. Тығындау ерітінділеріне қойылатын мақсаттардың бірі - тығындау ерітіндісінің сүзіндісінен ұңғыманың түп маңы аймағының ластануын болдырмай, тығындау ерітіндісінің сүзгілену қасиеттерін жақсарту болып саналады. Әрине, тығындау ерітіндісі мен цемент тасының субергіштіктен басқа қасиеттерінің маңыздылығы өзінің өзектілігін жоғалтпайды.

Өнімді қабатқа келетін кері әсерді төмендету мақсатында ұңғыманы цементтеудің сапасын жоғарлату бойынша зерттеулер жүргізген көптеген ғалымдар Ф.А.Агзамов, М.О.Ашрафьян, А.И.Булатов, В.С.Данюшевский, В.И.Крылов, Ю.С.Кузнецов және басқалар[102,103], субергіштігі төмен болып келетін тығындау ерітінділерін дұрыс таңдаудың қажеттілігі мен маңыздылығын көрсеткен [104].

Жалпы субергіштікті төмендету тәсілдерінің әртүрлі болуы төмендету механизмінің әртүрлі екендігін көрсетеді. Осы бағытта жазылған еңбектің авторлары [34] субергіштікті төмендетудің механизмдері толығымен зерттелмеген деп пайымдайды. Өзінің еңбегінде авторлар [34] субергіштікті төмендетуші материалдарды негізінен төменде көрсетілген екі класқа бөліп жіктейді:

- ұсақталған қатты бөлшектер (ұсақ дисперсті қатты материал)
- суда ерігіш полимерлер

Яғни, қатты ұсақ бөлшектерді қолдану арқылы немесе тығындау ерітіндісінің сұйық фазасы арқылы субергіштікті азайтуға болады.

Әдебиеттерге шолу барысында орындалған зерттеулерді шолу арқылы тығындау ерітіндісінің субергіштігін келесідей әдістермен төмендетуге болатындығы анықталды[2]:

- цементке қарағанда суды тұтыну мөлшері жоғары болатын қосымшаларды цементке қосу
- цементтің меншікті бетін жоғарылату
- сүзгілену қабығының кольматациясы
- тығындау ерітіндісіндегі араластыру сұйықтығын байланыстырушы қосымшаларды цемент ерітіндісіне қосу

Цементпен салыстырғанда суды тұтыну мөлшері жоғары болатын қосымшаларды цементке қосу тәсілі. Алдыңғы параграфта белгіленгендей, тығындау ерітіндісінің субергіштігі цементтік қабықтың өткізгіштігіне тәуелді болып келеді және ол су-цемент қатынасы, тұтқырлық сияқты факторлардың әсерінен төмендеуі мүмкін. Субергіштікті азайтудың бірнеше жолының бірі - цементпен салыстырғанда суды тұтыну мөлшері жоғары болатын қосымшаларды пайдалану.

Шетелдік ғалымдардың еңбектерінде ең алғашқы субергіштікті төмендеткіш болып бентонит келтіріледі[34]. Бентониттің субергіштікті азайту механизмі цементтік қабықты бентониттің ұсақ түйіршіктерінің бітеуіне негізделген. Түйіршіктер цементтік қабыққа еніп, цементтің бөлшектері арасындағы бос орындарды толтырып, өткізгіштікті төмендетеді.

Сол сияқты бентониттік саздардың шлак негізіндегі цементтік ерітінділердің субергіштігін төмендеткіш ретінде қолданылуының тиімділігі туралы мәліметтерді шлак ерітінділерінің субергіштіктерін зерттеу кезінде Булатов А.И., Новохатский Д.Ф. [105, 193-196 беттер] өздерінің еңбектерінде келтірген. Сонымен бірге бұл авторлар, шлакты ерітінділер үшін қосылатын бентониттің пайдалы мөлшері құрғақ салмағынан есептегенде 10-20% болады деп пайымдайды, өйткені одан жоғары концентрацияның өсуі субергіштікті азайтпайды. Бірақ бентониттік саздар, яғни монтмариолониттер КССБ-мен бірге қолданылғанда тиімділігі артады есептеледі [105]. Сондықтан, бентонитті қолдану мүмкіндігін әлі де зерттесе болады.

Дегенмен, басқа авторлардың пайымдауынша қосымша ретінде қолданылатын сазды материалдардың барлық түрі цемент тасының беріктілігін төмендетеді[50]. Сонымен бірге мақалада [105] бентониттің тек қана орташа субергіштікті қамтамасыз ете алатындығы, яғни тығындау ерітіндісінің субергіштігін 200-400 см³/30 мин дейін төмендете алатындығы келтірілген.

Субергішті төмендететін көптеген тәсілдердің бірі цемент бөлшектерінің өлшемдерін реттеуге және оптимизациялауға негізделген CemCrete технологиясы саналады. Мақалада [106] тығыздау ерітіндісінің реологиясына цемент тасының өткізгіштігіне, кеуектілігіне және беріктілігіне әсерін

көрсететін, жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Мысалы, G класының цементпен салыстырғанда CemCrete цемент тасының өткізгіштігін салыстыру нәтижелері CemCrete цемент тасының өткізгіштігі 0,05мД, ал дәстүрлі G класының цементінен жасалған цемент тасының өткізгіштігі 0,1мД көрсетті. Сол сияқты CemCrete цементінен жасалған ерітінді дәстүрлі цементке қарағанда өзінің беріктілігін 2 сағаттан соң жылдам көтереді. Сол сияқты авторлар, цемент бөлшектерінің өлшемдерін оптимизациялау тәсілінің перфорация кезінде де жақсы нәтиже бергенін атап айтқан, яғни перфорация кезінде цемент тасының бойында жарықшақтар түзілмеген. Аталған көрсеткіштердің барлығы цемент ерітіндісінің сұйықты жоғалту параметрін орындау барысында жүзеге асырылған.

Осы бағытта яғни, тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендету әдістерінің бірі - бариттің нанобөлшектерін қолдануға негізделген. Мақала авторлары [107] консистенция мен субергіштікті анықтау үшін арналған стандартты аспаптарды қолдану арқылы жүргізілген зерттеу нәтижелері мен әдістемесін сипаттаған. Негізгі тығындау ерітіндісінің құрамы портланд цементтен, субергіштікті төмендетуші қосымша –гидроксиэтилцеллюлозадан, ауырлатқыш қоспа ретін бариттен тұрды. Бариттің нанобөлшектері 1-5% аралығындағы концентрацияда қосылған. Зерттеулер нәтижесі көрсеткендей, бариттің нанобөлшектерін қолдану арқылы субергіштіктің қосымша 50 % ға дейін төмендетуге болады. Сонымен бірге, мақала авторлары барит нанобөлшектерінің қосымша ретінде қолданылуы тығындау ерітіндісінің консистенциясына және ұстай бастау уақыттарына кері әсері жоқ екендігін белгілейді.

Алайда, бұл жұмыста тығындау ерітіндісінде әртүрлі ерітінділерді ауырлату үшін қолданылатын бариттің бар екендігін, және субергіштікті төмендетуші ретінде гидроксиэтилцеллюлоза қолданылатынын ескеру қажет. Яғни, бариттің нанобөлшектері ерекше жағдайларда қолданылатын, ауырлатылған ерітінділердің субергіштігін төмендету үшін ғана қолданылатынын тұжырымдаса болады.

Сол сияқты, осы бағыттағы жұмыстардың бірінде [34] авторлар субергіштікті төмендету механизмі бентониттің механизміне ұқсас келетін, латекстік цементтердің қолданылуын сипаттайды. Латекс дегеніміз – эмульсия ортасында полимеризациялау арқылы алынған, полимер. Материал көп жағдайда сүт тәрізді суспензия түрінде жеткізіледі. Оның құрамында суспензияның коагуляцияға ұшырауын алдын алатын, беттік белсенді заттар мен диаметрлері 200-500 нанометр болатын, ұсақ сфера түріндегі полимерлік түйіршіктер болады. Көптеген латекстердің құрамындағы қатты заттардың мөлшері 50% ға дейін жетеді. Дәл осы қатты заттар бентонит тәрізді жұмыс істейді[34, 80 бет].

Дегенмен, бұл жұмыста авторлар латекс негізіндегі субергіштікті төмендеткіштердің температуралық шектеумен байланысты кемшіліктерінің бар екендігі көрсетілген. Мысалы, поливинидилден хлорид, поливинил ацетат негізіндегі латекстер 50 °С температураға дейін субергіштікті азайта алады.

Цементтің меншікті ауданын ұлғайту. Субергіштікті төмендетуші тиімді әдістердің бірі- цементтің меншікті ауданын ұлғайту. Меншікті ауданның ұлғаюы цемент түйіршіктерімен байланысатын судың көлемін артады, яғни гидратация реакциясына қатысатын судың көлемі өседі. Құрғақ күйдегі цементті ұсақтау үшін әртүрлі ұсақтаушы құрылғылар қолданылады. Солардың ішінде тиімдісі дезинтеграторлар болып саналады.

Ең алғашқы рет дезинтеграторды өндірісте И.А.Хинт қолданған [108].

Жоғары жылдамдықты соққы арқылы қатты заттарды дезинтеграторда өңдеу кезінде яғни, жылдамдығы 50-300м/сек болатын бөлшектердің соқтығысуанан ұнтақталатын заттың механикалық бөлшектенуі мен меншікті ауданының өсуінен өңделетін заттардың механикалық -химиялық белсенділігі артады [109-111].

Ұңғыманы бұрғылау саласындағы соққылы дезинтеграторлық технологияның қолданылуы негізінде алынған М.Х.Каримов пен И.А.Хинттің бұрғылау ерітінділері мен тығындау материалдарын өңдеу кезіндегі маңызды нәтижелеріне мыналар жатады:

- цемент тасының беріктігінің жоғарлауы
- бұрғылау жылдамдығының өсуі
- бұрғылау ерітіндісіндегі қатты фазаның төмендеуі
- заттардың адсорбциялық қасиеттерінің жоғарлауы

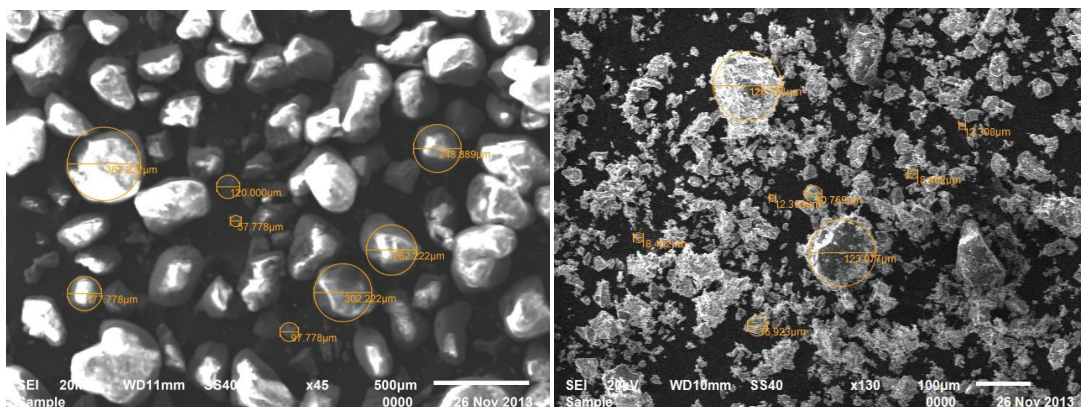
Дәлірек айтқанда М.Х.Каримов цементті- күлді-эктасты тығындау материалдарының субергіштігіне дезинтеграторлық технологияның әсері зерттелді[112].

Өңдеу қарқындылығының жоғарлауы яғни, дезинтегратор роторларының айналу жиілігінің 6000-18000 айн/мин –қа дейін өсуі тығындау ерітіндісінің субергіштігін $150-170\text{см}^3/30\text{мин}$ -тан $33-37\text{см}^3/30\text{мин}$ -қа дейін төмендеуіне алып келді.

Тығындау цементтерінің жылуылық орнықтылығын жоғарлатушы қосымша ретінде цементке қосылатын, құрамында кремнийі бар компоненттерді зерттеу кезінде ерітінді құрамындағы кремнийземнің нашар белсенділігімен байланысты мәселе туындады, яғни, кремнийзем ерітіндіде нашар ерітіндігін көрсетті.

Дезинтегратормен өңдеу кремнийземның меншікті ауданын жоғарлату есебінен және ол ауданның тиімділігін арттыру арқылы кремнийземнің белсенділігінің артуымен байланысты оң нәтижелер көрсетілді (7 сурет) [113,114]. Осы уақытта жасалған авторлардың еңбектеріндегі жүргізілген зерттеулер [113,114] құрамында кремнийі бар заттарды дезинтегратормен өңдеудің эктас пен судың байланысу жылдамдығын жоғарлататындығы көрсетілді (бастапқы кезеңде).

Одан бөлек осы бағыттағы тағы бір жұмыста [110] дезинтеграторлық өңдеу цемент тасының беріктілігін 1,2 есеге арттыратыны келтірілген. Алынған цемент тастарына зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде кеуектерінің ауданы, кеуектілік сияқты цемент тасының құрылымдық сипаттамалары да зерттелді.



45 есе ұлғайтылған кварц құмы(сол жағы), 130 есе ұлғайтылған дезинтеграторлық өңдеуден кейінгі құм (оң жақ).

7 сурет - Кремнийземнің беттік құрылымының өзгеруіне дезинтеграторлық өңдеудің әсері [114].

Зерттеу жұмыстарының мәліметтері дезинтеграторда өңделген тастардың салыстырмалы түрде кеуектілігі аз болып келеді. Мақалада [110] дезинтеграторлық өңдеудің максималды тиімділігін алу үшін ұнтақтаудың сатылы технологиясын қолдануды ұсынады.

Цементтік ерітіндіге араластыру сұйықтығының байланыспаған суын байланыстыратын қосымшаларды енгізу. Жоғарыда келтірілгендей, субергіштікті азайтудың тағы бір жолы -тығындау ерітіндісінің цементті еріту сұйықтығын байланыстыратын қосымшаларды енгізу болып табылады. Тығындау ерітіндісінің тұтқырлығын жоғарылату суда еритін әртүрлі полимерлермен жүзеге асырылады. Жалпы субергіштікті төмендетуші қосымша ретінде суда еритін полимерлерге 1940 жылдардың басынан бастап көңіл бөліне бастаған. Бірақ, ол кезде тек бұрғылау ерітіндісіне қосымша ретінде қолданылған [34, 82 бет].

Осы бағытта жазылған еңбектердің авторы [34,115] полимер негізіндегі барлық субергіштікті төмендеткіш қосымшаларды екі түрге бөліп қарастырады: табиғи полимерлер және синтетикалық полимерлер. Табиғи пайда болған полимерлердің ішінде мақала авторы [115] көп қолданылатын субергіштікті төмендеткіш қосымша ретінде екі түрлі табиғи полимерді көрсетеді.

- гидроксиэтилцеллюлоза-(ионогенді емес полимер)
- карбоксиметилцеллюлоза(КМЦ)

Синтетикалық полимерлер негізіндегі субергіштікті төмендеткіш қосымшалар ретінде төмендегілер қарастырылады[115]

- акриламидтің сополимері;
- амид винил мен винил спиртінің сополимері;
- полиэтилен имиді;
- Стирол-бутадиендік латекстер

Сол сияқты авторлар [34] полимерлік ерітінділердің тұтқырлығы полимердің концентрациясы мен молекулалық салмағына тәуелді екенін

белгілейді. Мысалы, молекулалық салмағы төмен гидроксипропилцеллюлозаның екі пайыздық ерітіндісінің тұтқырлығы 500 сп болады. Бірақ, осындай концентрациядағы молекулалық салмағы жоғары болып келетін гидроксипропилцеллюлозаның ерітіндісінің тұтқырлығы 50000 сп жетеді. Яғни, молекулалық салмағы жоғары полимерлер салыстырмалы түрде тұтқырлықты жақсы жоғарлатады. Бірақ, осы еңбектің авторлары молекулалық салмағы жоғары полимерлердің басты кемшілігі ретінде тұтқырлықтың шектен тыс үлкен болуын көрсетеді. Тығындау ерітіндісінің тұтқырлығының жоғары болуы тығындау ерітіндісінің араластырылуы мен ұңғымаға айдалуына кері әсерін тигізеді.

Целлюлоза (гидроксипропилцеллюлоза, метилгидроксипропилцеллюлоза, карбоксиметил гидроксипропилцеллюлоза) негізіндегі полимерлердің субергіштікті төмендету механизмі мақалада[116] терең қарастырылған. Авторлар белгілегендей целлюлоза негізіндегі полимерлер сумен байланысқан кезде ісініп су молекуласының қабықшасын қалыптастырады. Осының нәтижесінде сұйықтық ортасының тұтқырлығы жоғарлап, полимерлер субергіштікті төмендетеді деп пайымдалған.

Гидроксипропилцеллюлозаның басты кемшілігі ретінде жұмыстың авторы[115] 93⁰C (200F) -тан кейін субергіштікті төмендеткіш ретінде тиімділігінің жоғалуын, тұзға орнықтылығының әлсіздігін, тұтқырлығының үлкен болуын көрсетеді. Тұтқырлығын төмендету үшін үлкен мөлшердегі дисперсанттарды (пластификаторларды) қосу қажеттілігі де осы кемшіліктер қатарын толықтырады.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) негізінен бұрғылау ерітінділерінде қолданылады. Тығындау ерітінділерін дайындауда бұл табиғи полимер қолданылмайды, өйткені ол кальций иондарын тұндырады[117].

Сол сияқты Nelson E.B., Guilloot D.F. субергіштікті төмендеткіш суда еритін синтетикалық полимерлерді зерттеу кезінде мынандай түрлерге бөлді:

- ионогендік синтетикалық полимерлер
- аниондық синтетикалық полимерлер
- катиондық синтетикалық полимерлер

Ионогенді емес синтетикалық полимерлердің ішінде субергіштікті төмендеткіш қосымша ретінде жиі қолданылатын түрі негізінен поливинил спирті болып саналады. Бұл материал 38 ⁰C және оданда төмен температурада яғни, төмен температуралы ортада пайдалы болып саналады. Поливинил спирт негізіндегі полимер цементтің қатуын баяулатпайды және ол тығындау ерітіндісінің қатуын жылдамдатқыш кальций хлориді сияқты қосымшалармен сәйкес келеді. Кейбір еңбектерде [117] поливинил спиртінің (ПВС) концентрациясы төмен тұзды суларда 140⁰C дейінгі температурада қолданылуға болатыны көрсетілген. Бірақ бұл қосымшаның басты кемшілігі концентрация диапазонының қысқа болуы[34].

Субергіштікті төмендеткіш ретінде жұмыс істейтін аниондық полимерлер негізінен акриламидтен алынатын сополимерлерден немесе үштік сополимерден тұрады.

Катиондық полимерлердің ішінде полиэтиленмин кеңінен қолданылады[34]. Бірақ, оның тиімділігі оның молекулалық массасының өсуіне қарай жоғарлайды. Полиэтиленминнің субергіштікті төмендеткіш ретінде басты артықшылығы болып оның үлкен температурадағы тиімділігін айтса болады. Мысалы, 225⁰С сияқты үлкен температурада цемент ерітіндісінің субергіштігі 16мл/30мин құрайды. Бірақ сұйықтық шығынының жеткілікті мөлшерде төмендеуін қамтамасыз ету үшін қосымша диспергаторлар қолданылу қажет деп есептейді автор[117]. Егер жеке өзін қолданса ешқандай тиімділік бермейтінін көрсетеді.

Соңғы кезде өндірістің барлық саласында экологиялық мәселелерге көп көңіл бөлінудің нәтижесінде экологиялық тұрғыдан рұқсат етілген цементтік қоспалар жақсы дамып келеді. Соның ішінде целлюлоза негізіндегі биополимерлердің болашағы мол деп саналады. Өйткені олар қоршаған ортаға ешқандай зиян келтірмейді. Сондықтан, соңғы кездегі көптеген жұмыстар целлюлоза негізіндегі субергіштікті төмендеткіш қосымшалардың пайдалы түрлерін ойлап табуға бағытталған [34,115]. Мысалы, субергіштікті төмендеткіш қосымша ретінде қолданылатын молекулалық салмағы төмен полимерлердің тиімділігі жөнінде мақала авторлары гидроксилцеллюлозаны пайдалану арқылы кенорында жүргізген эксперименттер мен сынақтардың нәтижелерін дәлел ретінде келтіреді. Молекулалық салмағы төмен субергіштікті төмендеткіш қосымшалардың молекулалық салмағы жоғары полимерлермен салыстырғандағы басты артықшылықтары ретінде мақала авторлары[115] ерітінді тұтқырлығының төмен болуын, субергіштікті төмендеткіш ретінде жоғары температураларда функциясын жоғалтпауын және ерітіндінің тұздың әсеріне орнықтылығын көрсетеді.

Цементтік қабықтың кеуектерінің орташа өлшемі шамамен 1нм [118] болғандықтан субергіштікті төмендетудің молекулалық салмағы жоғары суда еритін полимерлік реагенттерді пайдалану есебінен цементтік қабықтың өткізгіштің төмендету механизмдерін түсіну де маңызды болып саналады. Жалпы осы бағытта жазылған еңбектердің бірінде[119] тығындау ерітіндісінің бойындағы байланыспаған сұйықтықтың қабатқа сүзгіленуін төмендетуші полимерлік қосымшалардың үш түрлі механизмін сипаттайды:

1. Молекулалық салмағы жоғары сүзгіленуді төмендетушілер сумен қосылған цемент бөлшегіне адсорбцияланып, сол бөлшектер арасындағы бос кеңістікті жартылай немесе толығымен бітейді. Адсорбция механизмінің нәтижесінде цементтік қабықтың өткізгіштігі мен тығындау ерітіндісінің субергіштігі төмендейді[92,119].

2. Тығындау ерітіндісінің субергіштігін полимерлік қабықша немесе мицелла түзіп, цементтік қабықтың кеуектерін бітейді.

3. Целлюлоза эфирі сияқты субергіштікті төмендеткіш кейбір полимерлер гидроколлоидтар болып саналады. Яғни, еріген макромолекулалардың ішкі сферасына су молекулаларының үлкен мөлшерін байлайды. Сол себептен, араластыру сұйықтығының үлкен көлемі физикалық тұрғыдан байланады және сүзгілену процесінде босай алмайды. Бұған

қосымша судың гидроколлойдқа сіңірілуі оның ісінуіне алып келеді де, цементтік қабықтың кеуектерін бітейді [92,119].

Қорыта келе, сұйықтықтың қабатқа өтуін азайтудың бірнеше механизмдері бар екендігі түсінікті, бірақ тығындау ерітіндісіндегі сұйықтық тек қана қабатқа кетпей ерітіндінің бетіне шығуы мүмкін, яғни бөлінетін сұйықтық жоғыры қарай тік бағытта сүзгіленуі мүмкін. Сондықтан, субергіштікті қарастырғанда тығындау ерітінділерінің су бөлуін, седиментациялық орнықтылығын бірге қарастырады. Өйткені субергіштік пен су бөлу қасиеттері тығындау ерітіндісінің өзінің бойында сұйықтықты ұстап тұру қабілетін сипаттайды.

2.3 Цементтік ерітінділердің седиментациялық орнықтылығын жоғарлату тәсілдерін талдау

Тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығы ұңғыманы бекіту сапасына тікелей әсер етеді, өйткені седиментациялық орнықтылық тығындау ерітіндісінің біртекті құрылымын қалыптастыруда маңызды роль атқарады[120].

Тығындау ерітіндісінің су бөлуі немесе седиментациялық орнықтылығы ерітіндінің субергіштік қасиетімен тығыз байланысты. Сондықтан, бұл екеуі тығындау ерітіндісінің бойындағы суды ұстап тұру қабілетіне қатысты. Су бөлінудің субергіштіктен айырмашылығы су бөліну процесінің гравитациялық күштердің әсерінен жүруінде. Жалпы субергіштіктің мәні алдымен гидродинамикалық қысымның әсерінен, кейін гидростатикалық қысымның әсерінен өткізгіш қабатқа байланысып үлгермеген араластыру сұйықтығының сүзгіленуі негізделеді. Сондықтан, субергіштікті тығындау ерітіндісінің сақиналы кеңістікке ығыстырылу барысындағы, яғни, динамикалық күйдегі субергіштік және тығындау ерітіндісінің сақиналы кеңістікке орналасқаннан кейінгі статикалық күйдегі субергіштігі деп екі бөліп қарастырады [34, 192-193 бет].

Седиментациялық орнықтылық деп –гравитациялық күштердің әсерінен тығындау ерітіндісінің дисперстік орта мен дисперстік фазаға бөлінуіне қарсы тұру орнықтылығы түсіндіріледі[121].

Су бөліну процесінде тура немесе кері седиментация болуы мүмкін. Мысалы, жеңілдетілген түрдегі тығындау ерітінділерінде қатты түйіршіктер тұнба болып төмен түседі, ал жеңілдетуші қосымша ретінде қолданылған бөлшектер тығындау ерітіндісінің бетіне шығады[24,44].

Кейбір авторлар тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығы салыстырмалы түрде жоғары болуы керек және су бөліну мөлшері 1-1,5%-дан аспауы қажет деп есептейді.

Тығындау ерітіндісінің су бөлу коэффициенті арнайы ыдыста 1 сағат бойы тығындау ерітіндісін тұндыру барысында ерітіндіден бөлінген судың көлемі бойынша анықталады. Тығындау ерітіндісінен су бөлу мөлшері 7-10мл аспауы қажет [24,196 бет].

Бірақ жеңілдетілген тығындау ерітінділерінің су бөлу коэффициентін бір шамада ұстау өте қиын. Жеңілдетілген тығындау ерітінділерінің седиментациясы құрамының көп компонентті болуынан және су-цемент қатынасының жоғары болғандығынан өте күрделі процес болып саналады. Седиментацияның негізгі себептері ретінде келесілерді айрықшалауға болады:

- Су цемент қатынасының үлкен болуы тығындау ерітіндісінің суды бойында ұстап тұру қабілетінің төмен болуы
- Қатты фаза бөлшектерінің үлкен өлшемдері
- Құрамында ауырлатқышы бар тығындау ерітіндісінің тығыздығы
- Тығындау ерітіндісінің қата бастауының бастамасына дейінгі үлкен уақыт кетеді.

Жоғарыда келтіріген бұл себептерге қосымша ретінде тығындау ерітіндісінің седиментациясына алып келетін классификаторлардың әсерінде жатқызуға болады[34,78 бет].

Өлшемдері кішкентай болып келетін бөлшектер тұнбайды, өйткені оларға Броундық қозғалыстар әсер етеді. Флокула түріндегі гель болады, бірақ оның күші ірі бөлшектерді ұстап тұруға шамасы жетпейді. [34,79 бет].

Мақала [122,107 бет] авторы эксперимент нәтижелерін өзінің жұмысында келтіре отырып, ауырлатылған ерітінділерде қолданылатын ұсақталмаған магнетит немесе кварц құмы седиментация түзбейді деп пайымдайды. Дегенмен, автор қорытындылай келе седиментациялық орнықтылықты қалыпты жағдайда ұстау қажет деп тұжырымдайды. [122,207 бет].

Жалпы алғанда газ ұңғымаларын және қалыпты жағдайдан жоғары қабат қысымы бар ұңғымаларды бірінші реттік цементтеу кезінде тығындау ерітінділерінің седиментациялық орнықтылығын қалыпты жағдайда ұстау қажеттілігі көрсетілген[123].

Седиментациялық орнықтылыққа бөлшектердің пішіндері әсер етеді, мысалы, дұрыс емес пішінді бөлшектерге қарағанда сфера түріндегі бөлшектер жылдамырақ тұнба түзеді [24,196 бет]. Сондықтан, су бөліну седиментациялық процестерге тәуелді, яғни, құрылым түзілу неғұрлым ұзақ жүрген сайын соғұрлым қайтымсыз зардаптардың түзілуіне мүмкіндіктер көп.

Жүргізілген эксперименттердің нәтижелеріне сәйкес [122,107 бет] седиментациядан кейін өзінің бойынан газды өткізе алатын арналар түзіледі. Осы арналардың түзілуі көлбеу ыдыстарда зерттеу кезінде арта түсетіні байқалады.

Седиментациялық орнықтылықтың төмен болуынан туындайтын зардаптарға тығындау тасындағы өткізгіштіктің жоғарлауы, су белдемшелерінің түзілуі саналады[122,206-207 бет].

Сондықтан ұңғыманы цементтеу процесіндегі су бөлінуді алдын алудың негізгі әдістеріне мыналар жатады:

- су- цемент қатынасын реттеу
- субергіштікті төмендеткіш реагенттерді қолдану
- тығындау ерітіндісінің қата бастауына дейінгі уақыт кезеңін қысқарту
- әртүрлі қоспаларды қолдану, мысалы микросфера

- қатты бөлшектердің дисперстігін реттеу

Сол сияқты тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығын жоғарлату үшін төмендегідей әдістер ұсынылады[60, 17 бет]:

- бор, саз сияқты қосымшаларды қосу

- дисперстік ортаны қоюлату, яғни судың тұтқырлығын жоғарлату

- гидратация кезінде түзіле алатын ұсақ заттарды қосу

- Жоғарыда көрсетілген бірінші тәсілді жүзеге асыру үшін мақала авторы [44,122 бет] жеңілдетілген ерітінділерді дайындауда артық суды байланыстыру мақсатында бентонит, гильсонит сияқты заттарды қосымша ретінде қолдануды ұсынады.Бентонит пен гипан тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығын жоғарлатады [122,107 бет].

Екінші тәсілге қатысты жұмыста [120] кальции карбонаты CaCO_3 мен кальции оксидін CaO қосып, тұтқырлықты нашарлатпай седиментациялық орнықтылықты жоғарылатуға болатындығы келтірілген. Ерітіндіге кальции оксидін CaO қосқан кезде ерітіндіде Ca(OH)_2 түзіледі. Оның бойына судың үлкен мөлшері адсорбцияланады. Кальции карбонатын қосқан кезде де осыған ұқсас эффект туындайды.

Жалпы алғанда, жоғарыда көрсетілген седиментациялық орнықтылықты жоғарылату үшін арналған іс-шаралардың ішіндегі субергіштікті төмендететін барлық тәсілді қолдануға болады[122,114 бет].

Сонымен бірге, тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығын ұңғыманы цементтеу кезінде барлық жағдайда жоғарылату қажет деп тұжырымдауға болады.

2.4 Тығындау ерітінділерінің сүзгілену қасиеттерін басқару үшін реагенттерге қойылатын талаптарды негіздеу

Бірінші бөлімдегі ұңғыманы сапасыз цементтеудің себептеріне жүргізілген талдауда, және сол сияқты ұңғыманы цементтеу сапасын арттырудың тәсілдерін талдау цементтеу кезіндегі субергіштікті бақылаудың маңыздылығын және тығындау ерітінділерінің субергіштігінің төмендеуіне алып келетін химиялық қоспалардың қолданылу тиімділігін көрсетеді.

Көптеген субергіштікті төмендетуші көптеген қосымшалар тығындау ерітіндісінің басқа технологиялық қасиеттеріне кері әсерін тигізе отырып, тығындау ерітіндісінің субергіштігін төмендетеді. Цементтеудің сапасының жоғарылауын қамтамасыз ету үшін тығындау ерітінділерінің сүзгілену қасиеттерін басқару үшін арналған реагенттерге көптеген талаптар қойылады. Бұл талаптардың негізі болып эксперименттік зерттеулердің нәтижелері мен жүргізілген сынақтардың кәсіпшілік нәтижелері көрсетілген, авторлардың ғылыми зерттеу жұмыстары саналады. Жалпы алғанда тығындау ерітінділерінің субергіштіктерін төмендетуші қосымшалар келесідей талаптарды қанағаттандыру қажет.

1.Субергіштікті төмендету бойынша талап. Субергіштікті төмендету тығындау ерітіндісінің бойында суды ұстап тұру қасиеттерін жоғарылатушы

қосымшаларға қойылатын талаптардың ішіндегі негізгісі болып есептеледі. Әртүрлі зерттеулер мен жүргізілген талдау жұмыстары және есептеулер ұңғыманы бекіту сапасын арттыру үшін және әртүрлі күрделі жағдайлар мен апаттардың алдын алу үшін тығындау ерітіндісінің субергіштігі $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ тан кіші болуы қажет екендігі әртүрлі зерттеушілермен жүргізілген тәжірибиелер мен есептеулер дәлелдеді[124]. Бұл мәліметтер тығындау ерітінділерінің субергіштігін көрсеткіген шамаға дейін төмендеткен жағдайда өткізгіштігі жоғары қабаттары бар аймақтарда цементтік тығындардың қалыптасуын болдырмауға және газдың ұңғымаға енуін болдырмау мүмкіндіктің бар екендігін көрсетеді.

Тығындау ерітіндісінің субергіштігін $10-15 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ - қа дейін төмендетуге болады, бірақ екі жағдайда да яғни, $10-15 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ кезінде де $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ кезінде де фильтраттың мөлшері мен оның әсерлері арасындағы айырмашылық аз болатындығы көтеген авторлардың еңбектерінде дәлелденген [2, 124]. Одан бөлек, тығындау ерітіндісінің субергіштігін $10-15 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ -қа дейін жеткізетін реагенттерді алу өте қымбатқа айналуы мүмкін. Сондықтан келтірілген мәліметтер негізінде субергіштік бойынша талап- фильтр пресс аспабы бойынша сүзгілену көрсеткішін $50 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ –тен асырмау қажет.

2. Ерітіндінің седиментациялық орнықтылығын қамтамасыз ету бойынша талаптар. Жоғарыда 2.3 параграфта сипатталғандай, тығындау ерітіндісінің су бөлу процессі сақиналы кеңістікке жеткен соң басталады. Тығындау ерітіндісінің бойында суды ұстап тұру қабілетінің төмендігінен су бөліну, седиментация процестері жүріп сақиналы кеңістіктегі ерітіндінің бойында суфоздық арналар, су жиналған аралықтар түзілуі мүмкін. Яғни, бөлінген су ерітіндінің бойымен көшіп, ерітіндінің бетіне дейін жетеді, немесе орта жолда су белдемшелері мен су жиналған аралықтар түзіп қалып қояды[60]. Түзілген су арналары газдың цемент ерітіндісінің бойымен көшуіне қолайлы жағдай туғызады және кеуектілікті жоғарлату арқылы цемент тасының беріктілігінің төмендеуіне алып келеді[60]. Сондықтан, біздің ойымызша құрамында субергіштікті төмендеткіш реагенттері бар тығындау ерітінділері үшін судың бөліну мөлшері 0-ге тең болуы қажет.

3. Тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығын қамтамасыз ету. Субергіштіктің төмендеуі тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығы және реологиясы сияқты параметрлерге әсерін тигізеді. Сүзгілену көрсеткішін төмендету нәтижесінде тығындау ерітіндісінің қозғалтқыштығы азайып, ерітіндіні сораптармен ұңғымаға айдалуға қиындай түседі. Тығындау ерітіндісінің қозғалқыштығы екі түрлі көрсеткішпен сипатталады.

1. Цемент ерітіндісінің статикалық шартты реологиясы
2. Тығындау ерітіндісінің ұңғымаға айдалу мерзімі

Алғашқы көрсеткіш цемент ерітіндісін дайындау процесінде жылдам бақылауды жүзеге асыру үшін қолданылады және АЗНИИ аспабының көмегімен анықталады. МЕСТ сәйкес тығындау ерітіндісінің жайылымдылығы $18-22 \text{ см}$ арасында болуы қажет. Тығындау ерітіндісінің ұңғымаға айдалу ұзақтығын консистометр деп аталатын аспаппен анықталады. Тығындау

ерітіндісінің консистенциясының мәнін анықтау бойынша атқарылатын процедуралар реті АҚШ- та API RP 10B стандартына сәйкес реттеледі. Консистометр көрсеткішінің мерзімі цементтеу жұмыстарын жүргізу мерзімінен 20-25 %-ға артық болатын мерзімді сақтау қажет.

4. Тығындау ерітіндісінің қатуының тиімді мерзімдерін қамтамасыз ету. Қатаю мерзімдері цементтің қату уақытысын, ұңғымаға тығындау ерітіндісін айдау бойынша жұмыстарды жүргізуге болатын уақытты анықтауға мүмкіндік беретін тығындау ерітіндісінің қату жылдамдығының көрсеткіші болып саналады. Өйткені қату процесі басталған соң ерітіндіні қозғалтуға болмайды. Катюдың басталуы мен аяқталу мерзімдері тығындау ерітіндісінің сұйық күйден цемент тасына өтетін физикалық күйін сипаттайды.

Қатаю мерзімдері (басы, аяғы) нақты ұңғыма жағдайына қарай таңдалынады [57, 377 бет]. Бұл параметрлер Вика аспабында анықталады. Бірінші бөлімде қарастырылған мәліметтерге сәйкес, осы аралықты қысқарту ұңғыманы цементтеу кезіндегі апаттарды болдырмауға және газдың ұңғымаға енуі сияқты әртүрлі күрделі жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді[122].

5. Цемент тасының беріктілігін МЕСТ талаптарына сәйкес келуін қамтамасыз ету. Цемент тасының қатаюы мен қалыптасу процесі А.И.Булатовтың, В.С.Данюшевскийдің және Ф.А.Агзамовтың еңбектерінде терең зерттеліп қарастырылған. Цемент тасының механикалық беріктілігі кеуектілікке, өткізгіштікке, қату мерзіміне цемент бөлшектерінің меншікті ауданына, қату температурасына және химиялық-минерологиялық құрамына тәуелді болады. механикалық беріктіліктің екі түрлі шегімен сипатталады:

1. Иілуге беріктілілік шегі
2. Сығылуға беріктілік шегі

Беріктілікке кеуектіліктің әсерін қарастыра отырып, цемент тасының кеуектілігі су-цемент қатынасына тәуелді екені көптеген зерттеушілермен дәлелденген[2,24]. Су-цемент қатынасы өскен сайын цемент тасының иілу беріктілігі төмендейді. Цемент тасының механикалық беріктілігін меншікті ауданы үлкен цементті қолдану арқылы арттыруға болады. Бірақ, кейбір зерттеушілер [20] меншікті ауданды шектен тыс жоғарлата беру көп мөлшердегі су қажеттілігінің туындайтынын пайымдайды.

Кальций-хлор, натрий хлор сияқты ерітіндінің қатаю мерзімдерін үдеткіштерді қолдану қатаю мерзіміне байланысты беріктіліктің жоғарлауына алып келеді. Қатаю мерзімі артқан сайын цемент тасының беріктілігі төмендейді.

Жоғарыда келтірілген мәліметтер негізінде көптеген қосымшалардың оң және теріс әсерлерінің бар екендігін дәлелденді[20]. Көптеген молекулалық салмағы жоғары полимерлер ерітінділердің қатаю мерзімін ұлғайтып, цемент тасының беріктілігінің төмендеуіне алып келеді. Сондықтан субергіштікті төмендеткіш реагенттері бар тығындау ерітінділері МЕСТ та көрсетілген талаптарды қамтамасыз ету қажет [125,126].

6. Цемент тасының көлемінің азаюын болдырмау. Цемент тасының көлемінің азаюуы контракция [127,128], осмостық сусыздану [129], цемент құрамындағы еріген газ, жоғары температура және беріктіліктің ертерек дамуы сияқты факторларда цемент тасының отыруына алып келуі мүмкін. Өкінішке орай, молекулалық салмағы жоғары реагенттермен (КМЦ, ММЦ, КМОЭЦ, ПАА) өңделген тығындау ерітінділері таза тығындау ерітіндісімен салыстырғанда көлемін өзгерту шамасы үлкен. Кейбір зерттеушілер цементтің отыруын болдырмайтын, субергіштікті төмендететін полимерлерді қолдануды ұсынады[130].

Біздің ойымызша, тығындау ерітінділерінің субергіштікті төмендеткіш реагенттері цемент тасының отыруын болдырмауы қажет.

7. Шегендеу тізбегі мен таужынысы арасындағы цемент тасының байланысын сақтау. Ұңғыманы цементтеудің сапа көрсеткіші болып цемент тасының шектеуші бетпен жақсы байланысуы саналады. Бұл көрсеткіштің маңыздылығын аса бағалау артықшылық етпейді, өйткені ұңғыманы бекітудің саңылаусыздығы бұзылады және АҚЦ мәліметтері бойынша цементтеудің нәтижелері нашарлайды. Аталғандардың екеуі де бұрғылау мекемесінің қызметіне кері әсер етеді.

Құбыр сыртындағы шектеуші бетпен цемент тасының арасындағы сенімді байланысына қол жеткізу үшін ұлғаюшы цементтер қолданылады, олар құрылым түзуі мен қату үрдісіне цемент тасы мен құбыр, цемент тасы мен таужынысы арасындағы байланысқа қысым жасайтын болады.

Н.Х.Каримовтың мәліметтері бойынша бұл қысымның шамасы 2,5-3 мПа кем болмауы қажет. Қазіргі кезде кеңеюші тығындау материалдарының шамасы жөнінде әртүрлі көзқарастар бар. Кейбір зерттеушілер кеңею шамасын 0,5-1,5% деп тұжырымдаса, басқалары бұл шаманы 20%-ға дейін ұлғайтуды ұсынады[2,59,102].

Біздің ойымызша, ұңғыманың қабырғасында сазды қабық болмаған жағдайда немесе оның қалыңдығы жіңішке болғанда цемент тасының сенімді байланысын қамтамасыз ету үшін 2-3 % құрайтын ұлғаю шамасы жеткілікті.

Сондықтан субергіштікті төмендеткіш қосымша цементтің қату кезінде цемент тасының кеңеюіне мүмкіндік беретін қосымша реагенттер гидратация өнімдері мен цементтің компоненттерімен сәйкес келуі қажет[2,3].

8. Субергіштікті төмендеткіш реагенттердің термиялық тұрақтылығын сақтау. Қазақстан кен орнындарының көптеген бөлігінде қабат температурасы 50-75 °С дейін болатындықтан [7], қолданылатын реагент бұл температурада өзінің құрылымын және субергіштікті төмендеткіш ретіндегі қасиетін өзгертпеуі қажет.

9. Өнімді қабаттың тау жыныстарының физикалық қасиеттеріне қолданылатын реагенттің әсері аз болуы керек. Қабаттардың коллекторлық қасиеттерінің нашарлау дәрежесі фильтраттың қабатқа ену тереңдігіне тәуелді болады. сондықтан осы факторды азайту қажеттілігі туындайды. Бұл фактордың туындауына тек қана ұңғыма мен қабат арасындағы тек қана қысымдар айырымы ғана емес, сонымен бірге сүзгілену процесінің

ұзақтылығы, капиллярлық күштер, осмостық және басқа да процестер әсер етеді. Диссертациялық жұмыстың 2.1 параграфында қарастырылғандай, біздің ойымызша синтетикалық негіздегі полимерлерді қолданған жөн. Өйткені, бұл полимерлер салыстырмалы түрде залалдау деңгейі төмен.

10. Қолданылатын материалдардың экологиялық қауіпсіздігі. Мақала авторы [34,84 бет] қоршаған ортаға тигізетін қауіпі төмендетілген қосымшаларға көп көңіл бөлінетін қоршаған ортаны қорғау бойынша ережелердің өзгеру тенденциясын сипаттайды. Мысалы ретінде, целлюлоза негізіндегі биополимерлердің тиімділігін және модификацияланған биополимерлерді мысал ретінде келтірсе болады [131, 1 бет]. Бірақ бұл бағыттағы биополимерлердің әртүрлі факторларға толық зерттелуі қажет деп есептейміз. Көптеген реагенттер кешенді болып келеді, яғни көп компонентті. Бұл қосымшалардың санының көп болуы қоршаған ортаға тигізетін әсердің де қауіптілігін арттырады, концентрацияларының басқарылуы қиын [132, 2 бет]. Сондықтан, бұл тұрғыдан алғанда экологиялық қауіптілігі аз көп функционалды қосымша компоненттерді қолдану тығындау ерітіндісінің тиімділігін арттырады. Одан бөлек, субергіштікті төмендету үшін қолданылатын қосымша компоненттер тығындау ерітіндісін дайындау кезінде зиянды газдарды бөлмей адам денсаулығына кері әсерін тигізбеу қажет.

11. Субергіштікті төмендеткіш реагенттердің экономикалық тиімділігі. Нарықтық экономика қатынастары жағдайында субергіштікті төмендеткіш реагенттердің қолданылу тиімділігі оның құнына, дефицит болмауына және қолданатын реагенттің концентрациясына тәуелді болып келеді. Сондықтан біздің ойымызша қолданылатын реагенттердің құны төмен болуы керек және салыстырмалы түрде тек қана төмен концентрацияда ғана қолданылуы қажет.

2.5 Субергіштікті төмендеткіш реагенттерді негіздеу және таңдау

Субергіштікті төмендету мақсатында әртүрлі әдіс-тәсілдер қолданылатыны мәлім. Солардың бірі *-бойында сұйықтықты көп сіңіретін құрғақ қоспаларды қолдану тәсілі*. Мысалы №RU2292373 C2 МПК C09K 8/473 (2006,01) C04B 7/12 патентінде субергіштікті төмендету үшін трепел мен күлді дезинтегратор арқылы өткізіп, субергіштікті азайту тәсілі ұсынылаған. Тығындау ерітіндісін жеңілдету алюмосиликаттық микросфералар қосу арқылы жүзеге асырылады. Бірақ бұл өнертабыста тығындау ерітіндісінің қатаю мерзімдерін реттеу жөнінде мәлімет келтірілмеген, демек бұл параметрді реттеу мақсатында жаңадан қосылатын реагенттердің басқа технологиялық қасиеттеріне әсері зерттелмеген.

№RU2486225 C1 МПК C09K 8/467 (2006.01) E21B 33/13 (2006.01) өнертабысы да осы санатқа жатады. Өйткені бұл еңбекте дезинтеграторлық технология қолдану арқылы құрамына кіретін кремнезем компонентін, ұлғайтушы қоспаны, құрылым түзуші қоспаны және шлақты диспергациялаған. Тығындау ерітіндісінің басты кемшілігі 150⁰С ден төмен температурада

қолданылмайды, демек Қазақстан Республикасының кенорындарының көп бөлігінде қолданыс таппайды дегенді білдіреді.

Осындай кемшілікке №RU 2 487 910 C2 МПК C09K 8/467 (2006.01) өнертабысында көрсетілген тығындау ерітіндісі де ие, яғни қолданылудың температуралық аралығы 60-150 0C ге дейін.

№RU2507380C1МПК E21B 33/138 (2006.01) C09K 8/467 (2006.01) өнертабысында субергіштікті төмендету үшін Микродур 261R-X (шет елдік өнім) или ИНТРАЦЕМ (Ресей Федерациясының өнімі) қоспаларын қосу ұсынылған. Бұл құрғақ қоспалардың ерекшелігі өзінің бойына суды көп сіңіруі және цемент тасының беріктігін арттыруы. Дегенмен, бұл тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығын тексеруді қаже етеді.

Суда еритін полимерлер қолдану арқылы субергіштікті реттеу әдісі.

Суда еритін полимерлердің ішінде гидроксипропилцеллюлоза негізіндегі Сульфацил атты субергіштікті төмендеткіш реагенті қолданылған №RU2322471 C1МПК C09K 8/467 (2006.01) және №RU2359 988 C1МПК C09K 8/467 (2006.01) өнертабыстары және субергіштікті реттеу үшін суда еритін полимерлердің (оксиэтилцеллюлоза) қолданылу нұсқаасы келтірілген №RU 2305695 C2МПК C09K 8/467 (2006.01) өнертабыстары бұл топқа мысал бола алады. Дегенмен бұл тығындау ерітіндісінің бір кемшілігі – қатаю мерзімдерінің ұзақтығы. Тығындау ерітіндісі сақиналы кеңістікке жеткізілген соң сұйық күйде қала берсе, ұңғымаға газдың ену мүмкіндігі артуы мүмкін. Сонымен бірге целлюлоза негізіндегі тығындау ерітіндісінің фильтратының өнімді қабатқа кері әсері жоғары.

№RU 2337124 C1МПК C09K 8/467(2006.01) патентінде суда еритін полимерлерді қолдану арқылы субергіштікті төмендету (5 компонент) реагенті ұсынылған. Бірақ, тығындау ерітіндісінің көп компоненттілігінен бөлек, өнертабыста көрсетілген мәліметтер бойынша статикалық ығысу күшінің, яғни гелдің құрылым түзу кинетикасын сипаттайтын параметр жоғары екендігін байқауға болады. аталған параметрдің үлкен болуы ұңғыманы цементтеу барысында орын алатын кіші-гірім үзілістерде (тығынды жіберуде) алдын ала қатып қалуына алып келуі мүмкін.

№RU2310675 C1 МПК C09K 8/467 (2006.01) патентінде Сараксан және Сараксан –Т полимерлерін қолдану негізіндегі өнімді қабат маңын цементтеуге арналған тығындау ерітіндісін ұсынған. Бұл өнертабыста прототип ретінде алынған ВПК-402 реагентінің қауіптілік класы жөнінде қате ақпарат берілген (ВПК-402- қауіптіліктің 4 класына жатады). Сонымен бірге, ұсынылып отырған полимер ерітіндінің субергіштігін тиісті деңгейге дейін (50 см3/30 мин) төмендетпейтіндігі көрсетілген.

№RU 2315077 C1МПК C09K 8/467 (2006.01) патентінде суда еритін полимерлер,яғни 2 пластификатор қолданылған. Бірақ бұл өнертабыстың ерекшелігін көрсетуші кестеде субергіштік пен субөлу параметрлерінің көрсеткіштері берілмеген. Өнімді қабат маңын цементтеуде аталған параметрлерді анықтау маңызды.

Шет елдік субергішті төмендеткіш реагенттердің ішінде АҚШ-та

шығарылатын, Clearwater компаниясының акриламидтің синтетикалық полимері CFL-117 атты реагенті қолданылған өнертабыстағы №RU2340649 C1МПКС09К 8/467 (2006.01) кешенді реагенттің салыстырмалы түрде қымбаттылығы, көп компоненттілігі, үлкен концентрацияда қолданылуы, реагенттің сұйықтық түрінде болуы сияқты кемшіліктермен қатар, газдың ұңғымаға енуіне қарсы тұра алмауы мүмкін, өйткені қатаю мерзімінің басталуы 8 сағаттан жоғары.

US 4469518 A, 04.09.1984. US 20030050432 A1, 13.03.2003. US 20080283390 A1, 20.11.2008. патенттерін талдау негізіндегі алынған №RU2490294C2МПКС09К 8/487 (2006.01) C04B 24/12 (2006.01) өнертабысында субергіштікті төмендеткіш қоспа ретінде полиэтиленимин (ПЭИ) мен ацетон-формальдегид-сульфитный конденсат (АФС) қоспасы тиімділігі көрсетілді, бірақ бұл қоспаның тиімділігі болуы үшін 30 күнге дейін күту қажет. Сонымен бірге тығындау ерітіндісінің басқа параметрлеріне қандай әсерін тигізетіндігі белгісіз.

№RU2356930 C1МПКС09К 8/42 (2006.01) өнертабысында субергіштікті төмендеткіш реагент ретінде метилцеллюлозаны қолданған. Аталған өнертабыстың басты кемшілігі – бұл тығындау ерітіндісін кәсіпшілік жағдайында дайындауда технологиясы қиындықтар тудыртыны. Осындай кемшілік №RU 2366681 C2МПКС09К 8/467 (2006.01) өнертабысында да анықталған. Яғни тығындау ерітіндісін дайындауда араластыру сұйықтығын қыздыруды қажет етеді. Осындай кемшілікке №RU2458962C1МПКС09К 8/467 өнертабысындағы тығындау ерітіндісі де ие болып келеді. Бұл өнертабыста алдымен арматуралаушы қоспаларды цементтің құрғақ қоспасын араластырып, ал ВПК-402 -ні бөлек суда ерітіп алады. Әбден араластырған соң ғана тығындау ерітіндісін дайындайды. №RU2489468 C1МПК С09К 8/467 (2006.01) өнертабысы да дайындау технологиясы кәсіпшілік жағдайында қиындықтар тудыратын санатқа жатады.

Кейбір тығындау ерітінділерінің құрамы көп компонентті болып келеді, яғни компоненттердің мөлшерін бақылау белгілі бір қиындықтар тудыруы мүмкін. Мысалы, 2006117457/03, 22.05.2006ж, жарияланған. 20.09.2007 Бюл №26; Сол сияқты кешенді реагенттердің қолданылуын ұсынатын өнертабыстар да анықталды. Мысалы, №RU2323242C2 МПК С09К 8/467 (2006.01). өнертабысында құрамында 4 түрлі реагенттің қолданылуы қарастырылған. Сол сияқты №RU2447123 C1МПКС09К 8/46 (2006.01)E21B 33/138 (2006.01) өнертабысында тығындау ерітіндісі портландцементтен бөлек 6 түрлі қоспадан тұрады. №RU2497861C1МПК С09К 8/473 (2006.01) өнертабысында компоненттер саны 7 ге жеткен.

Субергіштікті төмендетудің аралас тәсілдері. Соңғы кездері кешенді тәсілдер негізінде пайда болған немесе синергетикалық құбылысқа ие болып келетін реагенттер жиынтығы түріндегі өнертабыстар да бар. Мысалы, №RU2470979 C1МПК С09К 8/473 (2006.01) өнертабысында ұсақ қалдық микрокремнезем 85 пен 250EXP субергіштікті төмендеткіші қолданылған. Кемшілігі болып 250EXP реагенті мен кальций хлоридінің салыстырмалы түрде

үлкен концентрацияда қолданылуы саналады. Сонымен бірге кальций хлоридінің үлкен мөлшері тығындау ерітіндісінің коррозияға ұшырауын жылдамдатуы мүмкін. Осыған ұқсас құрамдағы тығындау ерітіндісі №RU2471846C1 МПК C09K 8/467 (2006.01) өнертабысында келтірілген, айырмашылығы қосымша реагент ретінде окзил-см пластификаторы қолданылған. Қосымша, бұл өнертабыстың кемшіліктеріне цемент тасының иілуге беріктігінің төмен болуы және реологиялық параметрлерінің, әсіресе динамикалық ығысу күшінің жоғары болуы жатады.

№RU2508307 C2 МПК C09K 8/467 (2006.01) өнертабысында өзінің бойына суды көп сіңіруіші Микродур (Германия) ұнтағын субергіштікті төмендеткіш оксиэтилцеллюлозаны қосу арқылы фильтрацияны реттеу әдісі ұсынылған. Өнертабыстың кемшілігі шет елдік өнімнің қолданылуы және оның қымбат болуы.

Патенттік әдебиеттерді талдау негізінде субергіштікті азайтушы үшін бойында сұйықтықты көп сіңіретін құрғақ қоспаларды қолдану мен суда еритін полимерлерді қолдану арқылы субергіштікті реттеу кеңінен қолданылатындығы анықталды. Яғни тығындау ерітіндісінің қатты бөлігі арқылы немесе сұйық бөлігі арқылы субергішті азайту ұсынылған. Талдау барысында полимерлердің қолданылуы басым екендігі көрсетілді. Дегенмен, субергіштікті төмендетуде дезинтеграторлық технология мен аралас тәсілдердің де артықшылығы байқалды. Тізімі 1 қосымшада берілген.

Субергіштікті төмендеткіш реагенттердің түрлері өте көп болып келеді. Олардың әрқайсысы өзіне тән артықшылығы мен кемшіліктеріне ие.

ФХЛС – (феррохромлигносульфонат) ағаштың целлюлозалық пульпасынан өндіреді, түсі қоңыр, суда жақсы ериді. рН 4-4,5, биологиялық орнықты болып келеді [133]. КМЦ тәрізді өнімді қабатты ластау деңгейі жоғары.

Окзил – (тотықтырылған және хроммен ығыстырылған лигносульфат) түсі жасылдау-қоңыр болады. Үлкен температура аралығында орнықтылықты танытады (20-200°C). ФХЛС және ОКЗИЛ қауіптіліктің үшінші класына жатады. Екеуі де биологиялық орнықты [133].

АЛС – (акрилатты лигносульфонат) -қоңыр түсті ұнтақ. Негізінен ұңғыманы бұрғылау кезіндегі күрделі жағдайларды болдырмау мақсатында, бұрғылау ерітінділерінің температуралық орнықтылығын, субергіштігі мен тұтқырлығын жақсарту үшін қолданылады. Басты кемшілігі цемент тасы мен шегендеу тізбегінің арасындағы байланысы нашар (зертхана жағдайында анықталған).

Гипан – гидролизді полиакрилонитрил (hydrolyzed polyacrylonitrile). Бұл акрилдық қатардағы полимерлік реагент тығындау ерітіндісінің субергіштігін азайтады. Әдетте 0,5-2,0 аралығындағы концентрацияда қолданылады. Басты кемшілігі болып цемент ерітіндісінің қатуын баяулатады. Сондықтан кальцинирленген соданы $\text{Na}(\text{CO})_3$ қосу қажет, өйткені CaCl_2 қосымшасымен қасиеттері сәйкес келмейді [134].

КМЦ - карбоксиметилцеллюлоза (Carboxy Methyl Cellulose). КМЦ негізінен бұрғылау ерітінділерінде қолданылады. КМЦ 0,5-2,0 % аралығындағы концентрацияда субергіштікті азайтады. Тығындау ерітіндісінің қатуын баяулатады, сондықтан ерітіндіге қосымша CaCl_2 тұзын қосады[134]. Тығындау ерітіндісінің субергіштігіні 75-130 °С арасындағы температурада төмендете алады [135]. Сонымен бірге бұл реагенттің өнімді қабатты ластау деңгейі жоғары (1 бөлімде қарастырылған)

ПВС-ТР - құрамында венил ацетаты бар винилдің суда еритін сополимері 100°С дейінгі температурада сүзгіленуді төмендеткіш реагент ретінде жұмыс істейді. Субергіштікті төмендету концентрациясы 0,2-2 % [134] ПРС-ТР реагенті ерітіндінің құрамында глобула түзеді де, фильтрат ағынымен сүзгілену қабығы бетіне тұнып, кеуектер мен саңылауларды бітейді[136].

ПВС- поливинилді спирт (PVA). ПВС өткізгіштігін ПВС микрогелінің гидратталған бөлшектерінің өсуі арқылы цементтік қабықтың өткізгіштігі азайту арқылы жұмыс істейді. Гидратталған бөлшектер өсіп қабығын түзеді. > 38°с температурада байланыспаған ПВС суда ери бастайды, сондықтан бұл температурадан жоғары жағдайда полимер қабығының түзілуіне мүмкіндік болмайды және субергіштікті реттеу қолжетімсіз. Бірақ бұл кемшілікті AFS диспергаторын қосу арқылы температураның диапазонын кеңейтуге болады. Мысалы, диспергаторды қосқаннан кейін ПВС-тің жұмыс істеу қабілеті 38°С тан 60°С –қа дейін ұлғаяды. Бұның себебі аниондық және жақсы еритін AFS (acetone formaldehyde sulfite) ПВС -тің еруіне жол бермеуіне негізделген[136,137].

Полиэтиленимин -polyethylene imine (PEI)- жеке өзі субергіштікті төмендеткіш ретінде нашар жұмыс істейді. Бірақ кіші-гірім мөлшердегі пластификаторды қосқан кезде оның тиімділігі артады. Пластификатор мен субергіштікті төмендеткішті, яғни PEI мен AFS ті бір бірімен жақсы реакцияға түскенге дейін 5-10 мин тыныштықта қалдырады. Нәтижесінде цементтік қабықтың кеуектерін тиімді жабатын полиэлектролит (PEC) ($\mu\text{m D } 5-10$) кешені түзіледі. Оның түзілуі PEI-дің құрамында болатын катиондық иминнің және AFS-тің құрамындағы аниондық сульфаттық топтардың иондық деңгейде өзара әсерлесуіне негізделген.

Полиакриламид (ПАА)- көп жағдайда 0,015-0,5 % масс. концентрацияда қолданылады, сонымен бірге бұл реагент температурасы 100°С жететін бұл жағдайда жұмыс істейді, сүзгіленуді және жылжымалылығын азайтады.

Метакриловый сополимер (МЕТАС) реагентінің жұмыс істеу концентрациясы 0,2 -2,0% масс.. 100-160 °С температура аралығында ғана жұмыс істейді.

Конденсированная сульфит спиртовая барда (КССБ) реагенті көп жағдайда бұрғылау ерітінділерінің қасиеттерін реттеуде қолданылады. Субергіштікті азайтқыш ретінде тығындау ерітінділер үшін жұмыс істеу концентрациясы 1-2% масс. Тығындау ерітіндісінің сүзгілену көрсеткішін 75-130 °С температура арлығында ғана реттеу алады. Бірақ цемент ерітіндісінің қатуын баяулатады және көбіктенеді.

Нитролигнин субергіштікті азайтқыш реагент ретінде 0,5-1,5% концентрация аралығында және тек 120⁰С –ға дейін жұмыс істейді. КССБ сияқты тығындау ерітіндісінің қатуын баяулатады және ерітіндіні дайындау барысында көбіктенеді.

Бентонит тығындау ерітінділерінің субергіштігін 10-30 % концентрациясында қолданған жағдайда және 100⁰С температураға дейін жұмыс істейді. Нитролигнин мен КССБ сияқты тығындау ерітіндісінің қатуын азайтады, бірақ сонымен қатар цемент тасының беріктілігін азайтады.

Алюмини хлориді мен темір хлоридінің жұмыс істеу концентрациясы 1-5%. Екеуі де 120⁰С ға дейін жұмыс істейді және тығындау ерітіндісінің қатуын жылдамдатады.

Темір сульфаты (темір купоросы) тығындау ерітіндісінің сүзгіленуін азайту концентрациясы 3-15% және осы концентрацияның жұмыс істеу температурасы салыстырмалы түрде өте үлкен, яғни 200⁰С. Басты кемшіліктеріне шлак цементтердің қатуын жылдамдатады және керісінше портландцементтердің қатуын азайтады.

Мыс сульфаты (Мыс купоросы) 1-8% концентрацияда және 200⁰С ға дейінгі температурада субергіштікті азайтады. Темір сульфатына қарағанда барлық жағдайда тығындау ерітінділерінің қатуын баяулатады.

Хлорид цинкі 1-6% концентрацияда және 200⁰С-ға дейінгі үлкен температурада жұмыс істегенімен, бұл реагент тығындау ерітінділерінің қатуын өте қатты баяулатады.

Жалпы алғанда жоғарыда келтірілген реагенттердің көбісі тиісті деңгейде субергіштікті төмендету үшін салыстырмалы түрде үлкен концентрацияда қолданылуды қажет етеді. Сонымен бірге, көрсетілген реагенттердің бір бөлігі үлкен температурада ғана, яғни еліміздегі кенорындардың жағдайларына келмейтін температурада жұмыс істесе, енді біреулері субергіштікті азайтқанмен басқа қасиеттер бойынша талапты орындамайды.

Бірінші бөлімдегі қарастырылған мәселелерді, және субергіштіктің теориясын талдау негізінде құрылған тығындау ерітіндісінің субергіштігін төмендетуші реагенттерге қойылған талаптарға ВПК-402 мен ПАК реагенттері сәйкес келеді.

ВПК-402 – полидиметилдиаллиламмонийхлоридтің судағы ерітіндісі. Жанбайды, зиянды зат бөлмейді және суда жақсы ериді. Негізінен дәрі жасау саласында пенициллин мен эритромецин өндірісінде қолданылады. Сонымен бірге суларды тазалауда қолданылатын химиялық реагент. Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендеткіш ретінде қолданылады[2,3].

ПАК -теріс зарядталған бөлшектері бар ұсақдисперсті ортада флокула түзудің жоғары тиімділігін қамтамасыз ететін, түйіршіктелген ақшыл түсті ұнтақ. Бұл реагенттің жұмыс істеу принципі қатты заттардың бөлшектерінің бетіндегі зарядтар мен полимерлік тізбектердің электрлік зарядтары арасындағы өзара аламсуға негізделген [68,99]

2.6 Екінші бөлім бойынша тұжырым

1.Ұңғыманы цементтеу процессінде екі түрлі режим, яғни динамикалық және статикалық режимдер талданып, статикалық режим жағдайында ұңғыманың түбіне қарай яғни, тығындау ерітіндісінің субергіштігі гидростаикалық қысым әсерінен өсетіндігі мәлім болды. Сонымен бірге өнімді қабатқа қатысты, динамикалық режим кезінде өнімді қабат арқылы ерітіндінің барлық көлемі өтеді. Сондықтанда бұл жағдай, өнімді қабатқа қатысты субергіштікті реттеудің қажеттілігін дәлелдейді.

2.Тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне субергіштік параметрінің әсері, әсіресе ұңғымаға газдың енуіне субергіштіктің әсері терең зерттелді. Тығындау ерітіндісінің цемент тасына өту кезеінде, яғни өтпелі кезеңде гидростатикалық қысымның ұңғымаға берілуі біртіндеп азаяды. Талдау жұмыстары көрсеткендей ұңғымаға газдың енуі осы кезеңді пайдаланатындығы анықталды.

3.Тығындау ерітінділерінің субергіштігін төмендетудің тәсілдерін талдау негізгі 3 тәсілді айрықшалады:

- Цементке құрғақ қоспаларды қосу
- Бос суды байланыстырушы қосымшаларды қолдану
- Цементтің меншікті ауданын арттыру

4.Сұйықтықтың қабатқа өтуін азайтудың бірнеше механизмдері бар екендігі түсінікті, бірақ тығындау ерітіндісіндегі сұйықтық тек қана қабатқа кетпей ерітіндінің бетіне шығуы мүмкін, яғни бөлінетін сұйықтық жоғыры қарай тік бағытта сүзгіленуі мүмкін. Сондықтан субергіштікті қарастырғанда тығындау ерітінділерінің су бөлуін, седиментациялық орнықтылығын бірге қарастырады. Өйткені, субергіштік пен су бөлу қасиеттері тығындау ерітіндісінің өзінің бойында сұйықтықты ұстап тұру қабілетін сипаттайды.

5. Талдау жұмыстарының негізінде тығындау ерітінділерінің сүзгілену қасиеттерін басқару үшін реагенттерге қойылатын талаптарды негізделді.

6.Сүзгілену бойынша төмен көрсеткіштерге ие болатын тығындау ерітінділерін жасау үшін арналған теориялық алғышарттар жасалған. Өткізгіштікті төмендету үшін молекулалық салмағы жоғары полимерлік реагенттерді қолдану қолайлы екендігі анықталды.

7.Салыстырмалы түрде полиэлектролит негізіндегі реагенттердің қолданылу жоғарыда келтірілген талаптарға сәйкес келетіндіктен зерттеу нысаны ретінде қабылданды.

3 ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫН ТАҢДАУ МЕН ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІН ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРДІ ӨҢДЕУДІ НЕГІЗДЕУ

3.1 Зерттеу нысандарын негіздеу

Ұңғыманы цементтеу үшін дәстүрлі түрде қалыпты тығыздықтағы 1800-1900кг/м³ тығындау цементі қолданылады. Сондықтан, материалдардың бірі ретінде ПЦТ-1, ПЦТ-I-G класының портландцементі алынды.

Құрғақ цемент МЕСТ 310.1.96. [138] бойынша анықталатын меншікті ауданы, меншікті салмағы мен көлемдік салмағы, тығыздық сияқты физикалық қасиеттерге ие. Эксперименттерді жүргізу үдерісі кезінде Стерлитамак, Новотроицк және Сухоложск зауыттарының тығындауға арналған портландцементтері қолданылды.

Тығындау материалдарының меншікті ауданы гранулометриялық құрамы сияқты негізгі қасиеттері тізімі 2 кестеде келтірілген арнайы аспаптардың көмегімен анықталды.

2 кесте -Тығындау материалдарының қасиеттерін анықтауға арналған аспаптар мен олардың көрсеткіштерінің тізімі.

Көрсеткіш	Аспап	Стандарт
Меншікті аудан, м ² /кг, кем емес	Т-3	МЕСТ-1581-96. [139].
Гранулометриялық құрам	№ 008 елегі	МЕСТ 6613[140].
	Бөлшектердің лазерлік талдауышы	

Ұңғыманы цементтеуде ерітіндінің құрамындағы судың көптігімен, сүзгіленудің үлкен көрсеткішінен және су-цемент қатынасының үлкендігімен ерекшеленетін жеңілдетілген тығындау материалы қолданылатындықтан, екінші зерттеу нысаны ретінде портландцементке микросфера қосымшаларын қосу арқылы алынған жеңілдетілген тығындау материалдары таңдалынды.

3 кесте - Жеңілдетілген тығындау материалдарының құрамы мен қасиеттері.

Құрамы	С/Ц	Реологиялық көрсеткіштер			
		ПТ, мПа*с	ДНС, Па	СНС, 10с, Па	СНС, 10 мин, Па
ПЦ + РД 10 % + АСПМ 7 %	0,7	9,8	2,2	1	4
ПЦ + РД 10 % + ПС 7 %	0,7	14,0	0,8	1	3
ПЦ + РД 10 % + СМС 7 %	0,7	15,1	1,9	3	4

Ескерту:

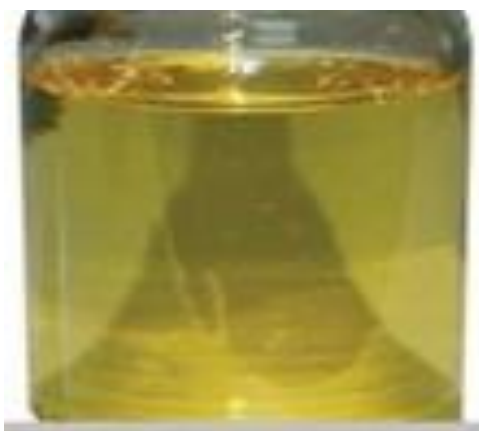
АСПМ- алюмосиликаттық микросфералар

ПС- көбікті шыны

СМС- силикаттық микросфералар
РД- кенеюші қосымша

Полиэлектrolиттерді таңдау. Екінші бөлімде нәтижелері сипатталған жүргізілген талдау жұмыстары негізінде субергіштікті төмендеткіш реагент ретінде ВПК- 402 полиэлектролиты қызығушылық танытты. ВПК -402 полиметил диаллиламанийхлоридіның судағы ерітіндісі болып келеді[2,3,24]. Бұл реагент катиондық полимерлер класына жатады, өйткені бұл полиэлектролит су ерітіндісінде Cl^- анионға және $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{NC}_2\text{H}_6)_n^+$ катионына ыдырайды (диссоциация).

Жұмыс істеу принципіне байланысты ВПК 402 реагенті полиакрилдік қышқылмен ұқсас келеді. Ерекшелігі $\text{Ca}(\text{OH})_2$ қаныққан ерітінділерінде өзінің қасиеттерін жоғалтпайды және іртік тудырмайды (8 сурет).



8сурет - ВПК 402 полиэлектролиті

ВПК 402 полиэлектролиті ешқандай қоспа мен қосымшасыз, түссіз немесе сарғыш реңді, біртекті сұйықтық түрінде болады. Бұл реагенттің басты артықшылықтарының бірі коагулянт пен диспергатор ролінде (концентрациясы жоғары су негізіндегі дисперстік жүйелердің тұтқырлығын төмендету үшін) қолданылуы.

Зерттеу нәтижелері бойынша ВПК 402 реагенті тығындау ерітінділерін өңдеу кезінде жақсы нәтижелер көрсетті және оның ұңғыманы бекітуде қолдану тәжірибиесі авторлардың еңбектерінде сипатталған[2,3]. ВПК 402 реагенті тұщы және минералды суларда еріту кезінде алынатын тығындау ерітіндісі мен цемент тасының қасиеттерін реттеу үшін қолданылатын, модификациялаушы қоспалармен және ұлғайтушы қосымшалар сияқты басқа да реагенттермен үйлесімді болып келеді.

Берілген бұл реагенттің басты кемшіліктері болып сұйық күйде болуы саналады, өйткені тығындау ерітінділерін дайындау кезінде бұл реагентті суда еріту қажеттілігі туындайды. Одан бөлек, сұйықтықтың құрамындағы белсенді заттардың жоғары концентрациясы тауарлық өнімнің үлкен көлемде шығындалуына алып келеді. Температура төмендеген кезде сұйық реагенттің

тұтқырлығы одан сайын өседі және тығындау ерітіндісін дайындау кезіндегі қиындықтар туындауы мүмкін.

Осыған байланысты химиялық құрамы мен қасиеттері ұқсас болып келетін, бірақ құрғақ күйде өндірілетін реагенттерді іздеу қажеттілігі туындады. ВПК 402 реагенті флокулянт реагент болып саналғандықтан іздеу жұмыстары осы классқа ұқсас реагенттердің ішінен қарастырылды. Қарастырылған ұқсас реагенттердің ішінде талаптарымызға толық сәйкес келген реагент болып Праестол сауда маркасымен шығарылатын катиондық полиэлектролит таңдалынды. Бұл реагент бөлшектері кері зарядталған ұсақ дисперсті ортада флокулялардың жоғары тиімділікпен қалыптасуын қамтамасыз етуші ақ немесе сарғыш түсті, түйіршікті ұнтақ түрінде келеді. Бұрғылау тәжірибиесінде бұл полимер бұрғылау ерітінділерін қоюлатушы компонент ретінде қолданылады.

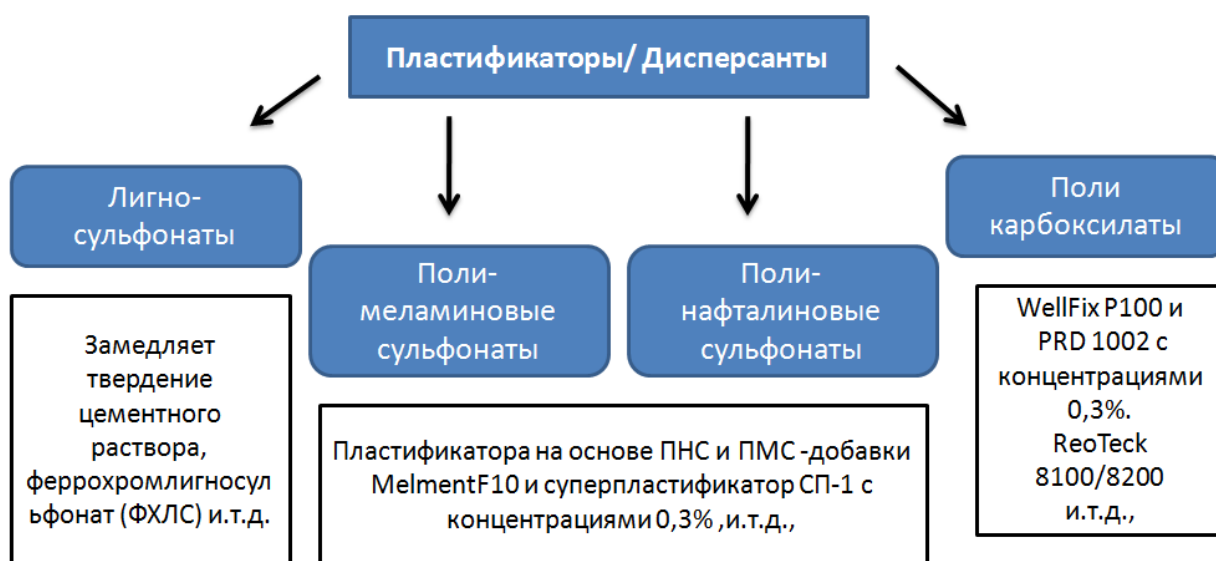
Флокулянттың жұмыс істеу принципі қатты заттардың бөлшектерінің бетіндегі зарядтар мен полимерлік тізбектің электрлік зарядтары арасындағы алмасуға негізделген. Осы байланыстың әсерінен бөлшектің беті тұрақсызданады да, коагуляция мен флокуляцияға икемделеді. Осы бір жердегі айта кететін жағдай, ВПК 402 реагентіне қарағандағы ПАК-тың тағы бір артықшылығы, флокуляция эффектісін алу үшін өте аз концентрациядағы шығындалуын жатқызуға болады. Сонымен бірге ПАК-тың артықшылығына реагент құнының қолжетімділігін де көрсетсе болады.

Зерттеу жұмыстарының бірінші кезеңінде ВПК 402 мен ПАК-тың тығындау ерітіндісі мен алынатын цемент тасының негізгі қасиеттеріне әсері бойынша салыстырмалы эксперименттер жүргізіліп, ПАК салыстырмалы түрде жақсы нәтиже көрсетті [2,3,99].

Пластификаторды таңдау және негіздеу. Тығындау ерітінділері судағы қатты бөлшектердің жоғары концентрацияланған суспензиялары болып саналады. Құрамындағы қатты заттардың болуы 70% ға дейін жетеді. Олардың қозғалысының реологиялық сипаттамалары Шведов-Бингам моделімен сипатталады. Жалпы алғанда тығындау ерітінділерінің реологиялық қасиеті сол қатты бөлшектерді ұстап тұратын сұйықтықпен, яғни цементті еріту сұйықтығының реологиялық сипаттамаларымен байланысты. Тығындау ерітінділерінің араластыру сұйықтығы иондар мен органикалық қосымшаларға ие болып келеді. Сондықтан молекулалық салмағы жоғары полимерлерді субергіштікті төмендетуші реагент ретінде араластыру сұйықтығына қосқан кезде оның реологиясы қатты өзгеріп, және осыған сәйкес оның тұтқырлығы да жоғарылауы мүмкін [1]. Бұл тұжырымдар ПАК реагентінің қозғалтқышқа әсерін анықтау бойынша жүргізілген эксперименттерімізбен дәлелденеді. Эксперимент нәтижелері бойынша $C/C=0,5$ кезіндегі тығындау ерітіндісінің жайылымдылығы концентрацияға байланысты 24 см –ден 17 см-ге азайды. (4.2.2. бөлімін қараңыз).

Құрамында ПАК, яғни құрғақ катиондық полиэлектролит қосымшасы бар тығындау ерітінділерінің қозғалтқыштығын жоғарлату үшін әр түрлі пластификаторлардың әсері зерттелді.

Қазіргі кезде ең көп таралған дисперсанттар болып лигносульфонаттар, полимеламиндік және полинафталиндік сульфонаттар және сол сияқты поликарбоксилат негізіндегі пластификаторлар саналады. (9 сурет)



9 сурет - Ең көп таралған пластификаторлардың түрлері

Жалпы әдебиеттерде [34. 191–210 беттер] дисперсанттарды екі категорияға бөліп қарастырады. Тығындау ерітінділері үшін арналған дисперсанттардың бірінші категориясын пластификаторлар деп атайды. Бұл категорияға лигносульфонаттар, модификацияланған лигносульфонаттар және глюкондық қышқыл, салицил қышқылы, шарап қышқылы, лимон қышқылы сияқты оксикарбондық қышқылдар кіреді. Дисперсанттардың екінші категориясын суперпласификаторлар деп атайды. Бұл категорияға полимеламиндік және полинафталиндік сульфонаттар, және басқа да полистеролсульфонаттар және поликарбоксилаттар сияқты сульфонаттық полимерлер кіреді[34].

Экспериментальдық зерттеулер [141] OFITE 900 вискозиметрінде жүргізілді. Зерттеу барысында пластикалық тұтқырлық, ығысудың динамикалық кернеуі және сол сияқты көрсеткіштері 10 секундтан кейін және 10 минуттан кейін алынатын ығысудың статикалық кернеуі анықталды.

Негізінен полинафталиндік сульфонат түрінде келетін СП-1 дисперсанты зерттелді[141].

Зерттеулердің нәтижелері құрамында ПАК реагенті бар ерітінділерде пластификациялаушы құбылысты кіші-гірім концентрацияларда көрсете алмады. $C/C_0=0,5$ болатын тығындау ерітінділері үшін СП-1 дисперсанының сұйылтушы құбылысы тек 0,35% асқан концентрацияда ғана байқалды. Бұл нәтиже СП-1 дисперсанының су-цемент қатынасы төмен (0,35-тен аз) тығындау ерітінділерінде тиімдірек қолданылатындығы көрсетілген нәтижелермен сәйкес болды[141]. Тығыздығы қалыпты болып келетін цемент

ерітінділері үшін су-цемент қатынасының өсуіне қарай яғни, 0,45-0,5 дейін жоғарлағанда дисперсанттың сұйылту әсері кішігірім мөлшерде болды.

Сол сияқты зерттеу жұмыстарының барысында ReoTest дисперсанты да СП-1 сияқты зерттелді. ReoTest бетондарға арналған жаңа буындағы тиімділігі жоғары пластификатор. Сонымен бірге оны тығындау ерітінділерінің жайылымдылығын жоғарлату үшін қосымша ретінде қолдануға болады.

ReoTest-тің DR-8100 және 8200 түрлері бар. 0,1% кезіндегі концентрацияның өзінде жоғары тиімділікті көрсетті. ReoTest-8100 салыстырмалы түрде тиімділігі 0,3% концентрациядағы қосылған жағдайда цементті араластыру сұйықтығының түсін қызылға бояйды[99]. ReoTest-тің екеуі де олифа секілді иіс береді. Бұл дисперсанттың өндірушісі болып Ресей Федерациясының ООО «Евросинтез» компаниясы саналады.

ReoTest дисперсанты құрамында ПАК реагенті бар цемент ерітінділерін сұйылту кезінде жоғары тиімділікті көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша құрамында ПАК реагенті бар тығындау ерітіндісі үшін ReoTest-тің тиімді концентрациясы 0,3% болды. Яғни осы концентрацияда тығындау ерітіндісінің басқа қасиеттеріне әсер етпей, МЕСТ 1581-96 талаптарына сәйкес ерітіндінің қозғалғыштылығы қамтамасыз етілді.

Құрамында полиэлектролиттері бар тығындау ерітінділеріне тұздардың әсерін зерттеу. Кальций хлорды тығындау ерітіндісінің қатаюын үдеткіш ретінде ең алғаш рет 1914 жылы Ф.В.Оутман қолданды [44]. Кальций хлор мен натрий хлордың дәстүрлі түрде тығындау ерітіндісінің қатуын үдеткіш болып саналатындығы барлығына мәлім, бірақ үлкен концентрацияда қолданған кезде олар өдерінің функцияларын өзгертеді, яғни баяулатқыштар ролін атқарады.

Бірінші бөлімде көрсетілгендей, Қазақстанның көптеген кенорындары тұзды қабаттарға ие болып келетіндіктен [6], шегендеу құбырларын цементтеу кезінде тығындау материалы міндетті түрде тұзды қабаттармен жанасады.

Тығындау ерітіндісі кіші-гірім тұз мөлшерін ерітетіндіктен, тығындау ерітінділерінің қасиеттеріне тұздың әсерін бақылау маңызды болды.

Бастапқыда ВПК -402 реагентімен жүргізілген зерттеулер мен оның өндірісте қолданылу тәжірибесі полиэлектролиттердің NaCl мен CaCl₂ тұздарына орнықты екендігін көрсетті[2,3].

Бірақ ПАК реагентіне тұздардың әсері бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілмеді. Сонымен бірге, жоғарыда айтылғандай еліміздің көптеген кенорындарының қималарында тұзды қабаттар болғандықтан [6] бұл мәселені зерттеп көру қажеттілігі туындады.

Өртүрлі концентрациядағы тұздарды ерітіндіге қосқан кезде өлшенетін сұйықтықтың тығыздығы жоғарылайды. 5,10,15 және 20 % концентрациядағы NaCl мен CaCl₂ тұздарын сұйықтыққа қосу арқылы эксперименттер жүргізіліп, келесідей нәтижелер алынды[24].:

$$\rho(\text{су})=1000\text{кг/м}^3$$

$$\rho(\text{су}+\text{NaCl } 5\%)=1110 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho(\text{су}+\text{NaCl } 10\%)=1130\text{кг/м}^3$$

$\rho(\text{су}+\text{NaCl } 15\%)=1170\text{кг/м}^3$
 $\rho(\text{су}+\text{NaCl } 20\%)=1200\text{кг/м}^3$
 $\rho(\text{су}+\text{CaCl}_2 \text{ } 5\%)=1120\text{кг/м}^3$
 $\rho(\text{су}+\text{CaCl}_2 \text{ } 10\%)=1150\text{кг/м}^3$
 $\rho(\text{су}+\text{CaCl}_2 \text{ } 15\%)=1180\text{кг/м}^3$
 $\rho(\text{су}+\text{CaCl}_2 \text{ } 20\%)=1210\text{кг/м}^3$

Бірақ кейбір қосымшалар сол заттың өзінің ерігіштігін де, сонымен бірге катаю үдерісіндегі туындайтын өнімдердің де ерігіштігін арттырады. Мысалы, NaCl тұзын 8-10% -ке дейін қосқан кезде қанығу дәрежесі артып, ерітіндіде жаңа фазаның жаңа түйіндердің үлкен мөлшері пайда болады[20,24]. Пайда болған жаңа фазалар өзара жылдам әрекеттесе бастайды да, тығындау ерітіндісінің катаюы үдей түседі. Бірақ егер NaCl-дың мөлшері 10% көп болса, онда цементтің де, катаю өнімдерінің де ерігіштігі төмендейді. Сонымен бірге тұздың қанығу дәрежесі өте аз болуы мүмкін. Бұл дегеніміз NaCl-дың тығындау ерітіндісінің катаюын үдеткіш ретінде де сонымен баялатқыш ретінде де роль атқаратындығын көрсетеді. CaCl₂-да осындай қасиеттерге ие. Бұл құбылыстар (түстің концентрациясына байланысты катаю процесінің үдеуі және баяулауы) қалыңдығы 10м -100 м жететін тұзды шөгінділердің аралықтарында ұңғыманы бекіту кезінде үлкен мәнге ие. Сондықтан бұл аралықтарды цементтеу кезінде цемент ерітіндісі мен тұз ерітінділерінің араласу қауіпі бар. Бұның нәтижесінде тұздар тығындау ерітінділерінің қасиеттеріне болжамдалмаған және бақыланбайтын өзгерістер енгізуі мүмкін.

Тұздардың еруін алдын алу үшін тығындау ерітінділерін сол тұздардың негізіндегі су ерітінділерімен араластырады. Диссертациялық жұмыстағы тығындау ерітіндісі мен цемент тасының қасиеттеріне тұздардың әсерін зерттеу жұмыстары қарапайым цемент ерітінділеріне арналған әдістеме бойынша жүргізілген еңбектер негіз болды[20,24].

Тығындау ерітіндісіне қосылатын ұлғайтушы қоспаларды таңдау және негіздеу. Тығындау ерітіндісінің катаюы кезінде кеңею мүмкіндігі бар тығындау ерітінділерін алудың әртүрлі тәсілдері көптеген еңбектерде [18,52,56,57,59] және диссертациялық жұмыстың бірінші бөлімінде тереңірек қарастырылған.

Ұңғыма жағдайы үшін ерітіндідегі заттар мен химиялық реакцияға түскен кезде цементтасының ұлғаюына мүмкіндік беретін [56], жаңадан түзілетін кристаллдық заттарды қалыптастыратын, ұлғайтушы қосымшаларды қолдануға негізделген тәсіл ғана қолайлы болғандықтан жұмыста ұлғайтушы қосымшалардың бірнеше түрі қарастырылды.

СИГБ ұлғайтушы қосымшасы - терең бұрғылауға арналған құрамында әктасы бар қоспа. Бұл қоспа бұрын тастардың үлкен массивтерін жарылыссыз тәсілмен бұзу үшін және құрылыс саласында жарықшақтарды бітеу үшін қолданылды. Сондықтан бұл қосымшаның ұлғаю шамасы үлкен болып келеді және бұл қоспа тығындау материалдары үшін жарамайды. Ұлғаюдың тиімді шамасын таңдау және реттеу жөнінде бірінші бөлімде қарастырылған. Сонымен қатар мақалада [142] СИГБ ұлғайтушы қосымшаның цемент тасының

беріктілігіне әсер етуі көрсетілген зерттеу нәтижелері келтірілген. Эксперимент нәтижелері көрсеткендей, ұлғайтушы қосымшаның концентрациясы өскен сайын иілу беріктілігі төмендейді.

Сондықтан ұлғайтушы қосымшаларды іздеу қажеттілігі туындап, қалыпты температураға арналған ДР-50 ұлғайту қосымшасына қызығушылық тудырды. Қосымшаның тиімділігін анықтау үшін жүргізілген зерттеулер негізінде бұл қосымшаның оң нәтижелерін көрсетті. Сондықтан бұл қосымша тығындау ерітінділерінің әртүрлі құрамында ары қарай зерттеу жұмыстары жалғасытырылды.

ДР-50 - 1200⁰С ге жуық температура кезінде әктастың күйдірілуі нәтижесінде алынатын өнім түрінде келеді. Бұл реагент гидратацияның баяу жылдамдығымен ерекшеленеді, сондықтан ұлғаю қосымшасының жұмысы басталмастан бұрын тығындау ерітіндісін ұңғымаға айдаға мүмкіндік береді.

Мақалада [8] жеңілдетілген тығындау ерітінділері үшін ДР-50 реагентін қолдану бойынша зерттеулер нәтижелері келтірілген. ДР-50 реагентін ұлғаю қосымшасымен бірге көбіктішынының бірге қолдану жақсы нәтиже бергендігі сипатталған.

3.2 Тығындау ерітінділерінің фильтрациясын қасиеттерін зерттеу әдістемесі

Тығындау ерітіндісінің бойындағы байланыспаған сұйықтығының фильтрациясын анықтауға арналған кез келген аспапта сынақтар жүргізген кезде, бойындағы сұйықтық 1-2 минут ішінде бөлінеді. Сондықтан тығындау ерітінділері үшін шартты субергіштіктің көрсеткіші қолданылады. Бұл көрсеткіш 30 минут уақыт аралығының алғашқы 1-2 минут ішінде алынған нәтижелерді қайтадан есептеу арқылы есептеледі. Бірақ, сонымен қатар логарифмдік координаттардағы мәліметтерді өңдеу үшін арналған график қолданылады.

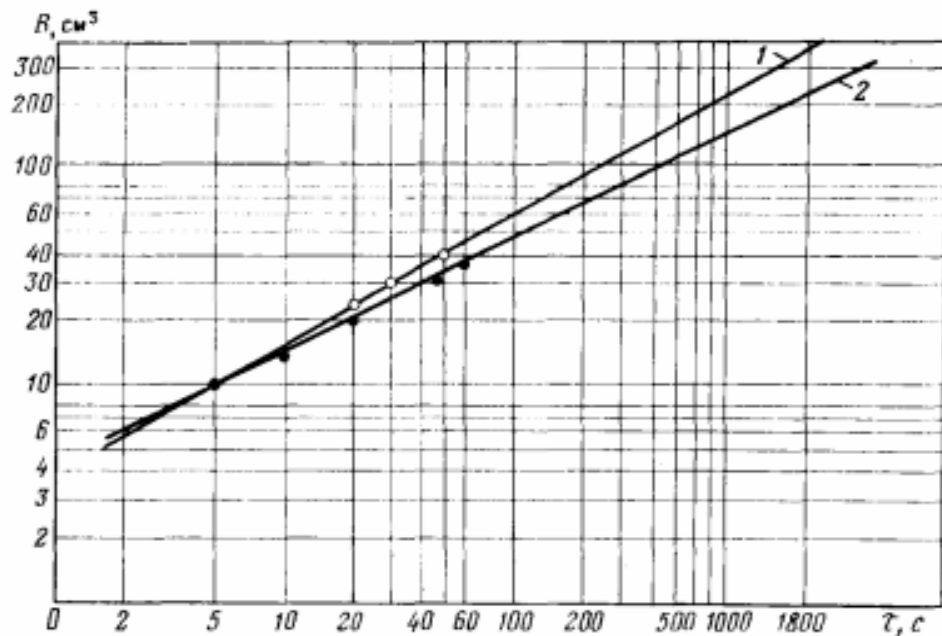
Ерітінді 30 минуттан аз уақыт ішінде сусызданатын болса, онда оның субергіштігін мына формула бойынша есептейді:

$$Q_{30} = Q_t \frac{5,477}{\sqrt{t}}, \quad (4)$$

Мұндағы: Q_{30} – 30 минут ішіндегі ұйғарылған субергіштігі, см³;

Q_t – t уақытындағы бөлінген фильтрат көлемі, см³.

Q_{30} осы формула негізінде алынған логарифмдік графиктің көмегімен анықталады.



1 – 330 см³ құрайтын 30 минут ішіндегі сүзгілену ; 2 – 210 см³

10сурет - Шартты сүзгіленуді анықтау

Эксперименттік жұмыстарға арналған тығындау ерітіндісін табақ пен күрекшені қолдану арқылы қолмен дайындауға болады. Біркелкі қоспа түзілген соң, ерітіндіні араластырғышқа құйылып, 1500 айн/мин айналу жиілігімен араластырылады. Ерітіндіні дайындаудың жалпы уақыты қолмен араластыруға кеткен уақытты ескергенде 3 минутты құрауы қажет.

Экспериментті жүргізу барысында API RP 10B стандартына сәйкес қарапайым және өте жылдам араластырғыштар қолданылды. Шет елдік тәжірибеде 600 см³ тығындау ерітіндісі 50 секунд ішінде араластырылатын (1- жылдамдық- 4000 айн/мин; 2- жылдамдық 12000 айн/мин), дәл осы дайындау технологиясы қолданылады.

3.3 Тығындау ерітінділерінің технологиялық қасиеттерін зерттеу әдістемесі

МЕСТ 26798.1-42 96, МЕСТ 26798.2-96, API Recommended Practice 10B, ISO 10426-2:2003 талаптарына сәйкес цементтің, ерітіндінің және тастың қасиеттерін зерттеу жұмыстары жүргізілді [143,144,145,146]. Бақылау мен өлшеу әдістері МЕСТ 1518-96 бойынша жүргізілді. Бұл МЕСТ ТМД елдерінде, соның ішінде елімізде де қолданылады және ол API Specification 10A және API Recommended Practice 10B стандарттарына келтірілген [34].

Тығындау ерітіндісінің негізгі технологиялық қасиеттеріне бастапқы жылжымалылығы, субергіштігі, седиментациялық орнықтылығы, цементтің қатаюының басталу уақыты, консистенция, тығыздық және реологиялық параметрлері МЕСТ 1518-96 бойынша анықталды.

Осы бағытта қолданылған аспаптар мен көрсеткіштердің тізімі 4 кестеде келтірілген.

4 кесте -Тығындау ерітінділерінің технологиялық қасиеттерін зерттеудегі аспаптар мен оның көрсеткіштерінің тізімі.

Көрсеткіш	Аспап	Стандарт
Тығындау ерітіндісінің тығыздығы	Ареометр	МЕСТ 26798.2-96 Тығындау цементі. Сынау тәсілдері.
	Иінді таразы	API RP 10B
Реология -пластикалық тұтқырлық -СНС	OFITEкомпаниясының 900 моделіндегі ORCADA атты бағдарламасы бар, сандық ротациялық атмосфералық вискозиметр.	API RP 10B
Сүзгілену (Субергіштік)	ВМ-6 Фильтр-пресс ФЛР-1	МЕСТ 26798.2-96 API RP 10B
Консистенция)	Атмосферный консистометр OFITE модели 60.	API RP 10B
Қатаю мерзімдері -Қатаюдың басталуы -Қатаюдың аяғы	Вика инесі	МЕСТ 26798.2-96 Тығындау цементі. Сынау тәсілдері.
Су бөліну	Көлемдері 250 см ³ өлшеу цилиндрлері	МЕСТ 1770
Ұңғымаға газдың енуіне тығындау ерітіндісінің тығыздығы.	Қондырғы	

Бұл барлық аспаптар өте қарапайым және МЕСТ пен көрсетілген аспаптарды шет елдік аспаптармен салыстырғанда бірнеше есе арзандығымен қатар, кейбір аспаптарда ерекшеліктер бар. Мысалы, седиментацияға орнықтылықты зерттеудің әдістемесі мен жабдықтарында сәл өзгешелік бар 250 мл көлеміндегі сиымдылықтың беті шыққан судың булануын болдырмау үшін қақпақпен жабылады (11-сурет) [34].



11сурет - АҚШ та су бөлінуді зерттеуге арналған аспап[34].

Тығындау ерітіндісін екі сағатқа қалдырғаннан кейін ерітіндіден бөлінген сұйықтың мөлшері өлшенеді. Одан бөлек, сиымдылықтың бойындағы тығыздықтың өзгеруін зерттеуге мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыста тығындау ерітіндісі 45° және 60° бұрыштарда орналасқан көлбеу цилиндрлерде және тік цилиндрлерде седиментациялық орнықтылық өлшенді(12 суретті қараңыз). Көлбеу цилиндрлерді зерттеудің себебі, көптеген ұңғымалар қазіргі кезде көлбеу бұрғылануда, сондықтан көптеген компаниялар бұл көрсеткішті кәсіпшілік жағдайында бақылауды талап етеді [20].

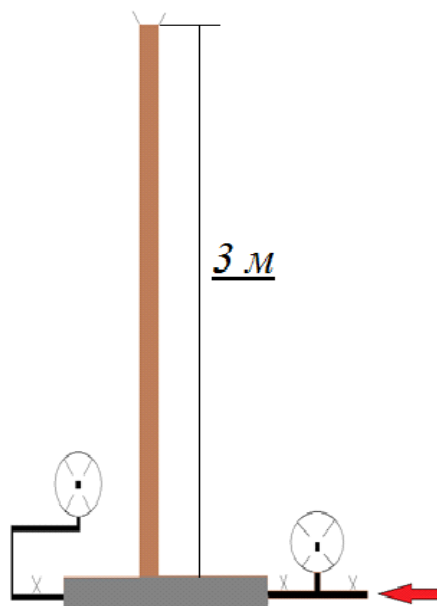


12сурет - Тік және көлбеу цилиндрлерде су бөлінуді өлшеу әдістемесі

3.3.1 Тығындау ерітіндісінің газдың енуіне орнықтылығын зерттеу

Тығындау ерітіндісінің кату кезеңінде ұңғыма газдың ену мүмкіндігіне әр түрлі реагенттердің әсерін зерттеу үшін Уфа мемлекеттік техникалық мұнай университетінде арнайы эксперименттік қондырғы дайындалған [147]. Диссертациялық жұмыстың ішінде көрсетілген, газдың енуіне тығындау

ерітіндісінің орнықтылығын анықтау бойынша зерттеулер [147] жұмыста сипатталған эксперименттік қондырғыда жасалды.



13сурет - Тығындау ерітіндісінің қату кезеңінде ұңғыма газдың ену мүмкіндігінің механизмін зерттеуге арналған экспериментальдық қондырғының сұлбасы.

Жалпы экспериментальдық қондырғының ұңғымасы газ ұңғымасының моделі ретінде құрастырылған. Ол ұзындығы 3м болатын, шыны тәрізді пластмасса құбырдан, өлшеу аспаптарынан және газды қабаттың «қабат қысымын» ұстап тұру жүйесінен тұрады. Бұл экспериментальдық қондырғы келесідей зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді:

- Ұңғыманың құбыр сыртындағы кеңістігінде тығындау ерітіндісінің қатаю процесіндегі гидростатикалық қысымның құлауын анықтайды.

- Цемент ерітіндісінің гидростатикалық қысымының белгілі бір пайызын құрайтын шамадағы «қабат қысымының» әсерінен ұңғымаға газдың енуін моделдеуге болады. (Жүргізілген эксперименттердегі «қабат қысымы» цемент ерітіндісінің гидростатикалық қысымының 90% құрады)[147,148].

3.4 Тығындау тасының физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу әдістері

Тығындау тасының қасиеттері зерттеулер жүргізу кезінде келесідей көрсеткіштер бойынша бағаланды: тастың иілуге беріктілік шегі, тастың сығылуға беріктілігі (үлгілерді 2 тәулік сақтау кезінде) , цемент тасының газ өткізгіштігі, цемент тасының шеген тізбегімен ілінісуі, ұлғаюы. Жалпы қолданылған аспаптар тізімі 5 кестеде келтірілген.

5 кесте - Тығындау тасының физикалық-механикалық қасиеттерінің көрсеткіштері мен аспаптарының тізімі

Көрсеткіш	Аспап	Стандарт
Беріктілік шегі -иілуге -сығылуға	Иілу мен сығылу кезіндегі материалдың беріктілігін анықтауға арналған машина MATESTE160 N	API RP 10B
Газөкізгіштік	Permeameter Model 90 Cement	API RP 10B
Цемент тасының адгезиясы	Арнайы қондырғы	
Ұлғаю	Цемент тасының сызықты ұлғаю коэффициентін анықтауға арналған аспап Schlumberger	ISO 10426-5, [34,149]. Атмосфералық қысымда ұңғыма цемент тасының ықшамдалу және ұлғаю анықтау бойынша әдістер

3.4.1 Цемент тасының құбырмен ілінісуін анықтау

Диссертациялық жұмыста цемент тасының шеген тізбегімен ілінісуін зерттеу жүргізілді. Зерттеу барысында металл цилиндрден цемент тасын ығыстыру кезінде пайда болатын күш бағалады. Цемент ерітіндісі шеген тізбегін моделдеуші металл цилиндрге құйылып ылғалды ортада қату үшін қалдырылды (сурет 14).



14-сурет. Цемент тасының шеген тізбегімен ілінісуін анықтауға арналған үлгілер

2 тәулік өткен соң үлгілерді иілу мен сығылу бойынша материалдың беріктілігін анықтауға арналған, MATESTE160 N машинасының көмегімен цемент тасын шығаруға кеткен күшті анықтайды. Цемент тасының ілінісу шамасы қоспасы жоқ таза цемент ерітіндісімен салыстыра бағаланады.

3.4.2 Тығындау тасының ұлғаюға зерттеудің әдістемесі

Бойлық ұлғаю коэффициентін анықтау үшін 15 суретте келтірілген ұңғыманың сақиналы кеңістігін моделдеуші Schlumberger компаниясымен жасалған ұлғаюдың сақиналы пішіні қолданылды.



15сурет - Цемент тасының бойлық ұлғаю коэффициентін анықтауға арналған аспап [34,149].

Бұл аспаптар атмосфералық жағдайларда және сол сияқты жоғарғы қысым мен температураны моделдейтін автоклавтарда да қолданыла алады.

Аспап сыртқы ұлғаюшы сақинадан және орталық тесік арқылы болтпен бекітілетін төменгі және жоғарғы пластинадан тұрады. Сыртқы ұлғаюшы сақинада екі мұртша бекітілген. Осы екі мұртша арқылы сақинаның бастапқы және соңғы ұзындығы өлшенеді.

Эксперименттерді жүргізу әдістемесі келесідей. Ұлғаятын сыртқы сақинаға, үстіңгі және төменгі жабынға, яғни цементпен жанасатын шектеуші беттің барлығына тұтқырлығы төмен майдың жұқа қабаты жағылды. Содан кейін, аспаптың ішіне тығындау ерітіндісі құйылады. Орталық тесікке болт салынып, аспапты бірге ұстап тұру үшін және үстіңгі мен астыңғы жабындарды бекіту үшін қатайтылады. Цемент ерітіндісі бар аспап 20-23 °C температурадағы су термостатында 24 сағатқа қалдырылады. Белгіленген уақыт өткен соң, үлгілерді термостаттан шығарып, екі мұртша арасындағы қашықтық өлшеніп, диаметрдің ұлғаю мен шеңбердің ұзындығы есептелініп, олардың бастапқы өлшемдерге қатынасы бойлық ұлғаю коэффициенті деп саналды. Цемент ерітіндісі мен цемент тасының көлемдік өзгерістерін өлшеу параллель түрде үш үлгіде жүргізілді, яғни әр аспапқа сол бір дайындалған тығындау ерітіндісі құйылып, үшеуіде бірдей жағдайда сақталынады. Бойлық кеңею коэффициентінің шамасы үш үлгідегі өлшеніп алынған нәтижелер бойынша орташа мән алынады [34,149].

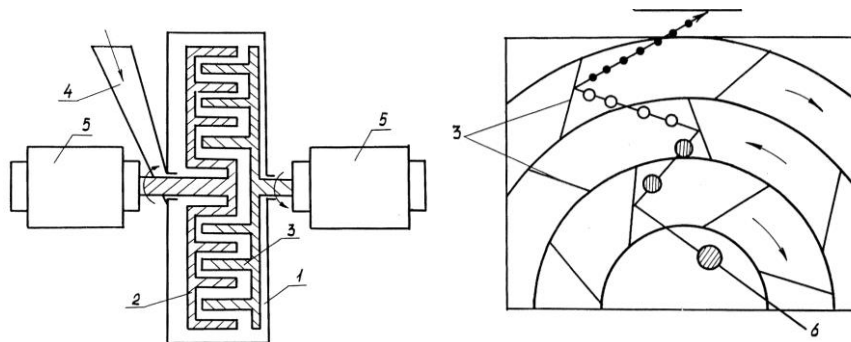
3.5 Тығындау қоспаларын дайындау технологиясын негіздеу

Қазіргі кезде тығындау материалдары мен қоспаларын дайындаудың технологиялары тығындау материалының қажетті деңгейдегі біркелкілігін алуға және ұңғыманың құбыр сырты кеңістігін сенімді саңылаусыздандыруға жағдай жасайтын цемент тасының қажетті беріктілігін қамтамасыз ете

алмайды. Сондықтан цемент тасын беріктілігін арттыру үшін әртүрлі тәсілдер қолданылады, және солардың бірі тығындау материалдарын дезинтегратормен өңдеу.

Көптеген зерттеулер негізінде [22,150,151] дезинтегратор технологияның басқа ұнтақтап араластырғыш машиналарға қарағанда артықшылығы мол екендігі анықталды. Мысалы, көп компонентті қоспаларды өңдеу мүмкіндігі; құрғақ қоспаларды өңдеу жылдамдығы мен берілу дәлдігін реттеу мүмкіндігі; цемент бетінің деформациясына алып келетін соққының үлкен жылдамдығы (400м/с дейін); заттың көп мөлшерде өңдеу; салыстырмалы түрде тұтынатын қуат мөлшерінің аз болуы

Дезинтегратордың жұмыс істеу сұлбасы 16 суретте келтірілген. Дезинтегратордың ұнтақтайтын бөлігі өзара қарама-қарсы орналасқан тұрақты тоқ қозғалтқышының көмегімен айналатын екі қораптан тұрады. Қораптың бойында қатар- қатарымен оранласқан ұнтақтаушы құрал орналасады.



1,2 – тістері бар дисктер; 3 - тістер; 4 – жүктеу астаушасы;
5 - электрлік қозғалтқыш; 6 – материалдың бөлшегі

16 сурет - Дезинтегратордың жұмыс істеу сұлбасы.

Қораптың ортасына түскен цемент бөлшегі қораптың ортасынан санағанда бірінші қатардағы тістерге түсіп, ол жерден қосымша жылдамдыққа ие болып ортадан тепкіш күштің әсерінен қарама-қарсы айналатын тістердің қатарына лақтырылады. Бұл жағдайдағы соққының күші қарсы айналған тістің күшімен қосылып, бөлшек бетінде ақаулар мен деформациялардың пайда болуына алып келеді. Деформацияның пайда болу бөлшектің бұзылуына, ұштарының сынуына алып келіп, компенсацияланбаған байланыстардың әсерінен материалдардың белсенділігін арттырады немесе жаңа қасиеттердің пайда болуына себеп болады. Цемент бөлшегінің қарсы айналатын тіспен соғысу процесі дезинтегратордың жұмыс бөлігінен лақтырылып шығарылмағанынша жалғасады.

Материалдардың механикалық жолмен белсенділігі арттыру процесін зерттеуге көптеген ғалымдарды жұмысы арналған, соның ішінде П.А. Ребиндердің, Г.И. Дистлердің, П.Ю. Бутягиннің, И.А. Хинттың, Е.Г. Аввакумовтың, Н.Х. Каримовтың, Н.К. Барамбоймдың, А.Ю. Хрусталеvтың

және т.б. ғалымдардың жұмыстарын келтірсек болады. Бұл ғалымдардың жұмыстарында дезинтеграторда қатты бейорганикалық материалдарды өңдеу кезінде бір уақытта механикалық-химиялық реакциялар жүретіні көрсетілді. Осы реакциялар нәтижесінде материалдардың құрылымында сапалы өзгерістер пайда болады. Кристаллдардың морт бұзылуы кезінде қысқа уақытта туындайтын электрлік микрочарядтардың пайда болуымен жалғасады. Сонымен бірге материал бөлшегінің ерігіштігін, олардың реакцияға түсу қабілетін жоғарылататын физикалық және химиялық қасиеттердің қатарын өзгертеді. Бұл бағыттағы күрделі зерттеулер Б.С. Измухамбетов пен Б.Т. Умралиевтың еңбектерінде тереңірек сипатталған [22,150].

Одан бөлек, дезинтеграторлық технология химиялық реагенттердің қосымшалары бар, құрғақ тығындау материалдарын өңдеу кезінде химиялық реагенттердің шығынын азайтуға, энергия шығынын азайтуға жағдай жасайды.

Көптеген жұмыстарда көрсетілгендей, материалдарды дезинтегратормен өңдегеннен кейін тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығы жоғарлайды.

Бұл диссертациялық жұмыста құрамында полиэлектрлиттік реагенттері бар тығындау материалдарының тиімділігін жоғарлату үшін дезинтеграторлық технологияның қолдану мүмкіндігі қарастырылған. Жалпы реагенттің ерігіштігін үдетуге дезинтегратормен өңдеу арқылы қол жеткізуге болатындығы көптеген жұмыстарда келтірілген. Цементтерді негізінен 150 м/с жоғары жылдамдықта өңдейді [22].

Дегенмен, қаттылығы әртүрлі бірнеше материалды бірге өңдеу кезінде беріктігі аз материалдардың диспергациясына, яғни ұсақталуына алып келді. Ал цементті полимерлік қосымшалармен бірге дезинтегратормен өңдеу полимер тізбектерінің механикалық деструкциясына алып келуі мүмкін. Сондықтан, зерттеулер жүргізу барысында полимердің механикалық деструкциясын болдырмайтын жылдамдықты анықтау қажеттілігі туындады.

3.6 Эксперимент мәліметтерін жоспарлау және нәтижелерді өңдеу әдістемесі

Эксперимент негізінде алынған мәліметтерді математикалық жолмен өңдеудің мақсаты – жарамды дәлдікте зерттелетін параметрлерге тәуелсіз айнымалылардың (реагенттердің концентрациясы) әсерін болжамдауға мүмкіндік беретін математикалық моделді алу. Бұл мәселені шешу тиімді параметрлерді қамтамасыз ете отырып, қолданылатын реагенттердің концентрацияны таңдауды сенімді түрде реттеуге мүмкіндік береді [153].

Одан бөлек жоспарланған эксперименттің мақсаты жүргізілетін тәжірибиелердің санын қысқарту және тығындау ерітіндісі мен алынатын цемент тасының қасиеттеріне бірнеше факторлардың өзара әсерін бағалау болып саналды. Бұл кәсіпшілік жұмыстарды жүргізуге дайындық кезінде тығындау композицияларын жобалау кезеңінде маңызды болды. Өйткені бұл кезеңде ұңғыманың бекіту сапасын жоғарлату үшін көптеген технологиялық

әдістер қолданылды. Жоспарланған эксперимент әдісі оңтүстік шығыс Новобогат кен орындарында ұңғыманы бекіту үшін арналған тығындау ерітіндісінің құрамын оптимизациялау кезінде қолданылды.

Эксперимент мәліметтерінің негізінде тәуелсіз айнымалар ретінде мыналар қарастырылды: су цемент қатынасы; температура; ПАК-тың концентрациясы; ұлғаю қосымшасының концентрациясы (ДР50); тығындау ерітіндісінің құрамындағы CaCl_2 тұзының концентрациясы; тығындау ерітіндісінің құрамындағы дисперсантты ерітіндісінің концентрациясы;

Аталған факторлардың өзгеру шекарасы зертханада жүргізілілген эксперименттердің нәтижесін талдау бойынша анықталды.

Оптимизациялану параметрлеріне мыналар жатты: шартты субергіштік, $\text{см}^3/30\text{мин}$; ерітіндінің тығыздығы, кг/м^3 ; алынған цемент тасының беріктілігі;

Зерттеулерді жүргізу үшін келесідей әдістеме қолданылған. Бұл әдістемеге сәйкес келесідей кезеңдердегі міндеттерді орындау қажет.

- жасалынып жатқан тығындау ерітіндісінің бағалану критерилерін және тығындау ерітіндісінің негізгі технологиялық қасиеттеріне қатысты параметрлерінің тиімді өзгеру аралығын анықтау;

- әртүрлі концентрация аралығындағы реагентпен зерттелетін тығындау ерітіндісінің үлгілерінің матрицасын дайындау

- полиэлектролиттерді (ВПК-402, ПАК) салыстыру бойынша эксперименттерді жүргізу

- ПАК реагентін цементке қосудың үш түрлі нұсқасын негіздеу

- ПАК қосымшасының келесідей тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне әсеретуін зерттеу:

1. Тығындау ерітіндісінің субергіштігі мен бастапқы жылжымалылығына әсерін және тиімді концентрациясын анықтау;

2. Цемент тасының беріктілігіне (иілу, сығылу) әсері және тиімді концентрациясын анықтау;

3. Тығындау ерітіндісінің реологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу

- зертханалық эксперименттерді ықшамдау, яғни ең жақсы көрсеткіш көрсеткен нұсқаларын таңдап алу.

- құрамында ПАК реагенті бар таңдалынған рецептураларды фильтр-прессте субергіштігін анықтау.

- таңдалынған нұсқаларды консистометр арқылы ұңғымаға қауіпсіз айдау уақытын, яғни қоюлану уақытын анықтау және тиімді рецептураны таңдау.

- таңдалынған рецептураларды ілінісу күшіне анықтау

- таңдалынған рецептураларды газдың енуіне зерттеу

- таңдалынған рецептураларды ұлғаюшы қосымшамен сәйкестігін анықтау

- таңдалынған рецептуралардың буферлік сұйықтармен өзара әсерлесуінің бастапқы жылжымалылыққа әсерін зерттеу.

- таңдалынған рецептуралардың үлкен температураға әсерін зерттеу.

Жалпы тәжірбиелер саны мына формула бойынша анықталады [153]:

$$N=p^k$$

(5)

Мұндағы:

p=деңгейлер саны

k=факторлар

Мысалы 1-ші эксперимент үшін, яғни субергіштікті анықтау үшін

Нәтиже :субергіштік– Y_1

k(факторлар): C (ПАК реагентінің концентрациясы), ПАК реагентін цементке қосу тәсілі

k=2

P (деңгейлер): 7 (концентрациялар саны, 0- дік концентрацияны есептегенде),3 (тәсілдер).

$Ny_1=7^2=49$, яғни ПАК реагентінің субергіштікке әсерін анықтау үшін біз 49 эксперимент жасау қажетпіз деп қабылданады.

6 кесте- Экспериментті жоспарлаудың матрицасы

N	C							ПАК реагентін цементке қосудың тәсілдері		
	0	0.025	0.05	0.075	0.1	1.25	1.5	1	2	3
1										
2...49										

Дегенмен, 49 тәжірбиені жасау зертханалық экспериментті жасау экономикалық тұрғыдан және уақыттың тығыздығына байланысты 21 тәжірбиені жасаумен шектелдік. Мұның себебі ПАК реагентінің концентрацияның өзгеру мен 3 түрлі тәсілмен берілуіне тәуелді болды.

ПАК реагентінің тиімді концентрациясын анықтау мақсатында тығындау ерітіндісінің технологиялық қасиеттері мен цемент тасының қасиеттеріне әсерін анықтау бойынша келесілдей көлемде эксперименттер жоспарланды:

- ПАК реагентінің субергіштікке әсері (Әр С/Ц -21 тәжірбие)

-ПАК реагентінің бастапқы жылжымалылығына әсері (Әр С/Ц -21 тәжірбие)

-ПАК реагентінің цемент тасының беріктігіне әсері (сығылуға, иілуге) (Әр С/Ц -21 тәжірбие)

-ПАК реагентінің тығындау ерітіндісінің реологиялық қасиеттеріне әсері, яғни ДНС,СНС және пластикалық тұтқырлық.

7 кесте- Экспериментті жоспарлаудың матрицасы (21 тәжірбие)

	ПАК концентрациясы						
	0	0.025	0.05	0.075	0.1	1.25	1,5
1-тәсіл							
2-тәсіл							
3-тәсіл							

Негізгі зертханалық эксперименттер қорытындысы бойынша ең жоғары тиімділікке ие болған рецептуралардың нұсқаларын таңдап алу қажет.

8 кесте-Таңдалынған рецептураларды консистометр арқылы ұңғымаға қауіпсіз айдау уақытын, яғни қоюлану уақытын анықтау

Тығындау ерітіндісінің құрамы	2R, см	ФК, см ³ 0,7 МПа.	Консистенция, Вс	Қатаюдың басталу мерзімі, сағ

9 кесте- Таңдалынған рецептуралардың буферлік сұйықтармен өзараәсерлесуінің бастапқы жылжымалылыққа әсерін зерттеу.

Ерітіндінің құрамы	Буферлік ерітінділер	Буферлік сұйықтықпен аралсақан кездегі тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығы, см			
		0%	25%	50%	75%

3.7 Үшінші бөлім бойынша тұжырым

1.ВПК-402 реагентінің зерттелуі және оның өндірісте ұңғыманы бекітудегі нәтижелері берілген реагенттің тиімділігін көрсетті. Басты кемшіліктері болып оның сұйық күйде шығарылатындығы.

2.ВПК-402 реагентінің аналогтарының бірі болып катиондық полиэлектролит (ПАК) саналады және ПАК Праестол маркасымен шығырылатын ұнтақ тәрізді реагент болғандықтан зерттеу нысаны ретінде қабылдау ұсынылады.

3.Тығындау ерітіндісінің реологиясын азайту үшін СП-1 және ReoTestk пластификаторлары қарастырылып, тиімділігінің жоғары болуынан ReoTestk пластификаторын қолдану ұсынылды.

4.Зерттеулерді жүргізу барысында МЕСТ және АРІ стандарттарына сәйкес келетін аспаптар қолданылу ұсынылды. Тығындау ерітіндісі мен цемент тасының негізгі қасиеттерінің параметрлері МЕСТ 1581-96 бойынша анықталды.

5.Цемент ерітіндісінің қату кезеңінде ұңғымаға газдың ену механизмін зерттеу үшін арнайы эксперименттік қондырғыны қолдану қабылданды.

4 ТЫҒЫНДАУ ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕРІ

4.1 Тығындау ерітінділерінің қасиеттеріне полиэлектролиттік реагенттердің әсерін зерттеу

4.1.1 Тығындау ерітіндісінің субергіштігіне полиэлектролиттік реагенттердің әсері

ВПК-402 субергіштікті төмендеткіш реагенттің тиімділігі зертханалық эксперименттер негізінде және Амангелді кенорнында жүргізілген өндірістік сынақтармен дәлелденді[2,3,14]. Сондықтан салыстырмалы бағалау жұмыстарын жүргізу үшін ПАК реагенті мен бір уақытта тығындау ерітіндісінің технологиялық қасиеттеріне ВПК -402 субергіштікті төмендеткіш реагентінің әсерін анықтау бойынша эксперименттік зерттеулерді жүзеге асыру қажеттілігі туындады.

ВПК-402 фильтрацияны төмендеткіш реагенттің су-цемент қатынасы 0,5 болатын, тығындау ерітіндісінің жайылымдылық бойынша жылжымалылығына және сүзгілену көрсеткішіне әсері бағаланды. Тығындау цементі ретінде ПЦТ-1-50 қолданылды. Жүргізілген эксперименттердің нәтижелері 10 кестеде келтірілген.

10 кесте - ВПК-402 полиэлектролитінің тығындау ерітіндісінің жайылымдылығы мен субергіштігіне әсері

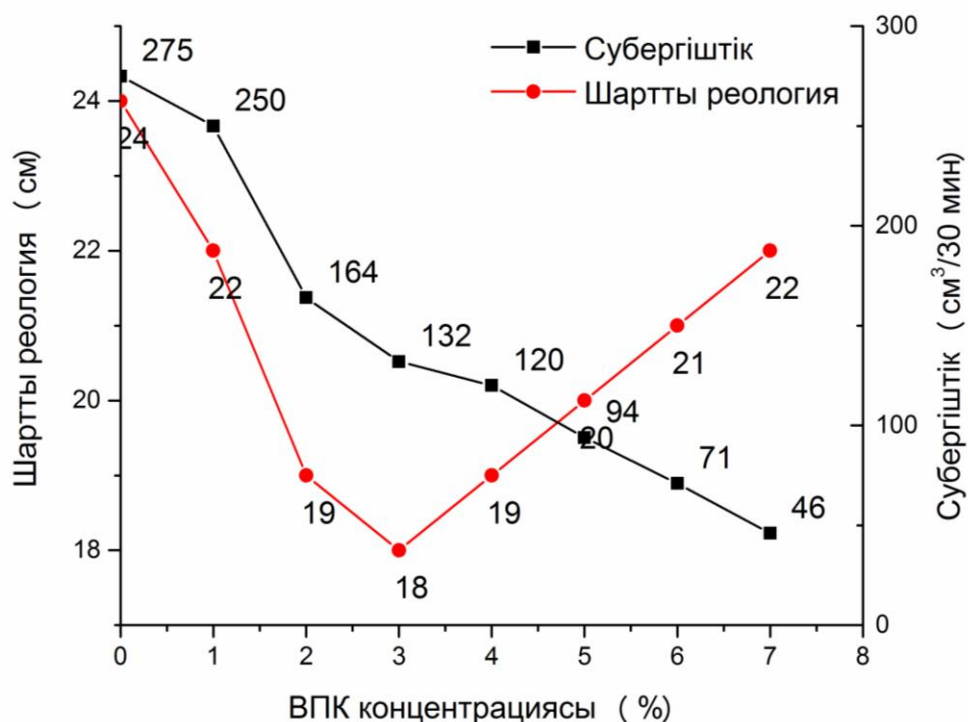
Параметрлері	ВПК – 402 концентрациясы, %							
	0	1	2	3	4	5	6	7
жайылымдылығы, см	24	22	19	18	19	20	21	22
Субергіштігі, см ³	275	250	164	132	120	94	71	46

Су-цемент қатынасы В/Ц=0,5 тең тығындау ерітіндісіне ВПК-402 реагентін қосқан кезде реагенттің концентрациясы 0 ден 3 % өскенде, ерітіндінің жайылымдылығы 25 тен 18 см азайғанын көрсетеді. Бірақ ВПК-402 реагентінің концентрациясын ары қарай өсірген кезде оның жайылымдылығы да жоғарлайды. Мысалы, ВПК-402 реагентінің концентрациясы цемент салмағынан есептеген кезде 7% болғанда, жайылымдылықтың мәні тура 22 см құрайды [2,3,99].

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде ВПК-402 концентрациясы өскен сайын тығындау ерітіндісінің субергіштігі АРІ стандарттарымен бекітілген қажетті шамаға дейін төмендейтіндігі анықталды.

Эксперимент нәтижелерінде көрсетілгендей, ВПК-402 субергіштік параметрін төмендететіндігі анықталғанымен, ВПК-402 реагентінің басты кемшіліктеріне оның сұйық күйде өндіріске шығарылуы және тығындау

ерітіндісін дайындау мен тасымалдау кезінде өндірісте технологиялық тұрғыдан қолайсыздығы.



17 сурет - ВПК-402 полиэлектrolитінің тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығы мен субергіштігіне әсері [2,3,99].

Яғни реагентті цементті еріту сұйықтығына қосу қажет. Сондықтан, осы реагенттің құрғақ күйдегі аналогын табу қажет болды. НПП ОАО «Азимут» пен бірге ПАК шартты түрде деп аталатын реагентінің тығындау ерітіндісі мен цемент тасының қасиеттеріне әсерін анықтау бойынша эксперименттер жүргізілді.

ПЦТ-1-50, G цементтерімен жасалған тығындау ерітінділерінің бастапқы жылжымалылығы мен субергіштігіне ПАК реагентінің әсер етуі бойынша эксперименттердің нәтижелері 11 кестеде келтірілген. Одан бөлек дәл осы кестеде ешқандай қоспа қосылмаған цементтердің және басқа реагенттермен қосылған цементтерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Кестеде көрсетілгендей ПАК тың 0,1% концентрациясы кезінде ерітіндінің субергіштігі 50 см³/30мин аспады. Мұндай субергіштікке жету үшін ВПК-402 реагентінің 7 % концентрациясы қажет [1, 2].

Сол сияқты ПЦТ I-G негізіндегі тығындау ерітінділерінде ПАК-ты қолданғанда да алынатын ерітінділердің субергіштігін тиімді түрде төмендететіндігі көрсетілген. Сонымен бірге ПЦТ-1-50 цементінен және ПЦТ I-G цементінен жасалған цементтік ерітінділерге ПАК-ты қосқан кезде ерітіндінің шартты реологиясы төмендейді және (МЕСТ 1581-96) стандартының талаптарын қанағаттандырмайды.

11 кесте - Полиэлектролиттердің тығындау ерітіндісінің шартты реологиясы мен субергіштігіне әсері.

№	Ерітіндінің құрамы	С/Ц	Шартты реология, см	Субергіштік, см ³ /30 мин
1	ПЦТ1-50+су	0,5	26	180
2	ПЦТ I-50 + ПАК(0,04%)+су	0,5	22	100
3	ПЦТ I-50 + ПАК(0,05%)+су	0,5	22	80
4	ПЦТ I-50 + ПАК(0,06%)+су	0,5	21	70
5	ПЦТ I-50 + ПАК(0,08%)+су	0,5	21	60
6	ПЦТ I-50 + ПАК(0,1%)+су	0,5	20	50
7	ПЦТ I-50 +ВПК-402 (5%)+су	0,5	24	70
8	ПЦТ I-50 +ВПК-402 (7%)+су	0,5	22	50
9	ПЦТ I-G +су	0,44	24	175
10	ПЦТ I-G + ПАК(0,1%) +су	0,44	18	65
11	ПЦТ I-G + ПАК(0,15%)+су	0,44	17	40
12	ПЦТ I-G + ПАК (0,25%) +су	0,44	17	21

ПАК-ты цементке құрғақ күйде қосқан кезде және ол цементті сумен араластырғанда ПАК түйіршіктерінің баяу еритіндігі байқалды және реагенттің толық еруі үшін ұзағырақ араластыру қажеттілігі туындады.

Цементті еріту сұйықтығының температурасын жоғарлату реагенттің еруін үдететіндігі анықталды.

Сонымен бірге реагенттің ерігіштігін жылдамдату үшін оны диспергациялау әдісін қолдануға болатындығы диссертациялық жұмыстың 3 бөлімінде келтірілген. Ұсақтау үшін реагентті дезинтегратормен өңдеу қажет. Мұндай тәсілдің қолдану тәжірибиесі көптеген еңбектерде жарық көрген [109-114,150,151].

Қатты заттарды жылдамдығы жоғары соққымен дезинтеграторда өңдеу кезінде, дәлере алғанда, бөлшектердің соқтығысу жылдамдығы 50-300 м/сек кезінде олардың механикалық ұсақталуы мен меншікті ауданның жоғарлауынан бөлек, өңделетін заттардың механохимиялық белсенділігі пайда болады[150].

Сонымен бірге материалдарды дезинтегратормен өңдеу барысында қатты заттардың кристалл торлары деформацияланып, немесе бұзылып, жаңадан компенсацияланбаған байланыстар түзілуі мүмкін. Бұл компенсацияланбаған байланыстар өңделетін материалдардың химиялық белсенділігінің жоғарлауын қамтамасыз етеді. Ал цементке қатысты оның катаю қасиеттері үдетіледі және қалыптасқан цемент тасының физикалық -механикалық қасиеттері жақсарады. Ереже бойынша, цементтер 150 м/сек асатын жылдамдықта өңделеді[113,114].

ПАК реагентін дезинтегратормен өңдеу кезінде тығындау ерітіндісіне арналған портландцементпен бірге өңдеу кезінде полимердің дистракцияға ұшрау мүмкіндігін бағалау үшін 50 м/сек тан 200 м/сек-қа дейінгі бөлшектердің

соқтығысу жылдамдықтарының аралығы қабылданды. Зерттеу нәтижелері 12 кестеде келтірілген.

12 кесте - Тығындау ерітіндісінің қасиеттеріне ПАК 0,1 % қосылған цементті дезинтегратормен өңдеудің әсері

Құрамы	Дезинтегратордағы бөлшектердің өзара соқтығысу жылдамдығы, м/с	Бастапқы жылжымалылығы, см	Ерітіндінің субергіштігі, см ³ /30 мин
ПЦТ I-50 +ПАК (0,1%)	0	20	50
ПЦТ I-50 +ПАК (0,1%)	50	20	50
ПЦТ I-50 +ПАК (0,1%)	100	19	45
ПЦТ I-50 +ПАК (0,1%)	150	16	55
ПЦТ I-50 +ПАК (0,1%)	200	12	65

Жүргізілген эксперименттер негізінде, 200 м/сек-қа дейінгі жылдамдықта дезинтеграторда өңделген, құрамында ПАК реагенті бар цементті қолдану құрамында қосымшасы бар, құрғақ цементті дайындау үдерісін жеңілдеткендігін пайымдауға болады. Бірақ механохимиялық өңдеудің қарқындылығын жоғарлатқан кезде ерітіндінің жылжымалылығы қатты төмендеп, субергіштігі өсіп кетті. Оны кестеде көрсетілгендей, дезинтегратормен өңделмеген цементке реагентті қосқан нұсқасымен салыстыру арқылы көруге болады.

Бұл құбылысты біз бірнеше себептермен байланыстырдық [99]. Бірінші себепке - цементті еріту сұйықтығында реагенттің ерігіштік қасиетінің өсуі. Дәлел ретінде ерітіндінің ағу мүмкіндігінің төмендеуін келтірсек болады.

Екінші себеп – дезинтеграторлық өңдеу кезіндегі полимерлік реагенттің деструкциясы. Бұл құбылыс міндетті түрде болады және оны ерітіндінің субергіштігін бақылау нәтижелеріненбайқауға болады.

Үшінші себеп – дезинтегратормен өңдеу кезінде цементтің диспергациясы мен активациясы жүретіндіктен, бұл құбылыстар тығындау ерітінділерінің шартты реологиясы мен субергіштігін әрқашан төмендетеді[150].

Сонымен, ПАК реагенті мен цементті дезинтеграторда бірге өңдеуді 50 м/сек дейінгі жылдамдықта жүргізу қажет деп қабылдадық. Бұл жылдамдық полимерлік тізбектердің байланысын үзбей, полимердің диспергациясын, яғни ұсақталуын қамтамасыз етеді.

Тығындау ерітіндісінің субергіштігін төмендету мақсатында ПАК-тың қолданылу мүмкіндігін анықтау бойынша жүргізілген зертханалық эксперименттерден соң, субергіштікті төмендеткіш реагенттің тиімді концентрациясы мен тәсілін және ол реагенттің тығындау ерітіндісінің басқа қасиеттеріне әсерін анықтау мақсатында салыстырмалы бағалау жұмыстарын жүргізу қажеттілігі туындады.

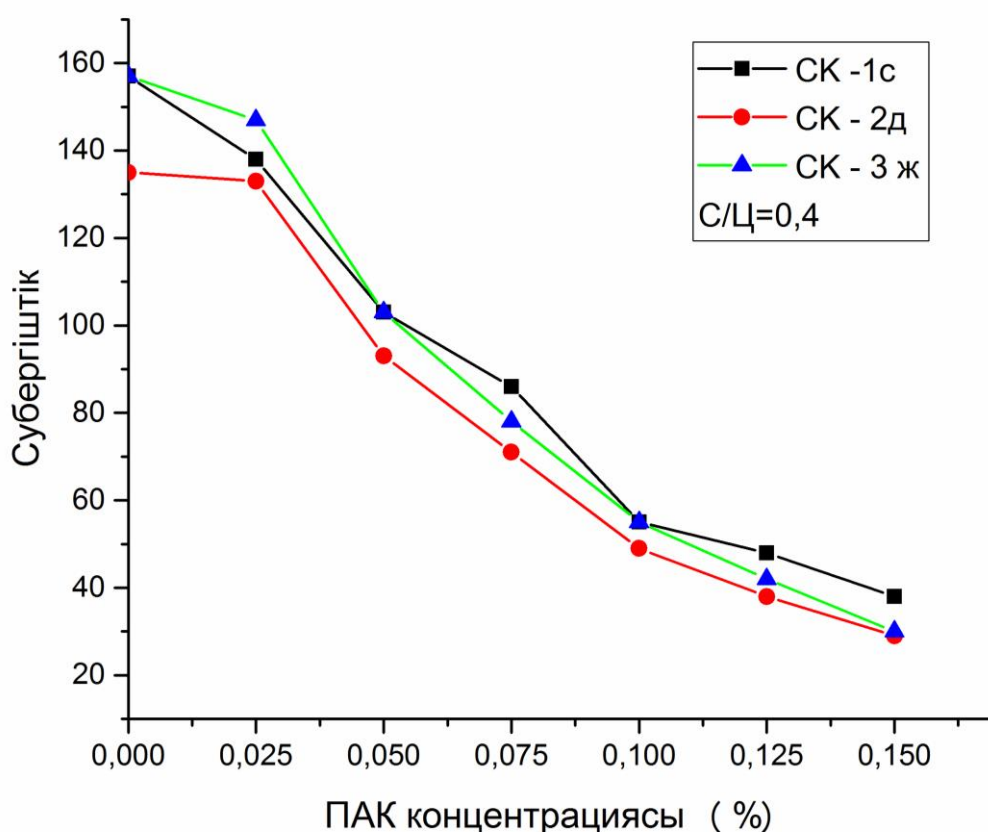
Зерттеулерді жүргізу үшін тығындау ерітіндісіне арналған портландцемент қолданылып, әртүрлі су- цемент қатынасындағы ерітіндіні дайындаудың үш тәсілі қарастырылды:

- ПЦТ-1- G цементіне ПАК ты құрғақ күйде әртүрлі концентрацияда қостық. Яғни концентрация диапазоны 0,025 тен 0,15% құрады. Қадамы 0,025% (ары қарай 1 – ші тәсіл);

- Алдын-ала ПАК реагенті мен цементті дезинтегратор арқылы өңдеп, тығындау ерітіндісін дайындадық (ары қарай 2-ші тәсіл). Концентрация мөлшері бірінші тәсілмен бірдей;

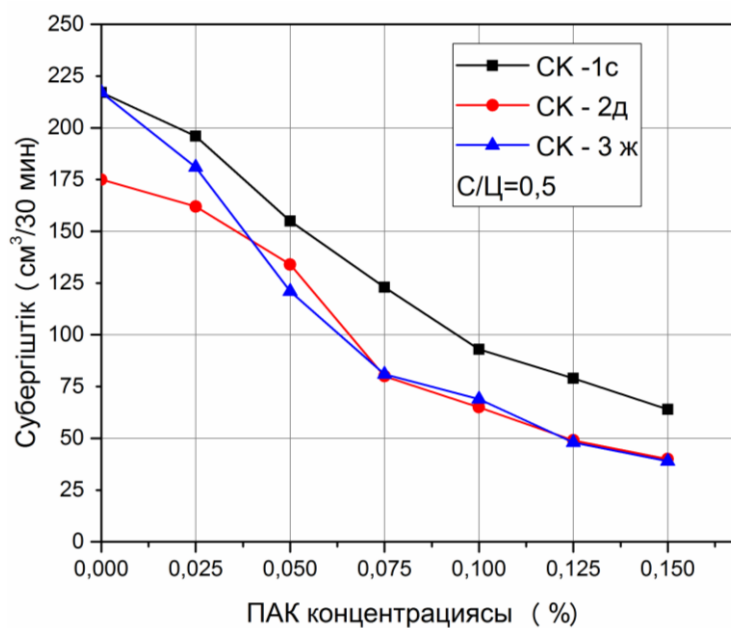
- ПАК реагентін цементті еріту сұйықтығында 1 тәулік бұрын ерітіп, кейін ерітіндіні цементпен араластыру арқылы дайындадық. Үшінші тәсілде де көрсетілген концентрациялар аралығы да сақталды (ары қарай 3 тәсіл);

Цемент ерітіндісінің субергіштігін анықтау бойынша эксперименттің нәтижелері төмендегі кестелерде көрсетілген.



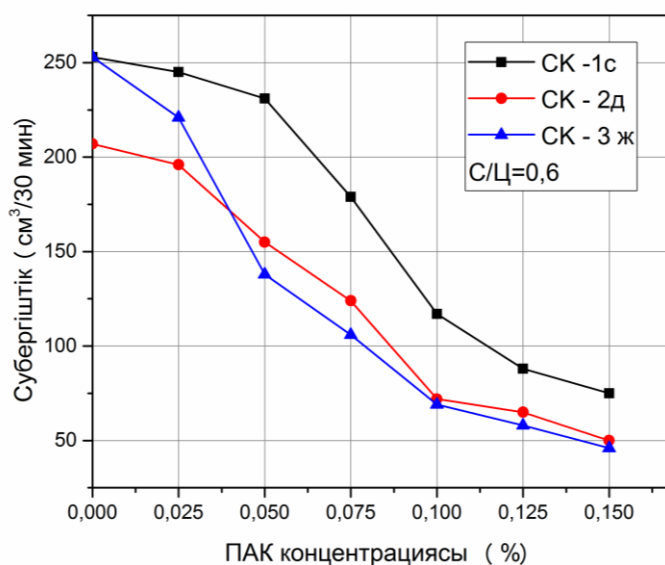
1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

18 сурет - ПАК реагентінің В/Ц=0,4 кезіндегі тығындау ерітіндісінің субергіштігіне әсері



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

19сурет -ПАК реагентінің В/Ц=0,5 кезіндегі тығындау ерітіндісінің субергіштігіне әсері



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

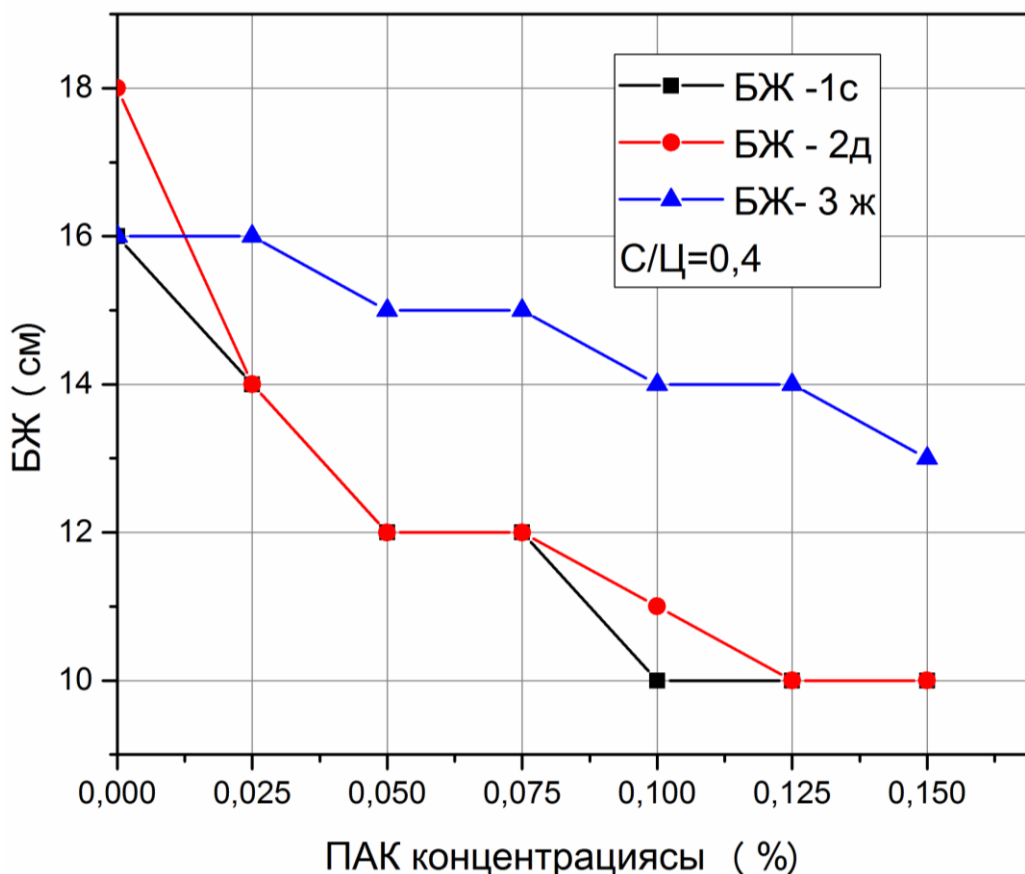
20сурет -ПАК реагентінің В/Ц=0,6 кезіндегі тығындау ерітіндісінің субергіштігіне әсері

Жүргізген эксперименттердің негізінде алынған мәліметтер бойынша субергіштікті төмендеткіш реагенттің концентрациясы өскен сайын тығындау

ерітіндісінің фильтрация көрсеткіші азаятындығын байқауға болады. ПАК реагентін қолдану кезіндегі субергіштік бойынша ең үлкен тиімділік дезинтегратормен өңделген, яғни екінші тәсілді қолданған жағдайда және $C/C_0=0,4$ болғанда анықталды.

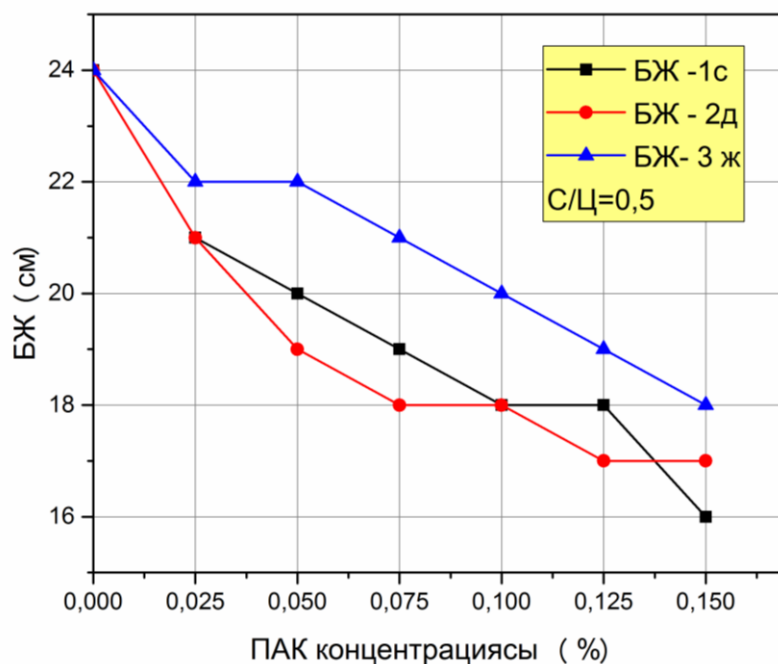
4.2.2 Тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығына ПАК реагентінің әсері

Бірінші реттік эксперименттерді жүргізу кезінде ПАК реагентінің тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығын азайтатындығы белгілі болған. Сондықтан әртүрлі концентрациядағы ПАК реагентінің қозғалғыштыққа әсерін зерттеу қажеттілігі туындады. Бұл бағыттағы зертханалық эксперименттер ПЦТ-1-50 негізіндегі тығындау ерітіндісіне арналған әртүрлі су-цемент қатынасындағыяғни, жоғарыда сипатталған үш тәсіл бойынша жүргізілді. Тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығын анықтау бойынша жүргізілген эксперименттердің нәтижелері 31, 32 және 33 суреттерде көрсетілген.



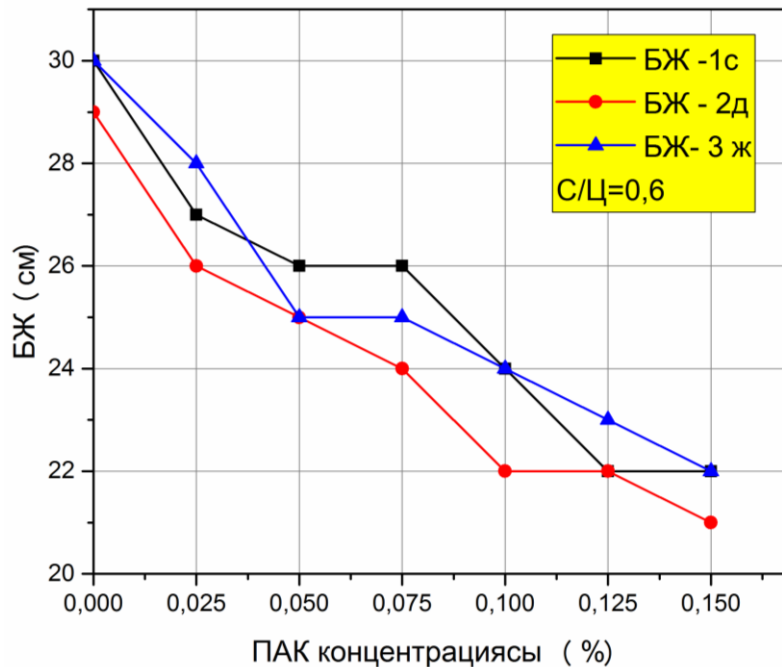
1-ПАК цементке кұрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

21сурет - $V/C_0=0,4$ цементтік ерітіндінің бастапқы жылжымалылығына ПАК реагентінің әсері



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

22сурет -В/Ц=0,5 цементтік ерітіндінің бастапқы жылжымалылығына ПАК реагентінің әсері



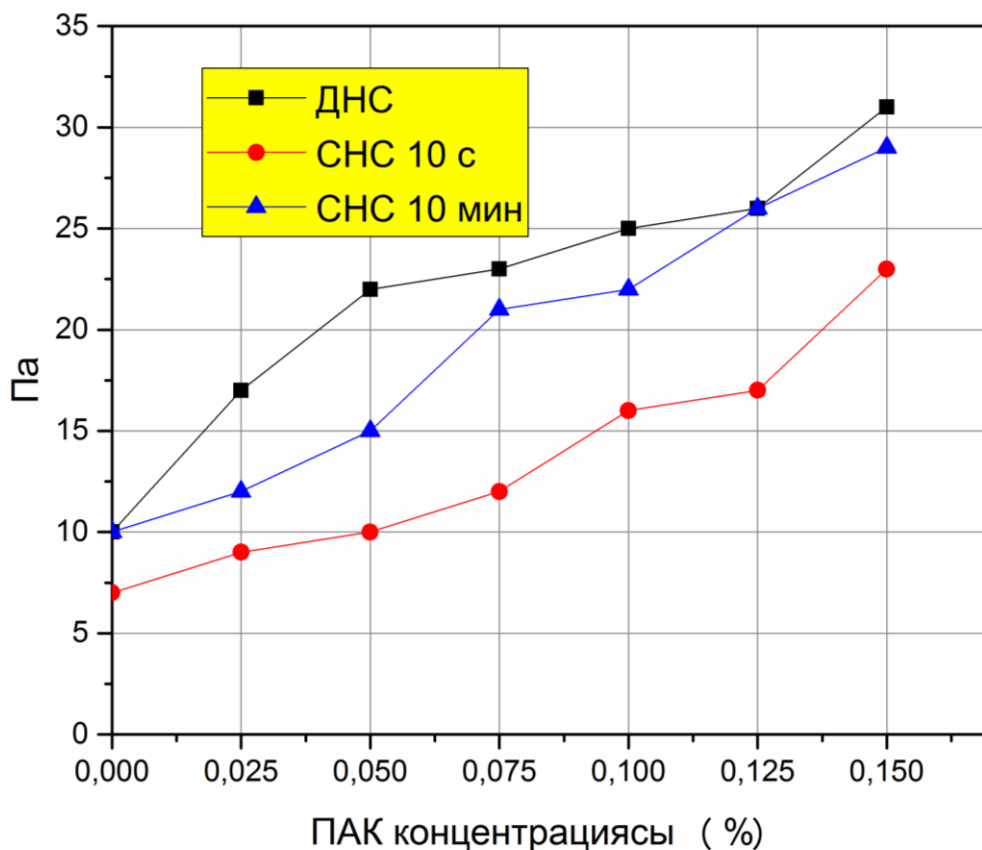
1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

23сурет - В/Ц=0,6 кезіндегі цементтік ерітіндінің жылжымалылығына ПАК реагентінің әсері

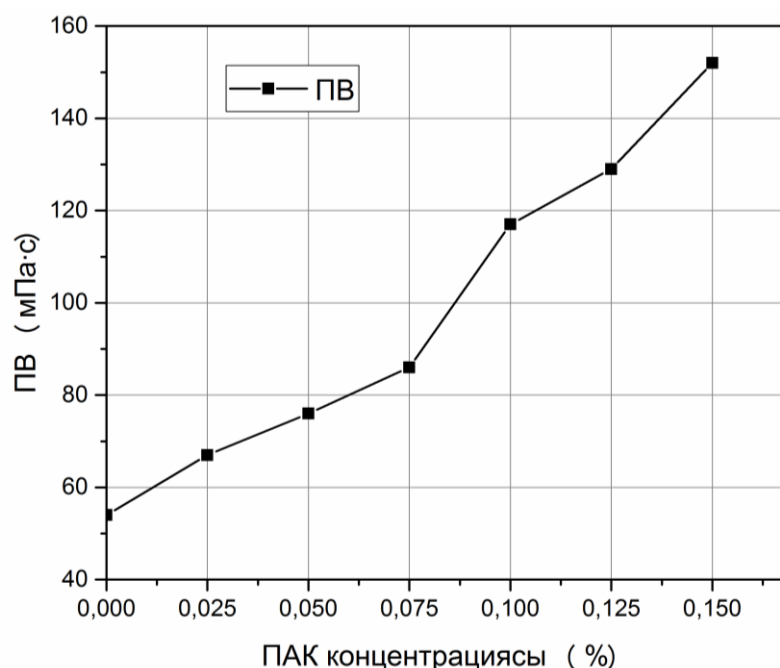
Алынған мәліметтер бойынша ПАК реагентінің концентрациясы өскен сайын тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығы төмендейтіндігін тұжырымдауға болады. Дезинтегратор арқылы өткен ПАК концентрациясы 0 ден 0,15 % жоғарлағанда С/Ц - 0,5 кезіндегі тығындау ерітіндісінің шартты реологиясын 24 см-ден 17 см-ге дейін төмендетеді. Яғни, ПАК-ты қолданған кезде тығындау ерітіндісінің бастапқы жылжымалылығын реттейтін қосымша арнайы химиялық реагенттерді қолдануды қажет етеді.

4.2.3 Цемент ерітіндісінің реологиялық қасиеттеріне пак реагентінің әсері

Тығындау ерітіндісінің реологиялық қасиеттеріне зерттелетін реагенттің әсерін бағалау үшін субергіштікпен бастапқы жылжымалылықты зерттеуде дайындалған цемент ерітіндісінің құрамы қолданылды. Жүргізілген зерттеулердің ішінде цемент ерітіндісі С/Ц=0,5 кезіндегі дезинтеграторды қолдану арқылы дайындалатын тәсілдің нәтижелері 24,25 суретте көрсетілген.



24 сурет - С/Ц=0,5 кезіндегі тығындау ерітіндісінің динамикалық ығысу күшіне, статикалық ығысу күшіне ПАК реагентінің әртүрлі концентрациядағы әсері.



25сурет -В/Ц=0,5 кезіндегі тығындау ерітіндісінің пластикалық тұтқырлығына ПАК реагентінің әртүрлі концентрациясының әсері

Алынған мәліметтер негізінде ПАК реагентінің концентрациясы өскен сайын тығындау ерітіндісінің реологиялық қасиеттерінің мәні өсетіндігін тұжырымдауға болады. Бірақ тығындау ерітіндісінің статикалық ығысу күші, яғни 10 сек кезіндегі және 10 минут кезіндегі мәндер аралығы аса үлкеймейтіндігін көруге болады.

4.2.4 Цемент ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығына полиэлектrolиттік реагенттердің әсері

Тығындау ерітіндісінің тағы бір технологиялық қасиеті седиментациялық орнықтылықта зерттелді. Яғни тығындау ерітінділерінің седиментациялық орнықтылығына полиэлектrolиттердің әсерін анықтау бойынша эксперименттер диссертациялық жұмыстың 3 бөлімінде келтірілгендей тік және көлбеу орналасқан ыдыстарда жүргізілді.

ПЦТ –I-50 қоспасыз цементі,яғни таза цемент 13кестеде келтірілген келесі нәтижелерді көрсетті

13кесте - Әртүрлі көлбеу бұрышта қоспасыз дайындалған цемент ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығына су-цемент қатынасының әсері.

С/Ц	Тік және көлбеу цилиндрлердегі су бөліну мөлшері, мл		
	90 ⁰	60 ⁰	45 ⁰
0,5	1	5,2	6,4

0,55	4	14(арна)	17 (арна)
0,6	5	18 (арна)	20 (арна)
0,65	6	24 (арна)	26 (арна)
0,7	9	34 (арна)	37 (арна)

Сол сияқты ВПК-402 реагенттерін қосу арқылы тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығы да осы әдістеме бойынша анықталды. Эксперимент нәтижелері төмендегі кестелерде келтірілген (14 кесте).

14 кесте - Цемент ерітіндісінің су бөлуіне ВПК-402 полиэлектролитінің әсері

С/Ц	Тік және көлбеу цилиндрлердегі су бөліну мөлшері, мл		
	90 ⁰	60 ⁰	45 ⁰
ПЦТ+ВПК-402 (1%)	0	0,5	1,5
ПЦТ+ВПК-402 (3%)	0	0,2	1
ПЦТ+ВПК-402 (5%)	0	0	0

Кестеде көрсетілгендей, ВПК-402 полиэлектролитінің концентрациясы өскен сайын тығындау ерітіндісінің су бөлуі 0-ге дейін төмендейтіндігі анықталды. Жұмыстың авторы [2] ВПК-402 реагентінің концентрациясы 3,0% ден 7,0 % ке дейін жоғарылағанда су бөліну мөлшері кіші-гірім мөлшерге өседі, бірақ 5-7 мг-нан аспайды деп тұжырымдайды. Сонымен бірге субергіштікті төмендеткіш АЛС (Акрилатный лигносульфонат) реагенті де седиментациялық орнықтылыққа зерттелді (15 кесте)

15 кесте -Цемент ерітіндісінің су бөлуіне АЛС реагентінің әсері

Құрамы	Тік және көлбеу цилиндрлердегі су бөліну мөлшері, мл		
	90 ⁰	60 ⁰	45 ⁰
АЛС(0,05%)	2	4,5	3,8
АЛС(0,1%)	1,5	4	3,2
АЛС(0,2%)	1	2,8	3,0
АЛС(0,25%)	1	1,5	2
АЛС(0,3%)	0,5	1,2	1
АЛС(0,4%)	0	1	0
АЛС(0,5%)	0	0	0

16 кесте - Цемент ерітіндісінің су бөлуіне ПАК полиэлектролитінің әсері

Цементтің ерітіндісінің құрамы	Тік және көлбеу цилиндрлердегі су бөліну мөлшері, мл		
	90°	60°	45°
ПЦТ+ПАК (0,05%)	2,5	5	11,5
ПЦТ+ПАК (0,1%)	0	2	7
ПЦТ+ПАК (0,15%)	0	0	0

Седиментациялық орнықтылық бойынша жүргізілген эксперименттер ПАК полиэлектролит қоспасының 0,1% және 0,15 % концентрацияларында су бөліну тік жағдайда ешқандай сұйықтық бөлмейтіндігін көрсетті (16 кесте).

Сонымен бірге, осы әдістеме бойынша келесі ПЦТ+ReoTeck (0,3%)+ПАК (0,1%) + CaCl₂(3%) құрам бойынша тығындау ерітінділері тексерілді(17 кесте):

17кесте - Тік жағдайда зерттелген тығындау ерітіндісінің седиментациялық орнықтылығына ПЦТ+ReoTeck (0,3%)+ПАК (0,1%) + CaCl₂(3%) құрамдағы тығындау ерітіндісінің әсері.

Тығындау ерітіндісінің құрамы	Тік және көлбеу цилиндрлердегі су бөліну мөлшері, мл
ПЦТ+ReoTeck(0,3%)+ +ПАК (0,1%) + CaCl ₂ (3%)	0

4.2.5 Тығындау ерітіндісінің қатаю жылдамдығына полиэлектролиттік реагенттердің әсері

Тығындау ерітіндісінің маңызды көрсеткішінің бірі, яғни ерітіндімен жұмыс істеу ұзақтылығын, яғни қоюлану уақыты сияптайтын параметр консистометрде анықталады. Мысалы АзНИИ конусымен анықталатын бастапқы жылжымылылық көрсеткіші цементтік ерітіндінің ұңғымаға айдалу мүмкіндігін көрсетеді. Бірақ бұл параметр ұңғыманы цементтеу кезіндегі қауіпсіз жұмыс жүргізу уақытысын көрсете алмайды. Бұл уақытты анықтау үшін консистометр бойынша анықталатын қоюлану уақытын, яғни консистенцияпараметрін білу қажет. Қауіпсіз жұмыс жүргізу мерзіміне ерітінді консистенциясының 30 Вс (Берден) – ге жеткендегі уақытын айтады. Бұл уақыт ұңғыманы цементтеу жұмыстарын кететін уақыттан 25 % -ға артық болуы шарт.

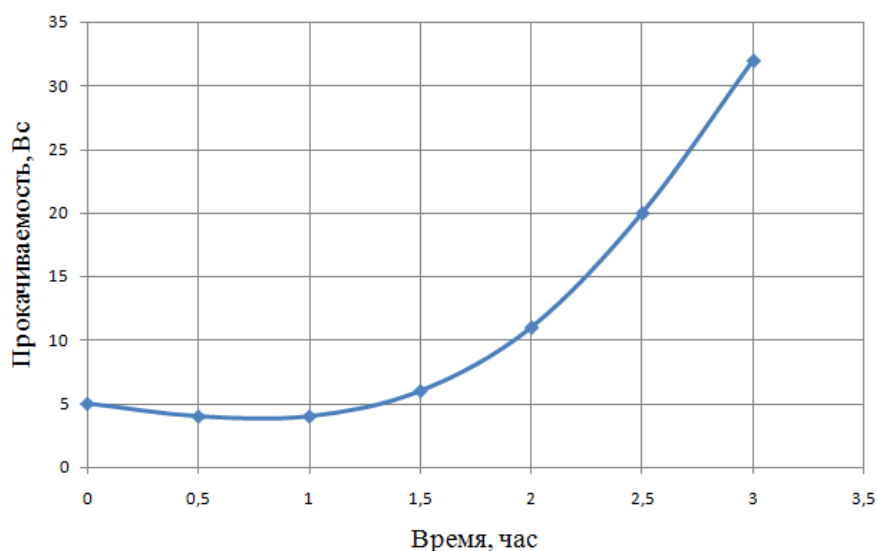
ПАК реагентінің цемент ерітіндісінің қатаю жылдамдығына әсерін бағалау кезінде цемент ерітіндісінің ұстап қалу мерзімдерін ұзаратындығы байқалды (18 кесте). Біздің ойымызша, бұл құбылыс цементтің түйіршіктерінің бетіне реагенттің адсорбциясымен, су мен цементтің өзара байланыса алмауымен

және гидратация үдерісінің баяулауымен байланысты. Осының нәтижесінде, цементті сулы суспензияның алдымен коагуляциялық, кейін кристалданған құрылымының қалыптасуы үшін қажетті қатаю өнімдерінің жинақталуы баяулайды [20].

18 кесте - Тығындау ерітіндісін консистометрде зерттеудің нәтижелері.

Құрамы	Консистенция	Қатаюдың басталу мерзімі
G - цемент + ПАК(0,1%) + ReoTeck (0,3%) + су	6 сағ ішінде не бары 20 Вс	> 6сағ

Цементтің қоюлану уақытын реттеуші ретінде CaCl_2 -нің 3%-дық концентрациясы қолданылғанда цементтік ерітіндінің қатаю мерзімінің бастамасын 6 сағаттан 2 сағ.35 минутқа дейін азайды. Яғни шамамен 2 есеге дейін азайды. CaCl_2 бұл мөлшерін таңдау барысында [20,24] зерттеу жұмыстарында көрсетілген нәтижелер ескерілді.



26-сурет. ПЦТІ-G+ ПАК (0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl_2 (3%) негізіндегі тығындау ерітіндісінің консистенциясы.

19кесте - Тығындау ерітіндісіне CaCl_2 қосып, консистометрде зерттеудің нәтижелері

Тығындау ерітіндісінің құрамы	2R, см	ФК, см ³ 0,7 МПа.	Консистенция, Вс	Қатаюдың басталу мерзімі, сағ
G-цемент + ПАК(0,15%) + ReoTeck (0,4%) + CaCl_2 (3%) + су	24	27	30 Вс 3 сағ ішінде	3 сағ

19-ші кестенің жалғасы				
G - цемент + ПАК(0,1%) + ReoTeck8200 (0,3%) +CaCl ₂ (3%) +су	22	36	32 Вс 3 сағ 10 мин ішінде	2сағ 35 минут

Ерітінді консистенциясын анықтау бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижесі төмендегі графикте келтірілген. МЕСТ 1581-96 талабына сәйкес 90 минуттан кем болмауы қажет.

4.2.6 Полиэлектrolиттік реагенттері бар тығындау ерітінділері үшін арналған пластификаторларды таңдау және оны негіздеу

Тығындау ерітіндісінің бұл параметрлерін ұңғыманы цементтеу үдерісін гидравликалық есептеулер үшін білу қажет. Тығындау ерітінділерінің реологиялық параметрлерінің төмен мәні тығындау ерітіндісін сақиналы кеңістікке турбулентті режимде ығыстыруға мүмкіндік береді. Ал турбуленттік режим диссертацияның бірінші бөлімінде келтірілгендей, сақиналы кеңістіктен сазды ерітіндіні толық ығыстыруға және соның нәтижесінде біркелкі цементтік тасты қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Осы бөлімнің 4.2.2 параграфында келтірілгендей, құрамында полиэлектролит реагенті бар цементтік ерітіндінің қозғалғыштығын зерттеу кезінде ВПК-402 ге қарағанда ПАК полиэлектролитінің бастапқы жылжымалылығын төмендететіндігі анықталды. Сондықтан цементтік ерітіндіге бастапқы жылжымалылық бойынша қозғалғыштық қасиет беру үшін тиімді пластификаторды анықтау қажеттілігі туындады. Полиэлектrolиттік реагенттермен үйлесімді болатын пластификаторларды анықтау бойынша зерттеу жұмыстарының нәтижелері кестеде келтірілген.

Зерттеу нысаны болып, ПЦТ-2-50 және ПЦТ -1 G –СС-1 цементтері, пластификаторлар ретінде СП-1 суперпластификаторы, WellfixP100, поликарбонаттық пластификатор PRD-1002, MELMENT және ФХЛС қолданылды. Барлығы 0,3% -тік концентрацияда алынды [141,152]. Сонымен бірге пластификаторлардың әсері 0,35 тен 0,5 ке дейінгі аралықта өзгертін әртүрлі су-цемент қатынасында зерттелді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері 27-30 кестелерінде келтірілген.

20кесте - Цементтік ерітінділердің пластикалық тұтқырлығына пластификаторлардың әсері

Ерітіндінің құрамы	Дисперсантты қосқан жағдайдағы пластикалық тұтқырлық, Па*с					
	-	0,3% WellFix P100	0,3% PRD100 2	0,3% Melmntnt	0,3% CP-1	0,6% ФХЛС

ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,35)	100,1	14,7	15,1	65,0	23,0	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,45)	26,1	4,0	3,7	21,1	7,5	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,5)	15,8	3,3	2,8	14,2	7,2	7,427
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,35)	Қатып қалды	69,8	71,3	230,32	Қатып қалды	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,45)	60,88	26,4	17,0	48,82	62,8	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,5)	56,38	10,2	9,1	343,0	41,0	Қатып қалды

21кесте - Цементтік ерітінділердің динамикалық ығысу күшіне пластификаторлардың әсері

Ерітіндінің құрамы	Дисперсантты қосқан жағдайдағы динамикалық ығысу күші, Па					
	-	0,3% WellFix P100	0,3% PRD100 2	0,3% Melmntnt	0,3% CP-1	0,6% ФХЛС
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,35)	19,591	0,039	0,031	16,819	1,561	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,45)	4,125	0,012	0,007	3,641	0,209	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,5)	2,81	0,07	0,001	1,3	0,206	0,095
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,35)	Қатып қалды	12,997	4,971	36,425	Қатып қалды	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,45)	15,173	1,148	1,815	19,068	12,7	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,5)	9,92	0,456	0,095	9,083	6,982	Қатып қалды

22 кесте - Цементтік ерітінділердің 10 секундтан кейінгі статикалық ығысу күшіне пластификаторлардың әсері

Ерітіндінің құрамы	Дисперсантты қосқан жағдайдағы 10 секундтан кейінгі статикалық ығысу күші, Па					
	-	0,3% WellFix P100	0,3% PRD100 2	0,3% Melmntnt	0,3% CP-1	0,6% ФХЛС

ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,35)	11	0	0	14	2	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,45)	3	0	0	3	1	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,5)	2	0	0	1	0	0
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,35)	Қатып қалды	7	4	34	Қатып қалды	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,45)	10	1	1	11	6	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,5)	7	1	0	6	0	Қатып қалды

23 кесте - Цементтік ерітінділердің 10 минуттан кейінгі статикалық ығысу күшіне пластификаторлардың әсері

Ерітіндінің құрамы	Дисперсантты қосқан жағдайдағы 10 минуттан кейінгі статикалық ығысу күші, Па,					
	-	0,3% WellFix P100	0,3% PRD100 2	0,3% Melmntnt	0,3% CP-1	0,6% ФХЛС
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,35)	17	74	88	19	4	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,45)	5	44	97	5	2	Қатып қалды
ПЦТ-1-G-CC-1 (В/Ц=0,5)	5	92	132	3	3	3
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,35)	Қатып қалды	15	14	64	Қатып қалды	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,45)	21	4	11	19	16	Қатып қалды
ПЦТ-II-50 (В/Ц=0,5)	14	2	7	9	11	Қатып қалды

Жүргізілген эксперименттердің нәтижелерінде келтірілгендей, пластификаторлардың тиімділігі төмен су-цемент қатынасында жақсы байқалатындығы анықталды. Өйткені олар цементтің бөлшектеріне майлаушы әсер беріп, цементтік суспензиялардың ішкі үйкелісі азаяды. Ал үлкен су-цемент қатынасында пластификаторлардың тиімлігі төмендейді, дегенмен СП-1 [152] пластификаторы 0,35 су-цемент қатынасында 4 есе азайтты. Ал динамикалық ығысу күшін 19 есе және статикалық ығысу күшін одан аз дәрежеде азайтатындығы анықталды [141].

Алайда, құрамында полиэлектролиті бар тығындау ерітінділеріне СП-1 пластификаторын қолданғанда тығындау ерітіндісінің субергіштігіне азайта

алмады (24 кесте). Сондықтан басқа пластификаторды қолдану қажеттілігі туындады.

Жоғарыдағы зерттеулерге қосымша, тағы бір пластификатор яғни ReoTeckDR-8100/8200 зерттелді.

24 кесте - Өртүрлі пластификаторлардың тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығы мен субергіштігіне әсерін зерттеудің нәтижелері (C/Ц=0,5).

Цемент ерітіндісінің құрамы	Бастапқы жылжымалылық, см	Субергіштік, см ³ /30 мин
ПЦТ I-G	25	250
ПЦТ I-G +ПАК (0,1%)+СП-1(0,1%)	18	-
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+СП-1(0,2%)	10	-
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+СП-1(0,3%)	15	-
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+СП-1(0,35%)	20	-
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+СП-1(0,4%)	> 25	126
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+СП-1(0,5%)	> 25	137
ПЦТ I-G + ReoTeck8100 (0,5%)	-	138
ПЦТ I-G + ПАК(0,1%)	18	65
ПЦТ I-G + ПАК(0,1%) + ReoTeck (0,15%)	21	31
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+ReoTeck (0,3%)	23	35
ПЦТ I-G + ПАК(0,15%)	17	40
ПЦТ I-G + ПАК(0,15%) + ReoTeck(0,3%)	18	30
ПЦТ I-G + ПАК(0,15%) + ReoTeck(0,4%)	22	22
ПЦТ I-G + ПАК(0,15%) + ReoTeck(0,5%)	24	15
ПЦТ I-G + ПАК (0,25%)	17	21
ПЦТ I-G + ПАК(0,25%) + ReoTeck(0,4%)	22	11

Зерттеу нәтижесінде алынған мәліметтер ReoTeck пластификаторының ПАК реагентімен өзара жақсы байланысатындығы байқалды. ReoTeck пластификаторы цементтік ерітіндінің тек бастапқы жылжымалылығын ғана арттырмай, сонымен бірге тығындау ерітіндісінің бойында суды ұстап тұру қабілетін жақсартатындығы, яғни субергіштікті төмендететіндігі дәлелденді.

4.2.7 Цемент тасының беріктігіне полиэлектролиттердің әсері

Диссертациялық жұмыстың 3 тарауында келтірілген әдістемеге сәйкес цемент тасының беріктігін анықтау алдында барлық үлгілер 1 тәулік бойы судың үстінде, кейін қалыптан цемент тастары ажыратылып алынған соң, тағы 1 тәулік судың ішінде сақталынды.

Жүргізілген тәжірбиелердің нәтижелері А қосымшада келтірілген. ПАК реагентін ерітіндіге құрғақ түрде қосқан кезде басқа тәсілдерге қарағанда иілуге беріктілігін аздап төмендетіндігі байқалды.

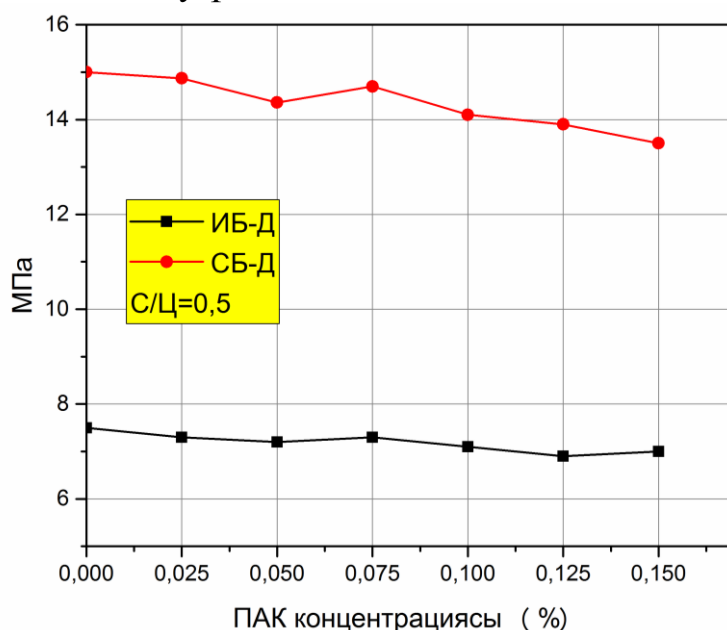
ПАК реагенті мен цементті алдын ала дезинтегратор арқылы өткізу арқылы дайындалатын тәсіл мен ПАК реагентін алдын ала суда еріткен тәсілде ең жақсы нәтижелер алынды. Өйткені екі тәсілде де ПАК концентрациясын 0,15%-ға дейін жоғарылатқан кезде беріктілікке қатысты тұрақты екендігін көрсетті.

ПАК реагентін құрғақ күйде цементке қосқан кезде иілу беріктілігі салыстырмалы түрде төмендеді. Мұның себебі ПАК реагентінің толығымен еріп үлгермейтіндігімен түсіндіріледі.

Жалпы алғанда, ПАК реагенті көрсетілген концентрацияларда цемент тасының беріктілігін МЕСТ-та көрсетілген шамадан (МЕСТ бойынша 2,7 МПа-дан аз болмауы қажет) азайтпайды, керісінше беріктілігін арттырады.

Сонымен бірге, жоғарыда келтірілген эксперименттер бойынша оң нәтижелер алынған соң ПАК реагентінің сығылуға беріктігіне әсерін зерттеу жалғасытырлды. Яғни, цемент тасының сығылуға беріктілігін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді.

Иілу беріктілігін анықтаған соң, екіге бөлінгеннен жарты тастар қалдық түрінде қалады. Сол жарты тастарды ары қарай МАТЕСТЕ160 N машинасында сығылуға беріктілігін анықтау үшін пайдаланылды.



27 сурет - Дезинтеграторлық әдіспен дайындалған нұсқадағы С/Ц=0.5 тығындау ерітіндісінің иілу мен сығылу бойынша беріктікке әсері

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, су-цемент қатынасы жоғарылаған сайын цемент тасының беріктілігі азаяды. Құрамында қоспасы жоқ, таза цементтен дайындалған цемент тасымен салыстырғанда ПАК реагентінің концентрациясы өскен сайын оның беріктігінің 7-8% азайғандығын байқауға болады. Бірақ бұл көрсеткіштер, МЕСТ1581-96 талабы бойынша иілу шегі 2,7 МПа-дан кем болмауы керек, ал сығылу шегі 3,5 МПа-дан кем болмауы керек,

яғни МЕСТ талаптарын қанағаттандырады.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінің негізінде ары қарай ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+ReoTeck (0,3%)+CaCl₂(3%), ПЦТ I-G +ВПК-402(3%) және ешқандай қоспасыз цементтен дайындалған цемент ерітіндісінің беріктілігі зерттелді. Барлық ерітінділердің С/Ц=0,5 –ке тең.

25 кесте - Полиэлектrolит реагенттерінің цемент тасының беріктілігіне әсері

Ерітіндінің құрамы	Бастапқы жылжымалылық, см	Беріктілік шегі, МПа	
		Сығылу кезінде,	Иілу кезінде
ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+ReoTeck (0,3%)+CaCl ₂ (3%)	22	12,7	7,4
ПЦТ I-G +ВПК-402(7%)	20	10,5	4,5

Кестеде көрсетілгендей, полиэлектrolиттік реагенттер тығындау материалдарының физикалық-механикалық қасиеттерін жоғарылатуға мүмкіндік беретіндігі келтірілген. Тығындау материалының беріктілігі де шегендеу тізбектерінің сапасына әсер етеді.

4.3 Құрамында полиэлектrolиттік реагенттері бар тығындау ерітінділерін дайындау технологиясының олардың қасиеттеріне әсері

Полиэлектrolиттік реагенттердің тығындау материалдарының қасиеттеріне әсерін анықтау бойынша зерттеу жұмыстары басталған кезде ВПК-402 реагентінің барлық жоғарыда көрсетілген зерттеулерде жақсы көрсеткіштер бергендігі келтірген еді.

Бірақ ВПК-402 материалының басты кемшіліктеріне, оның сұйық күйде шығарылуы саналатын. Сондықтан цемент ерітіндісін дайындау технологиясы ВПК-402-ні цементті еріту сұйықтығына енгізу жолы қарастырылған. Бұл жердегі мәселе ВПК-402 реагентінің төмен температурада қоюланатындығы саналады.

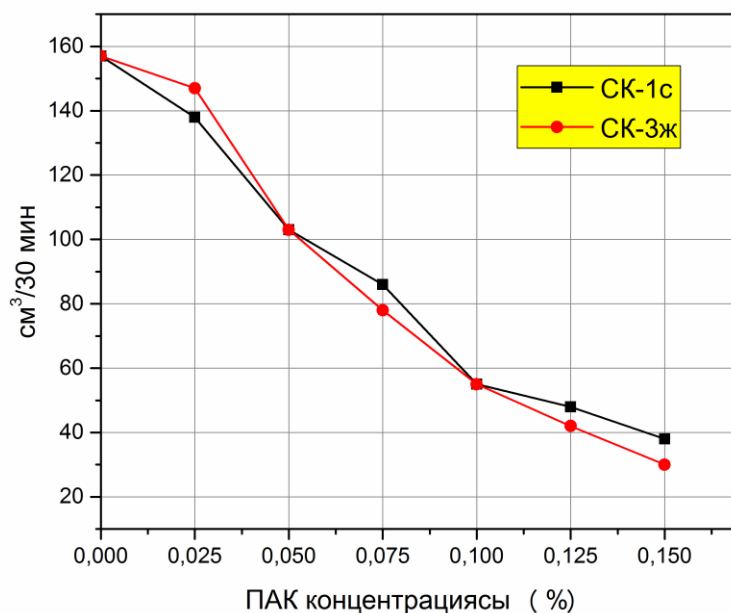
ВПК-402 қарағанда ПАК реагенті ұнтақ түрінде шығаралатындықтан тығындау ерітіндісінің технологиялық қасиеттеріне ерітіндіні дайындау тәсілінің әсерін анықтау қажет болды. Алға қойылған мақсатқа сәйкес ерітіндіні дайындаудың екі тәсілі қарастырылды.

1 тәсіл –ПАК реагентін алдын ала цементті еріту сұйықтығына қосу

2 тәсіл –ПАК реагентін құрғақ күйде цементке қосу

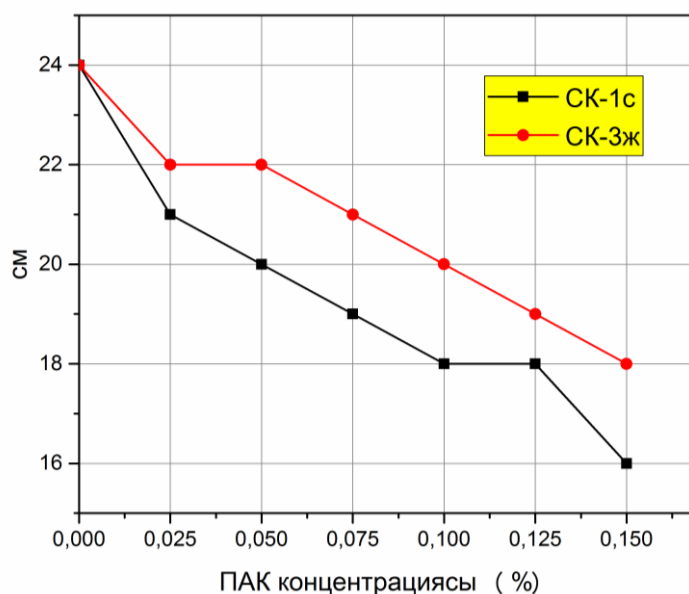
Төменде көрсетілген графиктерге сәйкес ПАК-ты цементке құрғақ күйде қосқанда және ПАК реагентін алдын ала цементті еріту сұйықтығына қосқанда субергіштік пен бастапқы жылжымалылық бойынша шамалас нәтиже береді (28-29 суреттер). Сондықтан ПАК-ты құрғақ күйде қосып тығындау ерітіндісін

алу технологиясы ВПК -402 реагентінің алдында ПАК реагентнің артықшылығы болып саналады.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

28 сурет - Өртүрлі тәсілмен қосылған ПАК концентрациясының филтрация көрсеткішіне әсері.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

29 сурет - Өртүрлі тәсілмен қосылған ПАК концентрациясының жайылымдылыққа әсері.

4.4 Цемент тасының құрылымды-механикалық қасиеттеріне полиэлектролиттік реагенттің әсері

Цемент тасының өткізгіштігін зерттеу үшін «OFITE» модель 90 пермаметрі қолданылды. Эксперимент үшін цемент тасының үш түрлі үлгісі алынды. Үлгілердің ерекшеліктері қоспасыз цементтен жасалған цемент тасының 3 түрлі су-цемент қатынасында дайындалуына негізделген (Қосымша Ә).

26 кесте- Қоспасыз цемент тасының абсолют өткізгіштігі

Өткізгіштік	C/Ц=0,4	C/Ц=0,5	C/Ц=0,6
K,MD	1.09	2.81	3.68

Жүргізілген эксперименттер нәтижесінде цемент тасының өткізгіштігі су-цемент қатынасына тәуелді екендігі анықталды. Яғни су-цемент қатынасы өскен сайын цемент тасының өткізгіштігі де өседі.

Ары қарай зерттеу жұмыстары құрамы ПЦТ I-G +ПАК(0,1%)+ReoTesk (0,3%)+CaCl₂(3%), В/Ц=0,5 болып келетін цементтік ерітіндімен жүргізілді.

27 кесте- Құрамында ПАК реагенті бар цемент тасының абсолют өткізгіштігі

SCALE	Q (ML/MIN)	2000QPoLu	(Pi ² -Po ²)/A	Pi (PSIG)	Pi (atm)	K (MD)
10,00	2,94	4,20	19,95	18,50	2,26	0,21
20,00	4,06	5,79	31,51	25,50	2,73	0,18
30,00	5,11	7,29	50,74	35,00	3,38	0,14
40,00	6,41	9,15	70,07	43,00	3,93	0,13
50,00	7,98	11,39	92,30	51,00	4,47	0,12
60,00	9,65	13,77	114,10	58,00	4,95	0,12
70,00	10,94	15,61	141,73	66,00	5,49	0,11
80,00	12,85	18,34	164,33	72,00	5,90	0,11
90,00	15,30	21,84	184,41	77,00	6,24	0,12
100,00	17,31	24,71	216,64	84,50	6,75	0,11
110,00	19,17	27,36	251,40	92,00	7,26	0,11
120,00	21,87	31,21	278,50	97,50	7,63	0,11
130,00	25,08	35,80	320,35	105,50	8,18	0,11
140,00	27,77	39,64	356,47	112,00	8,62	0,11
150,00	30,97	44,20	406,58	120,50	9,20	0,11
						K=0,11

Жоғарыда көрсетілген зерттеу негізінде алынған мәліметтер ПАК реагентінің цемент тасының өткізгіштігін 0,11мДге дейін төмендететіндігі анықталды.

4.5 Цемент тасының адгезиялық қасиеттеріне полиэлектrolиттік регенттердің әсері

Жалпы эксперименттер, 3 бөлімде келтірілген әдістемеге сәйкес шегендеу тізбегі мен цемент тасының ілінісуін бағалау нәтижелері 28 кестеде келтірілген. Ерітіндінің тығыздығы 1850 кг/м^3 .

28кесте - Полиэлектrolиттің цемент тасы мен шегендеу құбырының арасындағы адгезиясына әсері

№	Құрамы	Адгезиямәні
11	G-цемент + ПАК(0,15%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl_2 (3%) + су	15,8 МПа
22	G - цемент + ПАК(0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl_2 (3%) + су	17.0 МПа
33	G-цемент + ПАК(0,05%) + ReoTeck (0,4%) + CaCl_2 (3%) + су	14,5 МПа
4	G-цемент + су	10,7 МПа

Кестеде көрсетілгендей, ПАК реагентінің кез келген концентрациясында 0.05%, 0.1%, 0.15% цемент тасының адгезиясы артатындығы анықталды.

4.6 Полиэлектrolиттік реагенті бар, тығындау ерітінділерінің басқа сұйықтықтармен үйлесімділігін бағалау

Ұңғыманы цементтеу кезінде тығындау ерітінділері мен жуу сұйықтарын бөлу үшін әрқашан буферлік сұйықтар қолданылады. Бұл сұйықтықтардың кейбір сипатамалары бірінші бөлімде келтірілген.

Жалпы алғанда тығындау ерітіндісі мен буферлік сұйықтық арасындағы байланысу аймағында тұтқырлығы жоғары қиын ығыстырылатын қоспалардың түзілмеуі цементтеу процесі үшін маңызды болып келеді.

Осы мақсатқа байланысты құрамында полиэлектrolиттік реагенттері бар ерітінділердің және таза цементтік ерітінділердің буферлік сұйықтар мен байланысқан кездегі цемент ерітіндісінің қозғалғыштығын анықтау үшін арнайы зерттеулер жүргізілді. Зерттеулер жүргізу барысында буферлік сұйықтықтардың бірнеше түрі қолданылды.

Эксперименттерді жүргізу барысында 25, 50, 75 % буферлік сұйықтығы бар тығындау ерітінділерінің қозғалғыштығы бағаланды.

Тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығының өзгеруі жайылымдылық параметрі бойынша бағаланды.

29 кесте - Буферлік ерітінділердің тығындау ерітіндісінің қозғалғыштығына әсері

Ерітіндінің құрамы	Буферлік ерітінділер	Буферлік сұйықтықпен аралсақан кездегі тығындау ерітіндісінің шартты реологиясы, см			
		0	25	50	75
ПЦТ I-G+ вода В/Ц=0,5	Су	24	>25	>25	>25
	Сульфано́л	24	>25	>25	>25
	WBspacerA	24	>25	>25	>25
	Сульфано́л+ФХЛС,1:1	24	>25	>25	>25
ПЦТ I-G + ВПК – 402(7%), В/Ц=0,5	Вода	20	>25	>25	>25
	Сульфано́л	21	23	24	>25
	WBspacerA	20	21	23	>25
	Сульфано́л+ФХЛС,1:1	20	22	24	>25
ПЦТ I-G + ПАК (0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl ₂ (3%) В/Ц=0,5	Вода	22	>25	>25	>25
	Сульфано́л	22	24	>25	>25
	WBspacerA	22	23	>25	>25
	Сульфано́л+ФХЛС,1:1	22	24	>25	>25

Тығындау ерітінділері мен буферлік сұйықтықтардың қоспаларының бастапқы жылжымалылығын анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер буферлік ерітіндінің концентрациясы өскен сайын жайылымдылық параметрлерінің мәндері солғұрлым өсетіндігі анықталды. Яғни, тығындау ерітіндісін ығыстыру үшін қолайлы жағдай туындайды. Кестеде құрамында ВПК-402 және ПАК полиэлектролиттері бар ерітінділердің қолданылатын буферлік сұйықтармен үйлесімде екендігі көрсетілген.

4.7 Цементтің қатуын күту периодында газдың тығындау ерітіндісіне енуіне полиэлектролиттік реагенттердің әсері

Ұңғымаға газдың ену мүмкіндігіне тығындау ерітіндісінің қарсы тұруын зерттеу арнайы эксперимент жасауды қажет етті.

Зерттеу жұмыстары екі кезеңге бөлініп жүргізілді:

1 кезең. Тығындау ерітіндісі арқылы жасалатын гидростатикалық қысымның өзгеруін бағалау.

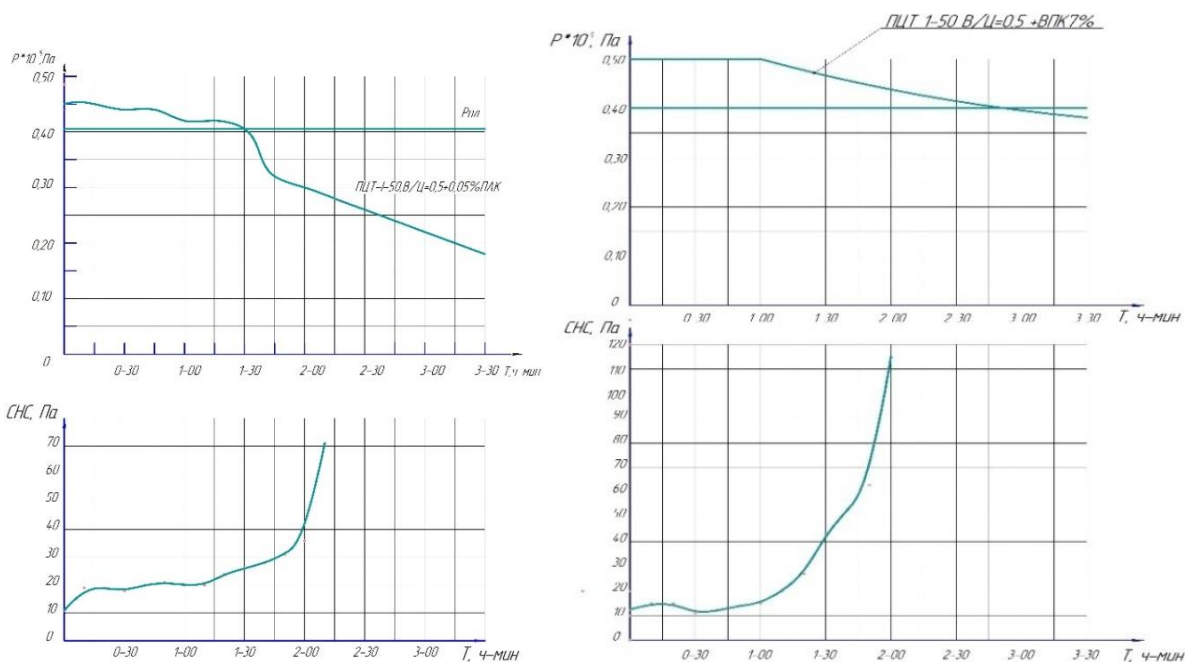
2 кезең. Газдың ұңғымаға енуіне тығындау ерітіндісінің орнықтылығын бағалау.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері мақалада [98] жарияланған. Салыстырмалы бағалау жұмыстарын жүргізу үшін су-цемент қатынасы 0,5 болатын, ПЦТ-I-50 цементінен жасалған қоспасыз цементтік ерітінді.

Цементтің қатаюын күту мерзімінде беріктіліктің өсуі ұңғымадағы гидростатикалық қысымның құлдырауының себебі болып саналатындығы және бұл жағдай өз кезегінде ұңғымаға газдың енуіне алып келетіндігі анықталды.

Ұңғымаға газдың енуін болдырмау үшін полиэлектролиттерді қосу арқылы цементтік ерітіндінің реологиялық қасиеттерін жақсарту ұсынылды. Эксперименттер қоспасы жоқ таза цементпен және газдың енуін шектегіштер

болып жұмыс істейтін полиэлектrolиттерді қосу арқылы тығындау ерітінділері дайындалды. Полиэлектrolиттер ретінде ВПК-402 және ПАК қолданылды. Бірінші кезеңдегі нәтижелер 30 суретте келтірілген. Суретте келтірілген графикке сәйкес, полиэлектrolит қоспалары бар цементтік ерітінділердің қатаюы қоспасыз цементтен дайындалған ерітіндіге қарағанда қарқындылығы аз екендігін байқауға болады. Бірақ ары қарай цементтік ерітінді сұйық күйден қатты күйге жылдам өтетіндігі де көрсетілген. Сонымен бірге құрамында полиэлектrolиттері бар ерітінділердің гидростатикалық қысымдары баяу төмендейді және сағаға газ шықпайды.



а - ПЦТ-I-50, В/Ц= 0,5, ПАК 0,05%

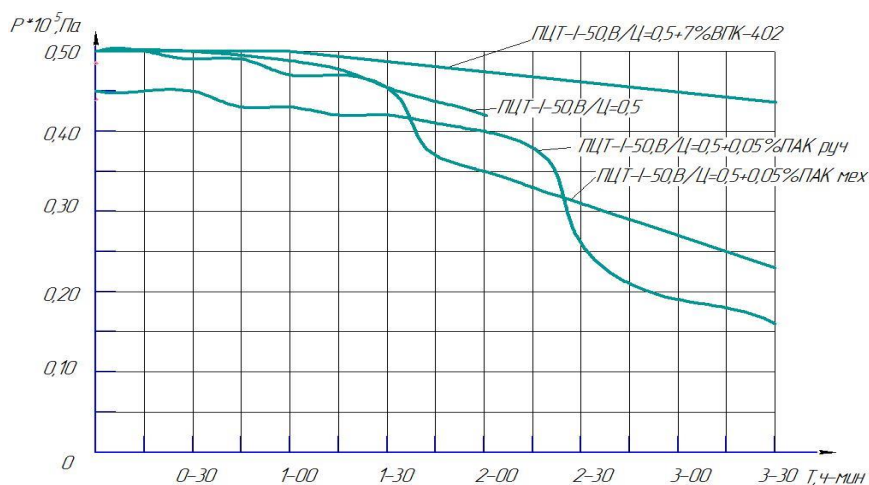
б- ПЦТ-I-50, В/Ц= 0,5, 7%ВПК

30 сурет - ПЦТ-I-50, В/Ц= 0,5 цементтік ерітіндісінің гидростатикалық қысымының төмендеуі мен қатаюының даму динамикасы.

Жалпы жүргізілген зерттеулер бойынша ВПК-402 реагенті ең үлкен тиімділікті көрсетті. Бірақ бұл реагенттік үлкен концентрацияда қолданылуы (7 %) және оны алдын ала суда еріту қажеттілігі оның тиімділігін төмендетеді. Сондықтан өте аз концентрацияда қолдануға мүмкіндік беретін, және құрғақ күйде шығарылатын ПАК реагентін ұңғымаға газдың енуіне тығындау ерітіндісінің қарсы тұру қасиетін тексеру мақсатында зерттеу ұсынылды.

Цементтік ерітінді мен цемент тасының қасиеттері мен параметрлері оларды дайындау тәсілі мен сапасына тәуелді болады. Құрамында қосымшасы бар тығындау ерітіндісі екі түрлі тәсілмен дайындалды: араластырғыштың төмен айналу жиілігінде, яғни қолмен дайындауға сәйкес келеді ($n=40-60$ об/мин), екіншісі айнарудың жоғары жиілігінде яғни цемент ерітіндісін механикалық тәсілмен ($n=400-500$ об/мин) дайындауға сәйкес келеді.

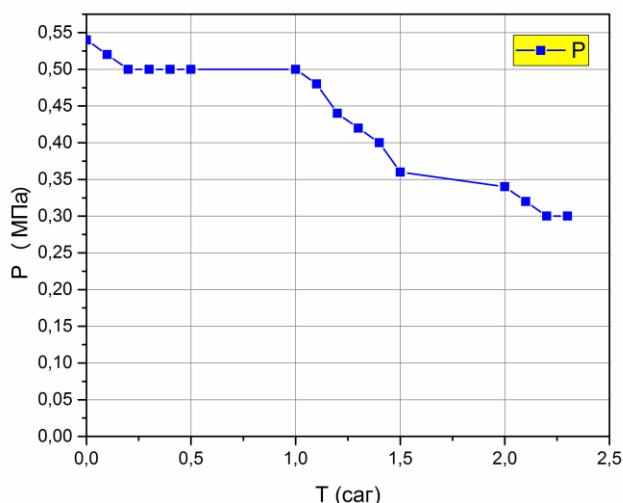
ВПК-402 қосымшасы, ПАК реагенті және ешқандай қосымшасы жоқ цементтен жасалған ерітінділермен жүргізілген зерттеулердің нәтижелері 31 суретте келтірілген.



31сурет -Кейбір цементтік ерітінділердің гидростатикалық қысымның құлауы.

Құрамында ПАК реагенті бар цементтік ерітінділердің құрамында ВПК-402 реагенті бар цементтік ерітінділерге қарағанда гидростатикалық қысымын жылдамырақ жоғалтатындығын, бірақ құрамында қосымшасы жоқ цементтік ерітінділерге қарағанда баяу жүретіндігін суреттен көруге болады.

Кейін ПАК реагентінің газды шектеуіш ретінде тиімділігін бағалу бойынша эксперименттер жүргізілді. Ол үшін 0,5 ке тең су-цемент қатынасындағы 0,1% концентрациядағы ПАК реагенті қосылған тығындау ерітіндісі қолданылды.



32сурет -ПАК реагентінің 0,1%-дық концентрация кезіндегі гидростатикалық қысымның құлауы.

Сонымен бірге бұл ерітінді субергіштік пен жайылымдылыққа тексерілді, субергіштік бойынша нәтижесі 40 см³ және ерітіндінің жайылымдылығы 23 см

болды. Гидростаикалық қысымның өзгеруіне ПАК реагентінің әсерін зерттеу бойынша эксперименттердің мәні ПАК реагентінің салыстырмалы түрде жақсы нәтиже көрсететіндігін білдіреді. Мысалы, 1,5 сағатта гидростатикалық қысым 0,36, ал 2,5 сағатта 0,3-ке төмендейді. Бірақ газдың сағаға шығуы мен газдық белдемшелердің түзілуі болмады. Сондықтан ПАК реагентінің газды шектеуіштер ретінде қолданылу мүмкіндігінің бар екенін және осы бағыттағы зерттеу жұмыстарының жалғастыру қажеттілігін көрсетеді.

4.8 Құрамында полиэлектролиттері бар тығындау материалының ұлғаюын зерттеу

Үшінші бөлімде сипатталған әдістемеге сәйкес және диссертацияның екінші бөлімінде негізделген материалдардың қолданылуы арқылы цементтасының ұлғаю үдерісін зерттеу жүргізілді.

30кесте - Ұлғаю коэффициентін анықтау нәтижелері

Тығындау материалының құрамы	С/Ц	Ұлғаю коэффициенті (%)
ПЦТ+ДР 50	0,5	2,34
ПЦТ+АЛС(0,5%)+ ДР-50 (7%)	0,5	0
ПЦТ+ВПК(5%)+ ДР-50 (7%)	0,5	2,5
ПЦТ+ReoTeck (0,3%)+ПАК (0,1%) + CaCl ₂ (3%)+ДР-50(7%)	0,5	2,7

31кесте - Цемент тасымен шегендеу тізбегі арасындағы ілінісуге қоспалардың әсері

Ұлғаю қосымшасы қосылмаған ерітінді		
Тығындау ерітіндісі	С/Ц	Ілінісу, МПа
ПЦТ	0,5	10,7
ПЦТ + АЛС(0,5%)	0,5	1,197
31 кестенің жалғасы		
ПЦТ + ВПК – 402(7%)	0,5	14,5
ПЦТ+ReoTeck (0,3%)+ПАК (0,1%) + CaCl ₂ (3%)	0,5	17,0
Ұлғаю қосымшасы қосылған ерітінді		
Тығындау ерітіндісі	С/Ц	Ілінісу, МПа
ПЦТ + АЛС(0,5%) + ДР-50 (7%)	0,5	1,27
ПЦТ+ ВПК-402(7%) + ДР-50 (7%)	0,5	10,7
ПЦТ+ ПАК (0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl ₂ (3%)+ДР-50(7%)	0,5	18,7

Сонымен бірге, А.Бекбаевпен бірге жеңілдетілген тығындау ерітіндісінің ұлғаю үдерісі зерттелді. Алынған нәтижелер мен ерітінді құрамы кестеде келтірілген.

Эксперимент жүргізу барысында 6 түрлі құрамдағы тығындау ерітінділері дайындалды. Тығындау ерітінділерінің құрамдары мен сызықтық ұлғаю коэффициенттері төменде келтірілген.

1 құрам – ПЦ+ 15% микросфералар +10% РД+0,15% Vinnapas +0,2 Agitan.

2 құрам – ПЦ+ 15% микросфералар +10% РД+0,15% Vinnapas +0,2 Agitan + 0,25% ГРД.

3 құрам – ПЦ+ 15% микросфералар +10% РД+0,15% Vinnapas +0,2 Agitan +0,75% ГРД.

4 құрам – ПЦ+ 15% микросфералар +10% РД+0,15% Vinnapas +0,2 Agitan +0,25% ВСМ.

5 құрам – ПЦ+ 15% микросфералар +10% РД+0,15% Vinnapas +0,2 Agitan +0,25% ВСМ.

32кесте - Жеңілдетілген ерітінділердің сызықтық кеңею шамасы

№	КЛР, %, цементтің қату уақыты бойынша				Субөліну мл/250мл	Тығыздық кг/м ³
	6 сағ	18 сағ	24сағ	48сағ		
1	0,026	0,191	0,208	0,239	12	1400
2	0,031	0,319	0,347	0,366	11	1400
3	0,021	0,172	0,22	0,253	7	1390
4	0,028	0,21	0,245	0,278	10	1390
5	0,021	0,252	0,333	0,356	10	1400

Ұлғаюшы жеңілдетілген цементтерді қолдану күрделі геологиялық жағдайларда ұңғымаларды цементтеудің сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ұлғаюшы қоспалары бар тығындау материалдарының ең үлкен ұлғаю қарқындылығы 4 сағаттан 16 сағат арасында болады.

4.9 ПАК полиэлектролитінің жоғары температурада қолданылу мүмкіндігін зерттеу

Жоғарыда сипатталған жұмыстардың барлығы 25-28⁰С температурада және атмосфералық қысымда жүргізілді. Ұңғымалардың орташа тереңдігі 2000-3500 м аралығында ұңғыма түбіндегі температура жоғары болыды. Сондықтан біз 85⁰С температурада ПАК реагентінің тығындау ерітіндісінің консистенциясына әсерін анықтау мақсатында эксперименттер жүргіздік.

Тығындау ерітінділерінің консистенциясын бағалау нәтижелері төмендегі кестеде келтірілген.

33 кесте - ПАК пен ReoTeck-тің әртүрлі маркаларының цемент ерітіндісінің консистенциясына әсері.

Ерітіндінің құрамы	Консистенция, Вс температурада, °С	
	25	85
ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck8100 (0,3%) + CaCl ₂ (3%)	30 Вс 3 сағ	30 Вс 20 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck8200 (0,3%) + CaCl ₂ (3%)	30 Вс 3 сағ	30 Вс 20 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck8500 (0,3%) + CaCl ₂ (3%)	30 Вс 3,5 сағ	30 Вс 30 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck8500S (0,3%) + CaCl ₂ (3%)	30 Вс 3,5 сағ	30 Вс 40 мин

ReoTeck пластификаторының әртүрлі маркаларының цемент ерітіндісінің консистенциясына әсері талдануы жоғары температурада ReoTeck8500S реагентінің тиімділігі жоғары екендігі анықталды.

34кесте - Wellfix реагентінің цемент ерітіндісінің консистенциясына әсері

Ерітіндінің құрамы	Консистенция, Вс при 85°С
ПЦТ + ПАК (0,1%) + CaCl ₂ 3% + Reateck 0,3%(8500S)+ WellFix(P100)0,2%	30Вс 60 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + CaCl ₂ 3% + Reateck 0,3%(8500)WellFix(P100)0,2%	30Вс 50 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + CaCl ₂ 3% + WellFix(P100)0,2% безReateck	30Вс 50 мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + CaCl ₂ 3% + Reateck 0,3%(8500S)+ WellFix(P100)0,3%	30Вс 1сағ 45мин
ПЦТ + ПАК (0,1%) + CaCl ₂ 3% + Reateck 0,3%(8500S)+ WellFix(P100)0,4%	30Вс 2сағ10мин

Демек, ПАК реагенті жоғары температурада екі пластификатордың қолданылуын талап етеді.

4.10 Субергіштігі төмен тығындау ерітіндісінің рецептурасын жасау

Жоғарыда 4.1-4.9 параграфтарында зерттеулердің келтірілген нәтижелері негізінде мына рецептураларды ұсынуға болады:

35 кесте - Ұсынылатын рецептуралар

Ұсынылатын рецептуралар	Араластыру әдісі
ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl ₂ (3%)	ПАК пен цементті дезинтегратордан өткізіп, сумен араластыру
ПЦТ + ПАК (0,15%) + ReoTeck(0,3%) + CaCl ₂ (3%)	Құрғақ күйде цементке қосу

ПАК реагентінің субергіштікке, бастапқы жылжымалылыққа, су бөлуге және цемент тасының беріктігіне әсері зерттелген соң ПАК 0,15% концентрациядағы дезинтегратор арқылы өткізілген нұсқасы салыстырмалы түрде ең жоғары көрсеткіштер берді. Бірақ бұл концентрация бастапқы жылжымалылықты МЕСТ 1581-96 талабын орындамағандықтан (ПАК 0,15% болғанда БЖ-17 см) оған 4.2.6 параграфында келтірілгендей ReoTeck (0,3%) қосқанда екі түрлі тиімділік берді: бастапқы жылжымалылық 22 см-ді құрады және ПАК концентрациясын 0,1%-ке азайтуға мүмкіндік берді. Қатаю мерзімін қысқарту үшін CaCl_2 (3%) қосылып эксперименттер көлемі ықшамдалды. Яғни ПЦТ + ПАК (0,1%) + ReoTeck (0,3%) + CaCl_2 (3%) (Д) рецептурасы таңдап алынды (Қосымша Б).

Келесі зерттеулерде осы рецептура адгезияға, ұлғайтушы қосымшалармен, буферлік ерітінділермен сәйкестікке және газөткізгіштікке зерттелді.

36 кесте - Ұсынылатын рецептуралар

Тығындау ерітіндісі мен цемент тасының параметрлері		Тығындау ерітіндісінің құрамы (В/Ц=0,5)		
		ПЦТ+ReoTeck (0,3%)+ +ПАК (0,1%) + CaCl_2 (3%)+ су	ПЦТ+ +ВПК 402 (7%)	ПЦТ+су
Шартты реология см		22	22	24
Субергіштік, см ³ Р=0.7 МПа		36	50	250
Беріктік	сығылуға, МПа	12,7	10,5	14,1
	иілуге, МПа	7,4	4,5	3,7
Су бөліну, мл		0	5-7	2
Цемент тасының өткізгіштігі, мД		0,11	0,41	1,55
Қатаю мерзімінің басталуы, сағ – мин		2 сағ – 45 мин	3 сағ	5 – 7 сағ
Консистенция, Вс		30 Вс- 3 сағ	30 Вс – 3 сағ	30 Вс – 5-8 сағ
Адгезия, Мпа		17,0	14,5	10,7
Газдың енуіне қарсы тұруы		Өткізбейді, су белдемшесі түзілмейді	Өткізбейді су белдемшесі түзілмейді	Өткізеді

Жоғарыда келтірілген рецептура зауытта дайындалуды қажет етеді, яғни дезинтеграторлық бөлігі бар зауыттарда алдын ала ПАК пен цементті

араластырып, өткізеді. Сонымен бірге, жоғарыда келтірілгендей ПАК құрғақ күйде қосылған, бірақ ПАК концентрациясы 0,15 %, болатын нұсқасыда субергіштікті қажетті деңгейде төмендеткендіктен, қосымша зерттеу жұмыстары жүргізілген болатын. Мұның себебі ПАК реагентін құрғақ күйде қосу өндірісте тығындау ерітіндісін дайындау технологиясы күрделендірмейді. Төменде 37 кестеде ПАК реагентінің, ReoTeck-тің және кальций хлорының әртүрлі концентрациясының тығындау ерітіндісі мен тасының қасиеттеріне әсері көрсетілген. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес № 3 құрамы ерітіндісінің ұсынылатын екінші рецептурасы ретінде ПЦТ + ПАК (0,15%) + ReoTeck(0,3%) + CaCl_2 (3%) қабылданды. Тығындау ерітіндісін келесідей жолмен дайындайды: портландцемент, кальций хлориді және ПАК (Praestol) құрғақ күйде 3-5 мин арнайы араластырғышта алдын ала араластырып дайындап алады. Содан соң алынған қоспаны құрамында Reo Teck 8100 пластификаторы бар сұйықтығымен араластырып, ерітеді[154].

4.11 Төртінші бөлім бойынша тұжырым

1. ПАК реагентінің субергіштіктің қажетті мөлшері қамтамасыз етілетін тиімді концентрациясы болып цементтің құрғақ саламғынан есептегендегі 0,15 % саналды. Бірақ бұл концентрация цементтік ерітіндінің бастапқы жылжымалылығын төмендетіп, реологиясын жоғарылатады.

2. Құрамында ПАК реагенті бар тығындау ерітіндісін реологиялық қасиеттерін реттеу үшін ReoTeck поликарбоксилаттық түрдегі пластификаторды қолдану ұсынылды.

3. ReoTeck ПАК реагентімен өзара жақсы әсерлеседі, яғни тығындау ерітіндісінің тек қана жылжымалылығын ғана жоғарылатпайды, сонымен бірге ерітіндінің суды бойында ұстап тұру қасиетін жоғарылатады. Сондықтан ПАК концентрациясын 0,1-ке дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

4. Цементтік ерітіндіге ReoTeck пластификаторын қосу ерітіндінің консистенциясын 6 сағаттан артық уақытқа созады.

5. Газдық қабатқа қатысты гидростатикалық қысымның өзгеру құрамында қосымшасы жоқ ерітінділерде қарқынды түрде жүреді және құрамындағы судың бастапқы мөлшеріне тәуелді.

6. Цементтің қатуын күту кезінде ұңғымаға газдың ену механизмін әртүрлі тығындау ерітінділерін қолдану арқылы эксперимент негізіндегі зерттеу құрамында қосымшасы жоқ цементтік ерітінділердің газдың ұңғымаға енуін, ұңғыма бойымен көшуін тоқтата алмайды.

7. Құрылым түзілу кинетикасы мен қабатқа әсер ететін гидростатикалық қысымның құлауы арасындағы өзара байланыс көрсетілген. Бұл газды шектеуіш қосымшаларды бағалаудың әдістемесін жасауға мүмкіндік береді.

8. Катиондық полиэлектролиттердің газды шектеуіш ретінде қолданылуы газдың ұңғымаға енуіне шектеу бола алатындығы көрсетілген.

37 кесте – Тығындау ерітіндісі мен тасының қасиеттері. (Қату температурасы 20 °С, қысымы - 0,1 МПа)

№	Құрамы, %				Ерітіндінің қасиеттері						Беріктік шегі, МПа 2 тәуік.	
	ПЦ, %	ПАК (Praestol),	Reo Teck 8100,	CaCl ₂ ,	С/Ц	БЖ, мм	Ерітінді тығыздығы, кг/м ³	СК, мл/30 мин	Консист енция до 30Вс, час-мин	Қатаю мерзімі, час-мин	иілу	сығылу
1	100	0,05	0,1	4,5	0,5	260	1850	70	4-00	3-50	7,4	16,1
2	100	0,10	0,2	1,5	0,5	250	1830	55	4-30	4-15	5,5	13,2
3	100	0,15	0,3	3,0	0,5	220	1820	36	3-00	2-45	7,0	15,3
4	100	0,20	0,4	3,0	0,5	260	1850	32	3-45	3-45	6,3	13,9
5	100	0,25	0,5	4,5	0,5	230	1830	40	4-00	3-45	5,3	14,0
6	100	0,05	0,5	4,5	0,45	250	1890	56	2-45	2-30	8,0	17,8
7	100	0,10	0,3	3,0	0,45	220	1880	50	3-00	2-45	8,2	17,9
8	100	0,15	0,4	1,5	0,45	210	1870	60	3-15	3-00	7,7	16,0
9	100	0,20	0,2	1,5	0,45	200	1850	54	3-30	3-15	7,8	16,5
10	100	0,25	0,1	4,5	0,45	200	1900	30	2-45	2-45	8,6	18,0
11	100	-	-	-	0,5	230	1850	217	5-15	4-45	3,7	14,1

5 ЖҰМЫСТЫҢ АПРОБАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ӨНДІРІСТЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУҒА ДАЙЫНДАУ

Диссертациялық жұмыстардың нәтижелері 2018 жыдың 19.05. – 01.06. аралығында № BRO5236302 жобасына сәйкес № 382 бұйрығы бойынша Атырау қаласына АО «Ембімұнайгаз» мекемесіне іс-сапар барысында Оңтүстік Шығыс Новобогат және Оңтүстік Батыс Камышитовое кенорындарында қолданылып, зерттеу жұмыстыры жалғасын тапты.

5.1 Оңтүстік Батыс Камышитовое кенорнының геологиялық құрылым ерекшеліктері

Оңтүстік Батыс Камышитовое мұнай кенорны Атырау облысы Исатай ауданында орналасқан. Сумен қамтамасыз ету жүйесі (техникалық су және ауыз суы) бұрғайлау орнынан 40 км-де орналасқан Аққыстау мекенінен автоцистерналар арқылы жүзеге асырылады. Электр энергиясымен қамтамасыз ету автономды түрде бұрғылау маңында орналасқан дизельдік генераторлар арқылы өндіріледі. Химиялық реагенттер мен материалдар, тығындау цементтері және жанар майлар Атырау қаласынан жеткізіледі. Геологиялық кимасы негізінен құм пен саздан тұрады



35 сурет - Оңтүстік Батыс Камышитовое кенорнының шолу картасы.

38 кесте - Ұңғыманың құрылысы туралы негізгі мәліметтер

Бағыттауыш шеген тізбегі	Ø323,9мм x 0-30м
Кондуктор	Ø244,5мм x 0-200м
Эксплуатационная колонна	Ø168,3мм x 0-560м

39 кесте - Ұңғыманың стратиграфикалық қимасы

Орналасу тереңдігі, м		Стратиграфиялық бөлім		Қабаттардың табаны бойынша орналасу элементтері		Интервалдағы каверн-ділік
-ден (жоғ)	-ге (төм)	Аталуы	индекс	бұр, град	азимут, град	
0	110	Неоген + төрттік кезең	N+Q	0-1	315	1.15
110	200	Жоғарғы бор	K ₂	2-3	315	1.15
200	262	Төменгі бор, альб	K ₁ al ₁	2-3	315	1.15
262	312	Төменгі бор, альб	K ₁ al ₂₊₃	2-3	315	1.15
312	497	Төменгі бор, альб+неоком	K ₁ a+ne	3-4	315	1.15
497	505	Төменгі бор, неоком	K ₁ ne	3-4	315	1.15
505	560	Ортаншы юра	J ₂	4-5	315	1.15

5.2 Шегендеу тізбегін цементтеу бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізу

Бұл кондукторды цементтеу барысында 0-250 метр аралығында бұрғылау ерітіндісінің сіңірілу қауіпі болды. Сондықтан бұрғылау барысында ұңғыма түбіндегі қысымды қабат қысымынан 8% артық шартын ұстанды. Сондықтан кондукторды цементтеу барысында жоба бойынша ПЦТ-III-Об-5-50 цементі, ВХФ-200L фильтрацияны төмендеткішін (Қытай) және көбік басқыш Wo-De foam реагентін қолдану жоспарланған. Бірақ жобада аталған химиялық реагенттердің орнына басқа фирманың және басқа реагенттерді қолдануға болатындығы ескерілген.

Ұңғыманы цементтеудің рецептурасын таңдау кезінде мынадай талаптар болды:

- Қабатты цементтеу кезінде тығындау ерітіндісінің жұтылуын болдырмау үшін 1,55 кг/м³ тығыздықтағы тығындау ерітіндісі қажет болды.

- Цемент тасында арналардың түзілуін болдырмау үшін, және сіңірілу аймақтарында тығындау ерітіндісінің сусыздануын, кейін циркуляцияның жоғалуын болдырмау үшін субергіштікті төмендету

- Цемент тасы мен шеген тізбегінің байланысы мен беріктілігін қамтамасыз ету

Аталған шарттарға сәйкес арнайы зерттеу жұмыстары жүргізіліп, ПАК реагентінің технологиялық қасиеттерге әсері, Креп-1 реагентімен өзара сәйкестігі зерттелді. Төмендегі кестелерде тығындау ерітіндісі мен цемент тасының негізгі физикалық-механикалық қасиеттері анықталған.

40кесте - Цементелетін шегендеу тізбегі бойынша мәліметтер

Кондуктор	244,5 мм
Түсірілу тереңдігі	200 м
Ұңғы түбі температурасы	26,5 С
Тығындау материалы:	ПЦТ-I-50
Ерітінді сұйығы –су тығыздығы	1,00 г/см3

41 кесте - Тығындау ерітіндісінің сынақ нәтижелері

Сынақ өту мерзімі	25 мамыр 2018
Құрамы	ПЦТ-I-50 (100%)
Реагенттер:	
-ПАК	0,15 % -
- Реотек	0.3 %
- КРЕПЬ-1	1,65 20 кг/м ³
Су-цемент қатынасы	0,8
Шартты реология	235 мм
Тығыздығы	1,55 г/см3
Қатаю мерзімі – (басталуы)	4 сағ 45 мин.
Цемент тасының мех беріктігі (24 сағ)	
Иіліуге	3,48 МПа
Сығылуға	13,6 МПа
Консистенция 26 °С	2 сағ 48 минут

39кесте - Шеген құбырларын ұңғымаға түсіру

Ұңғыманы түсірудің басталуы мен аяқталу уақыты	12:00-14:00ч
Башмак	200,17м
ЦКОД	187,92м
Центраторлар	190, 175, 150, 120, 75, 20м - 6шт.
Турбулизаторлар	160, 155, 140, 125 - 4шт.
Шегендеу тізбегін түсірген соң ұңғыманы жуу	14:00-15:30ч
ГТН бойынша бұрғылау ерітіндісінің параметрлері	Меншікті салмағы = 1,10-1,15г/см ³ . Шартты тұтқырлық= 45-50 сек. Субергіштігі = 6-7см ³ /30мин. рН=8-9 Сазды қабық = <1 мм. СНС 1/10мин = 6-7/12-15 фунт/100фут ² . Құмның мөлшері=<1%. Пластикалық тұтқырлық =12-16сПз. ДНС=12-16 фунт/100фут ² .
Цементтеу алдында ұңғыманы жууға арналған бұрғылау ерітіндісінің параметрі	Меншікті салмағы=1,16г/см ³ . Шартты тұтқырлық=40сек. Субергіштігі=4,2см ³ /30мин. рН=8,5. Сазды қабық мөлшері=0,5мм. СНС = 2/3 фунт/ 100фут ² . Құмның мөлшері=0,8%. Пластикалық тұтқырлық=15сПз. ДНС=6фунт/100фут ²
Ұңғымаға шегендеу құбырын түсіру уақытысы мен ұңғыманы цементтеу процессінің басталуы арасындағы уақыт	2 сағ. 05мин.

42 кесте - Ұңғыма жөнінде мәлімет

Ұңғы түбінің тереңдігі	200м.
Ұңғы түбіндегі ГИС мәліметтері	T=26,5°C, Азимут – 316°, Угол – 0,56°
Ұңғыма номері	303

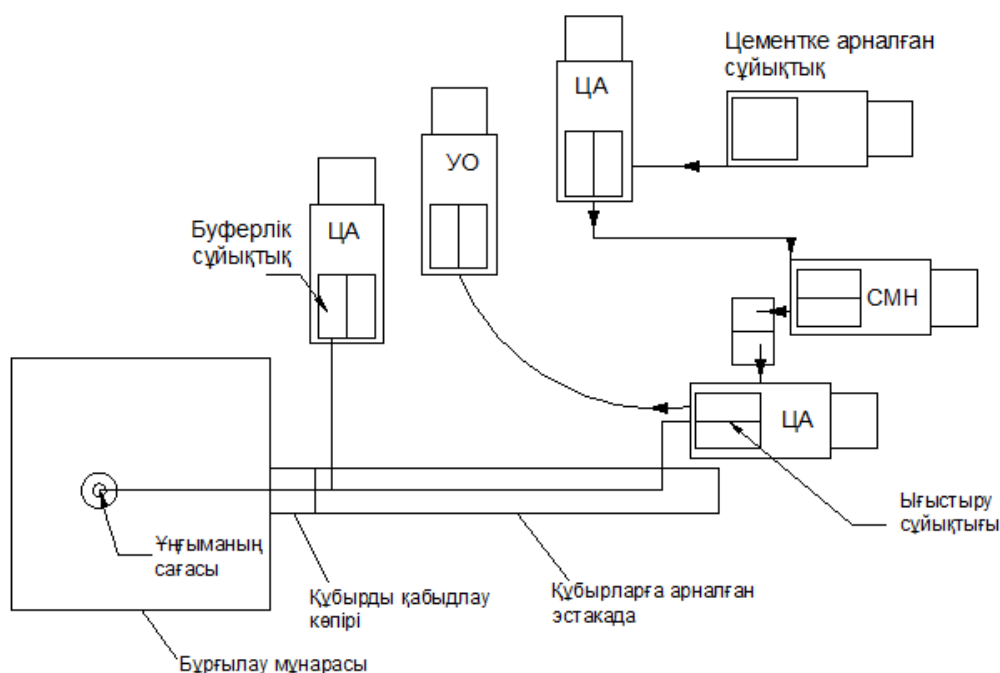
43кесте - Шегендеу тізбегін цементтеу бойынша нақты мәліметтер

Айдау құбырларын сынақтан өткізу	50атм – саңылаусыз
Буферлік сұйықтық	Техническая вода с уд весом $Y=1,02 \text{ г/см}^3$ + «Richmole-buffer-500» - 25 кг Ұңғымаға айдалған көлем бақыланбады.
Буферлік сұйықтықты айдау	16:05-16:10 сағ.
Тығындау ерітіндісін дайындау	16:06-16:33 сағ
Цемент ерітіндісі	Тығындау ерітіндісінің көлемі бақыланбады Тығыздығы $Y=1,55 \text{ г/см}^3$
Цемент ерітіндісінің айдалуы	16:31-16:43 час
Ығыстырушы сұйықтық	Меншікті салмағы $Y=1,16 \text{ г/см}^3$ (бұрғылау ерітіндісі).
Ығыстырушы сұйықтықты айдау	16:48-17:02 сағ
Тығындау ерітіндісінің ұңғыма сағасына шығуы	Тығындау ерітіндісі ұңғы сағасына шықты $Y= 1,55 \text{ г/см}^3$. $V \approx 1 \text{ м}^3$. ЦКОД–жұмыс істейді.
Цементтің қату мерзімін күту кезеңінің басталуы	25.05.2018 ж. 17:02 сағ (24ч.)
Тығындау техникасының саны	2СМН-20 – 1 бірлік. ЦА-320 – 3 бірлік. УО-20 – 1 бірлік. АЦН-12 – 1 бірлік. БМ-700 - болмады. СКЦ-2М - болмады.

Зерттеу жұмыстарының алдында қойылған мақсаттарына полиэлектролиттік тығындау ерітінділерінің цементтеу сапасына әсерін анықтау және құрғақ күйдегі полиэлектролиттердің болашақта қолданылу мүмкіндігін анықтау еді.

Құрғақ цементтеу қоспасы араластырушы агрегаттың бункеріне құрамында полиэлектрорлит реагенті бар портландцементті алдына ала жүктеу арқылы дайындалды.

Ерітілген қажетті көлемдегі тығындау ерітіндісі орташаландыру агрегатына жинақталды. Кейін 15 минут араластырған соң оны ұңғымаға айдады. Цементтеу жұмыстары дәстүрлі сұлба бойынша жүргізілді. Агрегаттардың орналасуы төмендегі 36 суретте келтірілген.



36 сурет - Ұңғыманы цементтеу процессінде техниканың орналасуы

Оңтүстік Шығыс Новобогат кенорнында ПАК реагенті қолданылды. Жоба бойынша пайдалану тізбегін бекітудің сапасын талдау жұмыстары мағлұматтың берілмеуіне байланысты диссертацияға қосылмады.

Цементтеуді акустикалық бақылау жұмыстарын жүргізу негізінде келесі нәтижелер анықталды:

- Тығындау ерітіндісі ұңғыманың сағасына дейін көтерілді.
- Ұңғыма оқпаны бойынша цемент тасының үзілу аралықтары жоқ.
- Шегендеу тізбектерін цементтеудің сапасы жақсы деп бағаланған.

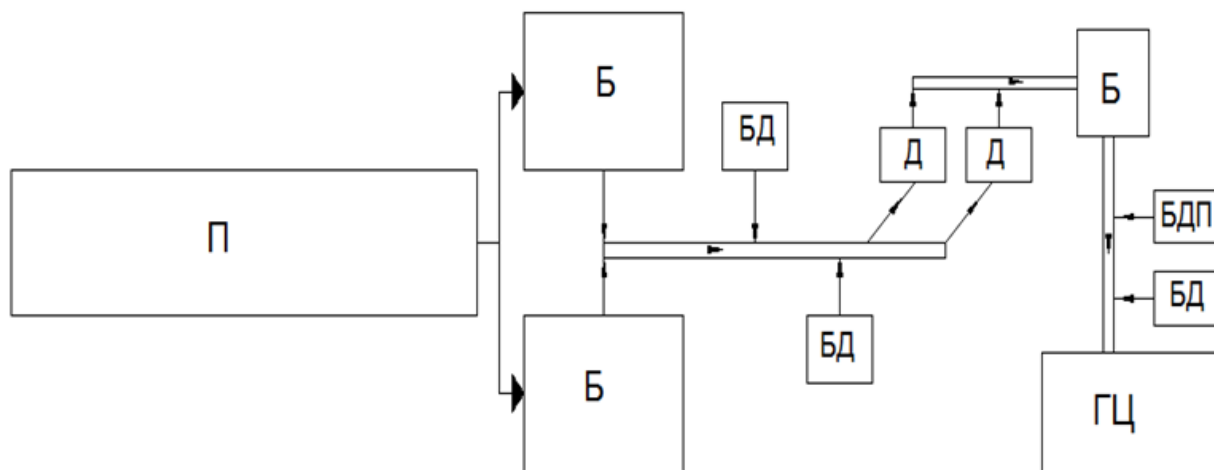
Жасалған тығындау ерітінділерін енгізу нәтижелері ұңғыманы бекіту бойынша жұмыстарға инженерлік-технологиялық көмек көрсетілу негізінде цемент тасы мен шегендеу тізбегі арасындағы ілінісудің 17-19 % жоғарылаған.(Қосымша В)

5.3 Полиэлектролит қоспалары бар арнайы тығындау материалдарын өндірісте дайындау

Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде алынған мәліметтер негізінде біздің ойымызша, зауытта дайындалған тығындау материалын пайдаланған тиімді болып саналады. Сондықтан, біз ООО «Цементные технологии» зауытында тығындау материалын алу технологиясы қызығушылық тудырады деп болжамдаймыз. Бұл бөлімде ООО «Цементные технологии» зауытының технологиялық жүйесіндегі дезинтегратормен өңделген тығындау материалын алу мүмкіндігі қарастырылды.

ООО «Цементные технологии» зауытының технологиялық желісі құрамында бірнеше компоненті бар тығындау материалын алуға болады.

Сонымен бірге технологиялық желіде алынатын материалдың сапасын жоғарылатуға мүмкіндік беретін, дезинтеграторлары бар. Субергіштігі төмен тығындау материалдарын алу кезінде туындайтын мәселелердің бірі – кейбір молекулалық салмағы жоғары полимерлердің нашар еруі. Белгілі режимдерде құрғақ полимер мен цементті бірге ұнтақтау арқылы тиімді технологиялық қасиеттері бар тығындау ерітінділерін алуға мүмкіндік туындайды.



П-цементті өндіру цехы; Б-бункерлер; БД-қоспалар блогы; Д-дезинтеграторлар; БДП- полимер қосу блогы; дайын тығындау цементін алу блогы.

37сурет - ООО «Цементные технологии» зауытының дезинтеграторлық желісі

Арнайы цементтерді алудың технологиялық сұлбасына мыналар кіреді:

- шикізат қоймасы
- минералдық компоненттерді құрғату және ұнтақтау;
- қос дезинтеграторы бар гомогенизация бөлімі
- сепарация және аспирация блогы
- технологиялық желіні автоматты басқару кешені
- дайын өнімді сақтау қоймасы

Жалпы суретте үш технологиялық желі көрсетілген:

- цементті алу жүйесі;
- дезинтеграторлық технология желісі;
- дайын өнім алу желісі;

Копоненттерді екі жолмен қосуға болады,яғни дезинтегратор алдында және дезинтегратордан кейін. Полимерлік қоспалар негізінен деструкцияға ұшырамау мақсатында дезинтегратордан кейін қосылады, бірақ полимерді өңдеудің (4 бөлімде қарастырлығын) төмен соқтығысу жылдамдықтарында қолдану арқылы дезинтегратор алдында қосуды ұсынамыз. Бұл ұсыныстың негізіне 3,4 бөлімдерде келтірілген, жүргізілген зертханалық зерттеулер жатады.

5.4 Полиэлектrolит негізіндегі тығыздау ерітінділерін қолданудың техникалық-экономикалық тиімділігі

Диссертациялық жұмыстың 1 бөліміндегі алдау жұмыстарында көрсетілгендей, тығындау ерітіндісіне қойылатын негізгі талап сақиналы кеңістікте құбыр сыртындағы флюидтер мен газдардың көшуіне жол бермейтін, саңылаусыз оқшауға қол жеткізу болып саналады. Бірақ бұл талаптың орындалуына ерітіндінің уақытысынан бұрын қатып қалуы және жобаланған деңгейге дейін көтерілмеуі, цементтің қатуын күту кезеңінде газдың ұңғымаға енуі сияқты бірнеше күрделі жағдайлар кедргі болуы мүмкін. Сонымен бірге седиментациялық орнықтылықтың нашар болуы цемент тасының бойында газ бен флюидтердің көшуіне жағдай жасайтын арналардың түзілуіне алып келеді. Аталған күрделі жағдайлардың зардаптары ұңғыманы цементтеудің сапасын төмендетеді, және сол зардаптарды жою үшін өте қыбат жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары керек болады.

44 кесте - Тығындау ерітінділерінің құрамдары мен олардың орташа бағалары

Компоненттің аталуы	Концентрациясы, кг	Бағасы тг/кг	1 тонна тығындау ерітіндісіне кететін шығын.
Негізгі тығындау ерітіндісі(Амангелді кенорнында қолданылған)			
ПЦТ-I-100	1000	40	40 000
ВПК -402	70	1195	83 650
СИГБ	100	83	8 300
НТФ	0,5	1020	510
NaCl	150	65	9750
Палыгорскит	100	9,7	970
		Барлығы	143 180
Ұсынылып отырған тығындау ерітіндісі			
ПЦТ I-G	1000	40	40 000
ПАК	1,5	1195	1195
ReoTech	3	2000	6000
CaCl ₂	50	170	8500
			55695
Ұсынылып отырған тығындау ерітіндісі			
ПЦТ I-G	1000	40	40 000
ПАК	1	1195	1195
ReoTech	3	2000	6000
CaCl ₂	50	170	8500
Дезинтеграторлық өңдеу		20000	20000
		Барлығы	80695

Ұңғыманы бекітуге арналған тығындау қоспасын орташа бағасын талдау негізіндегі нәтижелер бойынша ВПК-402 реагенті қолданылған тығындау ерітіндісіне қарағанда ПАК реагенті бар тығындау ерітіндісі төмен мәнге ие екендігін көруге болады.

Жалпы бірінші ретті цементтеу жұмыстыранның 15% сапасыз цементтелуіне байланысты ұңғыманы қайтадан цементтеуге яғни жөндеу мақсатында жүргізілетін цементтеу жұмыстарына қайтарылады (Newman et al., 2001)

«Ремонтное цементирование скважин для АО «ПКСР» <https://kazcontract.kz/tenders/info/22076027> бойынша цементтеу жұмыстарының құнын қарайтын болсақ 7 000 000тг –ден 52 000 000 тг ге дейін барады. Орташа алғанада 29 500000тг.

500 метрлік ұңғымаға кететін ерітінділердің көлемі:

–тығындау ерітіндісі көлемі $V_{т.е}=25 \text{ м}^3$

- ығыстыру сұйықтығы $V_{ы.е}=20 \text{ м}^3$

-буферлік ерітінді $V_{буф}=8 \text{ м}^3$

Тығындау ерітіндісінің шығыны:

$B_{т.е} = 80\,695 \text{ тг/ м}^3$

$Ш_{т.е} = 25 \times 80\,695 = 2\,017\,375 \text{ тг}$

Ығыстыру ерітіндісінің шығыны:

$B_{ы.е}=6000 \text{ тг /м}^3$

$Ш_{ы.е}=20 \times 6000=120\,000 \text{ тг}$

Буферлік ерітіндісінің шығыны

$B_{буф}=3000 \text{ тг/ м}^3$

$Ш_{буф} = 3000 \times 8 = 24\,000 \text{ тг}$

Ерітіндіге жұмсылатын шығын, $Ш_{е}$:

$Ш_{е}=Ш_{т.е}+Ш_{ы.е}+ Ш_{буф}=2\,017\,375 + 120\,000 + 24\,000 = 2\,161\,375 \text{ тг}$

Цементтеу агрегаттарының және жұмыстарының қызметі, $Бцқ=2\,000\,000 \text{ тг/сағ}$

Цементтеу жұмыстарының ұзақтылығы $t=2 \text{ сағ}$

$Шц.қ= Бц.қ * t= 2\,000\,000 * 2=4\,000\,000 \text{ тг}$

Цементтеуге кететін жалпы шығын $Жц$

$Жц=Ш_{е}+ Шц.қ=2\,161\,375+4\,000\,000 \text{ тг} =6\,161\,375 \text{ тг}$

Күтілетін экономикалық тиімділік $Эт$

$$\Delta_k T = \text{ШЖ}_{\text{орт}} - \text{ЖЦ}$$

мұндағы: $\text{ШЖ}_{\text{орт}} = 29\,500\,000 \text{ тг}$

Ұсынылатын тығындау ерітіндісі цементтеу жұмыстары барысында цемент ерітіндісінен әсерінен туындайтын күрделі жағдайлардың алдын алатындықтан, яғни жөндеу жұмыстарын қажет етпейді.

$$\Delta T = 29\,500\,000 - 6161375 = 23338625 \text{ тг}$$

Сондықтан экономикалық тиімділік 23338625 тг құрайды.

5.5 Бесінші бөлім бойынша тұжырым

1. Оңтүстік Батыс Камышатово, Оңтүстік Шығыс Новобогат кенорындарында 303 ұңғыманың кондукторын цементтеу барысында ПАК реагентінің қолданылуы ұңғыманы цементтеу сапасын 17-19% -ке –артты.

2. Зертханалық эксперименттердің нәтижесі бойынша дезинтегратормен дайындалған тығындау материалының рецептурасы ең жоғары нәтиже көрсетуіне байланысты ұңғыманың сапасын арттыру үшін құрамында ПАК реагенті бар цементті «Цементные технологии» ЖШС (Уфа, Башқұртстан, Ресей) зауытында дайындап алу ұсынылады.

3. Жалпы Амангелді кенорнында қолданылған тығындау ерітіндісінің рецептурасымен салыстырғанда ұсынылап отырған тығындау ерітіндісінің құны арзан. Мұның себебі ПАК реагентінің қолданылатын концентрациясы 0,1% болуы және құрамында компоненттердің аздығы.

4. Егер цементтеу кезіндегі күрделі жағдайларды болдырмау тұрғысынан есептегенде күтілетін экономикалық тиімділік шамамен 23338 625 тг құрайды.

НЕГІЗГІ ҚОРЫТЫНДЫЛАР

1. Полиэлектролит-реагенттер тығындау ерітіндісінің фильтрациялық қасиеттерін реттеу үшін тиімді қосымша ретінде қолдануға болады және цемент тасының беріктілігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

2. Құрамында катиондық полиэлектролит реагенті бар тығындау ерітіндісін реологиялық қасиеттерін реттеу үшін ReoTesk - поликарбоксилат тобының пластификаторын қолдану ұсынылды.

3. Ұнтақ тәрізді катиондық полиэлектролитті цементпен бірге дезинтегратор арқылы өткізу реагенттің еру жылдамдығын арттырады және оның тиімділігін арттырады, бірақ жоғары жылдамдықта өңдеу кезінде полимер механикалық деструкцияға ұшырауы мүмкін.

4. Тығындау ерітіндісінің газды қабатқа әсер етуші гидростатикалық қысымының өзгеруін эксперимент негізінде зерттеу құрамында қосымшалары жоқ цемент ерітінділерінде жылдам жүретіндігін көрсетті және бастапқы су-цемент қатынасына тәуелділігі анықталды.

5. Әртүрлі тығындау ерітінділерін қолдану кезінде газдың пайда болу мүмкіндігінің механизмін экспериментті түрде зерттеу құрамында қосымшалары жоқ цементтің ерітіндісінің қату мерзімін күту кезеңінде орын алатын газдың миграциясын тоқтата алмайтынды, анықталды.

6. Құрылым түзілу кинетикасы мен қабатқа әсер ететін гидростатикалық қысымның төмендеуі арасындағы және цемент ерітіндісі арқылы газдың ұңғымаға ену мүмкіндігі арасындағы өзара байланыс анықталды. Яғни газдың енуін шектеуіш қосымшаларды бағалаудың әдістемесін жасауға мүмкіндік береді.

7. Катиондық полиэлектролиттердің қолданылуы цемент ерітіндісі арқылы газдың ұңғымаға енуін шектеуге мүмкіндік береді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Жасыл экономика бағдарламасы
- 2 С.Ф. Комлева [и др.]; под редакцией Ф.А.Агзамова. Тампонажные растворы с пониженной водоотдачей: учебник для студентов высших учебных заведений. //Уфа, ООО «Монография», 2008. - 188 с.
- 3 F.A.Agzamov, A.A.Kabdushev, S.F.Komleva and N.A.Bayutenov. Use of cement slurries with reduced fluid loss for well cementing in Kazakhstan. // Poll Res. 35 (4) : 241-246 (2016)
- 4 О.Г.Кузнецова, В.П.Овчиникова, В.Г.Татауров, Н.А.Аксенова, П.В.Овчиников, Стабилизация реологических и фильтрационных свойств тампонажных растворов. Нефть и Газ. № 6. 2001 С-32-36.
- 5 Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Акбулатов Т.О., Сакаев Р.М. Повреждение продуктивных пластов в процессе проводки скважины, методы предупреждения и устранения. // Учебник / Уфа: издательство УГНТУ, 2004 г.
- 6 Шайхымедженов Ж. Г. Влияние полиацетальгликолиевого реагента рбР паг на технологические параметры глинистых растворов. // Нефтегазовое дело, 2006 <http://www.ogbus.ru>
- 7 Абдулин А. А. Месторождения нефти и газа Казахстана. // М. Недра, 1993
- 8 Анализ разработки газоконденсатного месторождения Амангельды за период 2003-2011 гг. Актау, 2012.-411 с.
- 9 С.Е. Чернышов, Н.И. Крысин, А.А. Куницких. Результаты внедрения инновационной технологии цементирования нефтяных скважин на месторождениях Казахстана // Нефтяное хозяйство. 08.2012. С108-110
- 10 Niezhen, Dongbenjing, Xiaboru, Zhengxiushan, Xiechengbin. New Cementing Technologies Successfully solved the problems in Shallow gas, low temperature, and easy leakage formations. // SPE 131810. 2010.
- 11 R. Arangath. A. Zhukin T. Primbetov A., Jandauov. Cementing challenging in shallow gas wells in Central Asia. // SPE 121824. 2009. pp 1-14
- 12 Умралиев Б.Т., Шайхымедженов Ж.Г., Атчибаев Н.А., Сейтов А.К. Пути улучшения качества цементирования скважин на месторождении Узень. // Нефть и газ. №5. 2016. С.35-44.
- 13 Информационный отчет. «Оптимизация системы разработки блоков 5 и 5А месторождения Узень» // Этап 2. Часть 2. Астана 2014.
- 14 Кабдушев А.А. Комлева С.Ф. A problem of improving the quality of cementing. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017. Сборник трудов международной научно-технической конференции. Уфа. 31 март 2017. Издательство УГНТУ. ТОМ 1. С. 256- 259
- 15 Агзамов Ф.А., Акбулатов Т.О. и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. // Учебник для студентов вузов. В 5 томах / Под общей редакцией В.П. Овчинникова. Тюменский индустриальный университет, Тюмень, 2014. Том 4, 560 с

- 16 Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Акбулатов Т.О., Сакаев Р.М. Повреждение продуктивных пластов в процессе проводки скважины, методы предупреждения и устранения. // Учебник / Уфа, 2004. 57 с.
- 17 Данюшевский В.С., Алиев Р.М., Толстых И.Ф. Справочное руководство по тампонажным материалам // 2-е изд., - М. Недра, 1987. 373 с.
- 18 Булатов А.И., Данюшевский В.С. Тампонажные материалы: Уч. пособие для вузов. // М.:Недра.-1987.- 280 с.
- 19 Соловьев Е.М. Заканчивание скважин. // М.: Недра, 1979. - 303 с.
- 20 Агзамов, Ф.А., Б.С. Измухамбетов, Э.Ф. Токунова. Химия тампонажных и промывочных растворов: учеб. пособие// СПб.: ООО «Недра», 2011.-268с.
- 21 Мариампольский Булатов А.И., Мариампольский Н.А. Регулирование технологических показателей тампонажных растворов. // М. Недра, 1988, 352с.
- 22 Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. Состояние и перспективы применения дезинтеграторной технологии при строительстве скважин. // Нефтяное хозяйство. 2003. № 3. С. 40-43.
- 23 Данюшевский В.С. Исследование тампонажных материалов//Тр. МИНХ и ГП им. И.М. Губкина под.ред. В.С. Данюшевского, вып., М., 1982,162с.
- 24 Б. Б. Нуриддинов, М. Б. Кукаев, И. Г. Губайдуллин, А. Н. Гиниятуллин Влияние вида и концентрации солей на свойства тампонажного раствора // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vida-i-kontsentratsii-soley-na-svoystva-tamponazhnogo-rastvora> (дата обращения: 09.11.2018).
- 25 Петров Н.А., Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Ногаев Н.А. Катионактивные ПАВ—эффективные ингибиторы технологических процессов нефтегазовой промышленности //Под редакцией Ф.А.Агзамова. СПб.2004. 408с.
- 26 Петров Н.А., Коренько А.В., Есипенко А.И., Агзамов Ф.А. и др. Комплексная технология строительства скважин с использованием гидрофобизаторов в технологических жидкостях и высокочастотных технических средств для обработки стенок скважины в компоновках колонн.// М.: ВНИИОЭНГ, 1997.- С.72.- (Обзорн. информ.)
- 27 Л.Н.Долгих.Крепление, испытание и освоение нефтяных и газовых скважин// Учебное пособие /; Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2007,189 с.
- 28 Елиокумсон В.Г., Лихушин А.М., Мигуля А.П. Изучение механизма возникновения осложнений при цементировании скважин.//Газовая промышленность. 2005,-40-43 стр
- 29 Рябова Л.И. Получение тампонажных растворов с нулевым водоотделением // Нефтяное хозяйство.- 1996. -№ 7. -С.17-19.
- 30 Булатов А.И. Управление физико-механическими свойствами тампонажных систем // М.: Недра.- 1976.-С.248.
- 31 Агзамов Ф.А., Дияшев Р.Н., Якимов А.С., Крысин Н.И. Анализ технологии вскрытия продуктивных пластов на депрессии //Нефтяное хозяйство. 2007. № 10. С. 125-129.

- 32 Лихущин А. М., Мигуля А. П., Лаврентьев В. С., Бабичев А.А. Технология цементирования обсадных колонн // Газовая промышленность. - 1999. - № 6. - С. 54-57.
- 33 Федоров В.Н., Аверьянов А.П. и др. Исследование падения порового давления в цементных растворах // Нефтегазовое дело. 2011. №5. С. 48- 53.
- 34 Nelson E.B., Guillot D.F. Well cementing // – Schlumberger, 2006. – p.191–210.
- 35 Татауров В.Г., Фефелов Ю.В., Кузнецова О.Г., Чугаева О.А. Основные направления развития технологий цементирования скважин «Пермнепинефть» // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. №8-2002. -116-120 с.
- 36 Art Bonett, Demos Pafitis. Getting to the root of gas migration. – Oilfield Review, 1986. – 14с.
- 37 Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине. Москва.: Недра, 1990.- 416с.
- 38 T.M. Nayberg and R.L. Linafelte. Controlling Cement Circulation Loss to Both High-Permeability and Fractured Formation. SPE 12905. 1984. p.121-125.
- 39 Kris R., Mark S., B.R. Reddy, and Don W. Cementing Technology for Low Fracture Gradient and Controlling Loss Circulation. SPE/IADC 102074. 2006. p.1.
- 40 E. Therond, BP; S. Taoutaou, S. G. James, and P. W. Way, P. Gomes and A. Dondale, .Understanding Lost Circulation While Cementing: Field Study and Laboratory Research. SPE/IADC-184673-MS. 2017. p.1-14.
- 41 B. Blake, R. Bowditch, N. Simacheva, and M. Hudson, D. Crane and C. Shea. Achieving Top of Cement; An Engineered Solution for Loss Zone Wells in the Bakken. SPE-175918-MS. 2015. p.2.
- 42 D. Dasgupta, K.M. Suyan, S. Banerjee, S.A. Ravi, S. Chakraborty, P. Mondal, and V.K. Jain. Successful Casing Cementation in Total Loss Conditions—Case Histories SPE/IADC 125660
- 43 Детков В.П. Некоторые вопросы повышения качества крепления скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2011. – № 1. – С. 32-36.
- 44 В.М. Мильштейн. Цементирование буровых скважин. Краснодар, 2003. 375 с.
- 45 Умралиев Б.Т., Шайхымежденов Ж.Г., Атчибаев Н.А., Арынов Р.Е. Методика оценки качества цементирования. // Нефть и газ. №5. 2017. С.103-115.
- 46 C.Cook., W.C.Cunningham. Filtrate control – a key in successful cementing practice. SPE 5898. 1977. P. 951-956.
- 47 Evans G. W., Carter L. G: Bonding Studies of Cementing Compositions to Pipe and Formations, API. Drilling and Production Practice. 1962. Pp. 72-79
- 48 Mahmoud K., Helge H., and Arild Saasen, Mitchell Dziekonski and Christian Brown. Bond Strength Between Different Casing Materials and Cement. SPE-191322-MS. 2018. 11p.

49 А.А.Исмаилов Разработка технических средств и технологии цементирования скважин в условиях низких пластовых давлений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Алматы, 2004.-20 с.

50 Агзамов, Ф.А., Б.С. Измухамбетов, Э.Ф. Токунова. Химия тампонажных и промывочных растворов: учеб. пособие/ - СПб.: ООО «Недра», 2011.-268с.

51 Н.И. Николаев, Х. Лю, Е.В. Кожевников. Исследование влияния полимерных буферных жидкостей на прочность контакта цементного камня с породой. Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2016. Т.15, №18. С.16–22

52 Белей И.И., Родер С.А. Особенности разработки и применения тампонажных растворов с расширяющимися добавками для цементирования обсадных колонн // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 10. – С. 40-46.

53 Кенжалиев, А. Ф. Разработка технологических способов по обеспечению герметичности крепи скважин : автореферат диссертации на соискание учен. степ. канд. технических наук / А. Ф. Кенжалиев. - Атырау : Атырауский ин-ти нефти и газа, 2006. - 25 с.

54 Захаров А.Л., Пильгун С.Ю., Абдулова Л.Ф. Влияние типа бурового раствора на качество цементирования. Территория нефтегаз. №3.2008.стр 22-2

55 А.А. Мелехин, Н.И. Крысин, Е.О. Третьяков Анализ факторов, влияющих на долговечность цементного камня за обсадной колонной. Нефтепромысловое дело 9/2013. 77-82.

56 В. И. Зварыгин. Тампонажные смеси//учеб.пособие /. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 216 с.

57 Рязанов. Энциклопедия по буровым растворам. –Оренбург:издательство «Летопись»,2005.-664 с.

58 Бекбаев А.А., Агзамов Ф.А., Хафизов А.Р., Лягов А.В. Исследование армированных облегченных тампонажных материалов // Нанотехнологии в строительстве.2017.Том 9, № 4.С.131–148.DOI:dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-4-131-148.

59 Агзамов Ф.А., Бабков В.В., Каримов И.Н. О необходимой величине расширения тампонажных материалов//Территория нефтегаз.-2011.-№8.-С.14-15.

60 Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Каримов Н.Х., Мавлютов М.Р.Повышение долговечности тампонажного камня в агрессивных флюидах нефтяных и газовых скважин. Издание Самарского филиала секции Строительство, Самара, 1998 г., 272 стр

61 Агзамов Ф.А. Исследование путей повышения эффективности вибровоздействия при креплении скважин. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфа, 1974.

62 С.Е. Cooke Jr.O.J. Gonzalez.D.J. Broussard. Primary Cementing Improvement by Casing Vibration During Cement Curing Time.SPE Production Engineering, August 1988.pp.339-345.

63 А.М.Лихушин. Гидравлическая программа и технология цементирования скважин в установившемся режиме// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012.-№3. – С.43-49.

64 Н.З.Гизатова. Новая технология крепления скважин для предотвращения межколонных давлений // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011.-№4. –С.32-34.

65 Нижник А. Е. Совершенствование технологических процессов и технических средств при заканчивании скважин. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 2009

66 М.О.Ашрафян, А.Е.Нижник, А.Н.Говзич. О факторах, способствующих возникновению осложнений при цементировании скважин, и мерах их предотвращения// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011.-№3. –С.36.

67 Nelson E.B., Guillot D.F. Well cementing. – Schlumberger, 1990. – p..

68 Кабдушев А.А., Агзамов Ф.А., Исмаилов А.А. Применение новых полиэлектролитов для предотвращения газопроявления во время ожидания затвердевания цемента. Вестник КБТУ. г. Алматы., №3(52)2018г. С177-182

69 Manh-Huyen Vu, Axel-Pierre Bois, and Anthony Badalamenti, CURISTEC. Gas Migration Modeling to Prevent Sustained Casing Pressure and Casing Vent Flow. SPE/IADC-189384-MS. 2018.pp. 1-24.

70 Parcevaux, P.A, : “Gas migration and gasblock technology”, Drilling & Pumping J. (Aug. 1987).pp. 3-4

71 Christian, W.W., Chatterji, J. and Osroot, G.W., “Gas Leakage in Primary Cementing-A Field Study and Laboratory Investigation,” paper SPE 5517 published in JPT, November 1976, pp.1361-1369.

72 Webster, W. and Eikerts, J., “Flow After Cementing-A Field Study and Laboratory Model,” paper SPE 8259 presented at the SPE ATCE, Las Vegas, Sept. 1979. pp. 23 - 26,

73 Tinsley, J.M., Miller, E.C., Sabins, F.L. and Sutton, D.L., “Study of Factors Causing Annular Gas Flow Following Primary Cementing,” paper SPE 8257 published in JPT, August 1980, pp.1427-1437.

74 A. Cadix, K. Thant, J. Neufeld, T. Nelson, L. Auneau, C. Phan, and J. Wilson, SOLVAY Novecare. Short Term Gas Migration Control in Well Cementing: Comparative Behavior of Fluid Loss Control Polymers.SPE-184564-MS.p. 1-19.

75 Федоров В.Н., Аверьянов А.П., Котельников С.А., Дюсюнгалиев М.А. Исследование падения порового давления в цементных растворах. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2011, № 5 <http://www.ogbus.ru>. С. 48-54.

76 Art Bonett, Demos Pafitis, Getting to the Root of Gas Migration. OilfieldReview.1996. p.37.

- 77 А.А. Мелехин, Н.И. Крысин, Е.О. Третьяков Анализ факторов, влияющих на долговечность цементного камня за обсадной колонной. Нефтепромысловое дело 9/2013. 77-82.
- 78 High-Pressure, High-Temperature Well Construction et. al. Keelan Adamson. Oilfield Review. 1998- 39-49 pgs
- 79 Howard G.C., Clark J.B. Factors to be considered in obtaining proper cementing of casing// Oil and Gas J.-1948.-11/11. –vol.46, №46.
- 80 М.О.Ашрафян. Вытеснение бурового раствора тампонажным и совершенствование технологии цементирования скважин// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2010.-№1. –С.39
- 81 Keller S.R., Crook R.J. et al// Deviated –wellbore cementing: Part 1 Journal of Petrol. Technol.-1987.-Vol.39.№8
- 82 Griffin T.J: Displacement inside casing. Schlumberger Dowell Report. January 3, 1995
- 83 High-Pressure, High-Temperature Well Construction et. al. Keelan Adamson. Oilfield Review. 1998- 39-49 pgs
- 84 Официальный сайт компании Schlumberger [Электронный ресурс]. – URL: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/russia97/aut97/seamless.pdf (дата обращения: 17.02.2018).
- 85 Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов.-М.: ООО «Недра Бизнесцентр, 2003.-1007 с
- 86 Булатов А.И. Качественное разобщение пластов определяет здоровую жизнь скважины, или Поэзия крепки // Бурение и нефть. – 2013. – № 12. – С. 4-8.
- 87 Wan Renpu. Advanced Well Completion Engineering, Third Edition Copyright # 2011, Elsevier Inc. 715 p.
- 88 М.О.Ашрафян, А.Е.Нижник, А.Н.Говзич. О факторах, способствующих возникновению осложнений при цементировании скважин, и мерах их предотвращения// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011.-№3. –С.36.
- 89 Крылов Д.А. Некоторые причины неплотного контакта цементного камня с обсадными трубами// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.-М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 1993.-№5. –С.10
- 90 F.E.Hook. E.F.Ernst. The Effect of Low-Water-Loss Additives, Squeeze Pressure, and Formation Permeability on the Dehydration Rate of a Squeeze Cementing Slurry. SPE-2455-MS . <https://doi.org/10.2118/2455-MS>. 1969.p.7.
- 91 G.Daccord, J.F.Baret . How fluid loss influence primary cementing: Literature review and Methodology. SPE Drilling and Completion, June 1994. pp 133-138.
- 92 Desbrieres, J. 1993, Cement cake properties in static filtration and the role of fluid loss control additives on the cake porosity. Cem. Concr. Res. 23: 1431-1442.

93 J.Griffith. S.O.Osisanya. Effect of drilling fluid filter cake thickness and permeability on cement slurry fluid loss. Special edition 1999, Volume 38, No.13. Journal of Canadian Petroleum Technology.

94 Charles E. Bannister. Evaluation of cement fluid-loss behavior under dynamic condition. SPE759.1978.-8p.

95 Cook C., Cunningham W.C. Filtrate Control A key in successful cementing practices. SPE 5898. Journal of petroleum technology. 1977. pp.-951-956

96 В.И. Крылов, В.В. Крецул., В.М. Гимазетдинов. Основные факторы, влияющие на загрязнение продуктивных пластов, и разработка рекомендаций по повышению продуктивности скважин. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море 12/2015. С.-31-36.

97 E.E.Runyan.Cementing of well casing for pollution control.SPE 4812.1974. pp. 121-128.

98 Гатауллин А.М., Старков Я.В., Ризванов Ш.З., Кабдушев А.А. Исследование механизма предотвращения газопроявления в период ОЗЦ добавками полиэлектролитами Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017. Сборник трудов международной научно-технической конференции. Уфа. 31 март 2017. Издательство УГНТУ. ТОМ 1. С. 286-288

99 F.Agzamov, A.Kabdushev A.Ismailov, A.Betzhanova, A.Karabaeva. Polyelectrolytes Efficiency in Grout Property Regulation. F.Agzamov et al., "Polyelectrolytes Efficiency in Grout Property Regulation", Key Engineering Materials, Vol.771, pp.9-23, 2018 DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.771.9>

100 Al-Yami A.S., Nasr-El-Din H.A. and Al-Humaidi A.: "An Innovative Cement Formula to Prevent Gas Migration Problems in HP/HT Wells". SPE 120885 was prepared for presentation at the 2009 SPE International Symposium on Oilfield Chemistry held in the Woodlands, Texas, USA, 20-22 April 2009.

101 Агзамов Ф.А., Исмаилов А.А., Кабдушев А.А., Бекмуратов М.М. Применение полиэлектролитов для устранения осложнений, связанных с фильтрацией цементных растворов. «Нефть и газ» научно – технический журнал г. Алматы., №3(105)2018г. С74-88

102 Агзамов Ф.А., Каримов И.Н. Специальные тампонажные материалы с заданными свойствами // Бурение и нефть. – 2008. – № 12. – С. 26-27.

103 Нижник А. Е. Совершенствование технологических процессов и технических средств при заканчивании скважин. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 2009.

104 Юсупов И.Г., Хисамов Р.С., Амерханова С.И. Заканчивание скважин на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений Татарстана. Сборник трудов. Татнипинефть. Москва, 2009.

105 Булатов А.И., Новохатский Д.Ф. Тампонажные шлаковые цементы и растворы для цементирования глубоких скважин. М.: Недра. 1975.- 224 с.

106 Jean Mark Boismault Domimique Guilliotet.al., Concrete Development since menting technology. Oil fiel dreview. 1999. 16-29.

107 Amin Atashnezhad, Tyler Coryell, and Geir Hareland. Barite Nanoparticles Reduce the Cement Fluid Loss. SPE-185114-MS.2017.15 p.

108 Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. – М.-Л.:Госстройиздат, 1962.-601с.

109 Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. Состояние и перспективы применения дезинтеграторной технологии при строительстве скважин // Нефтяное хозяйство. – 2003. – с. 40-43

110 Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Умралиев Б.Т. 2007. Применение дезинтеграторной технологии при получении порошкообразных материалов для строительства скважин. Санкт-Петербург:Недра,464 с.

111 Каримов Н.Х., Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Физико-химические аспекты активационного измельчения тампонажных материалов. Нефть и газ. 1997/6. Стр 67.

112 Каримов Н.Х., Рахматуллин Т.К., Иванов В.В. Технология приготовления тампонажных смесей дезинтеграторным способом с различными физико-механическими свойствами. – М.: ВИЭМС, 1979. – 77с.

113 Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R. Application of disintegratory technology for the modification of materials used in the construction of wells. Part I. Nanotechnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 2, pp. 119–137.

114 Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R. Application of disintegrator technology for the modification of materials used in the construction of wells. Part II. Nanotechnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 3, pp. 96–108.

115 Bach Dao, SPE, and Pieter Vijn. Environmentally Acceptable Cement Fluid Loss Additive. SPE 74088.2002.6p.

116 Angela Doan, Andreas Brandl, and Mark Vorderbruggen, Daniel D. Leonard. Innovative. Well Cementing Applications by Using Large Particle Sizes of Cement Additives. SPE-176102-MS.2015.8p

117 Abdullah S. Al-Yami, An Overview of Different Chemicals Used in Designing Cement Slurries for Oil and Gas Wells SPE-175259-MS.2015. 16p.

118 Amin Atashnezhad, Tyler Coryell, and Geir Hareland. Barite Nanoparticles Reduce the Cement Fluid Loss. SPE-185114-MS.2017.15 p.

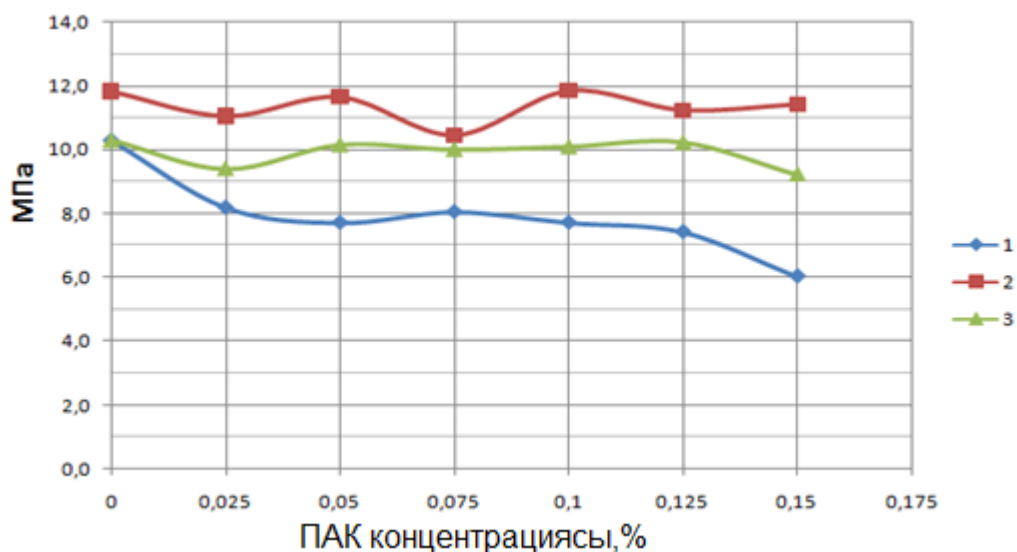
119 BuĖlichen D, Plank J.. Role of Colloidal Polymer Associates for the Effectiveness of Hydroxyethyl Cellulose as a Fluid Loss Control Additive in Oil Well Cement. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 000, 000–000. 2012. 10 p.

120 В. М. Кравцов, Ю. С. Кузнецов, М. Р. Мавлютов, Ф. А. Агзамов. Крепление высокотемпературных скважин в коррозионно-активных средах . - М. : Недра, 1987. – 189

121 Абельхаеров И.И. Исследование седиментационной устойчивости тампонажных растворов. Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2015. с 67-70.

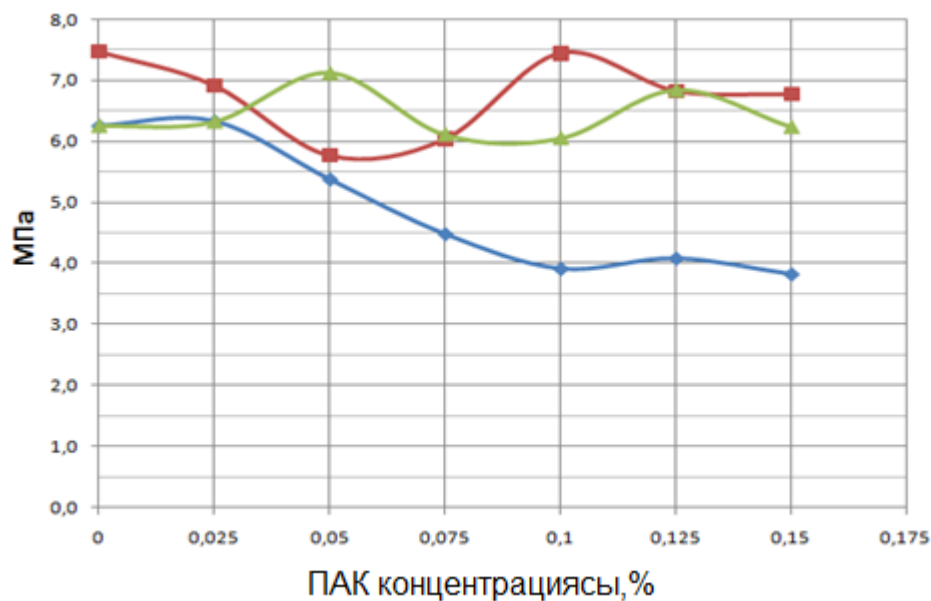
- 122 Озеренко А.Ф., Куксов А.К., Булатов А.И. и др. Предупреждение и ликвидация газонефтепроявлений при бурении скважин
- 123 В. Д. Барановский, А. И. Булатов, В. И. Крылов Крепление и цементирование наклонных скважин . - М. : Недра, 1983. - 352 с
- 124 Christian, W.W., Chatterji, J. and Osroot, G.W., "Gas Leakage in Primary Cementing-A Field Study and Laboratory Investigation," paper SPE 5517 published in JPT, November 1976, pp.1361-1369
- 125 API Recommended Practice 10B. Recommended practice for testing well cements (second edition), April 2013.
- 126 ГОСТ 26798.2-96 Цементы тампонажные. Методы испытаний. - Введ. 1998-10-01. - М. : Изд-востандартов, 1998. - 18 с. : ил.
- 127 Justnes, H., Reyniers, B., van Loo, D. and Sellevold, E.J. (1994), "An Evaluation of Methods for Measuring Chemical Shrinkage of Cementitious Pastes," Nordic Concrete Research, 14, 45-61.
- 128 Justnes, H., van Gemert, A., Verboven, F. and Sellevold, E.J. (1996), "Total and External Chemical Shrinkages of Low w/c Ratio Cement Pastes," Advances in Cement Research, 8(31), 121-126.
- 129 Dusseault, M., Gray, M., Nawrocki, P., 2000. Why Oilwells Leak: Cement Behavior and Long-term Consequences. SPE 64733.
- 130 Economides, M.J., L.T. Watters, and S. Dunn-Norman (1998), Petroleum Well Construction. John Wiley and Sons, Incorporated,, 640 pp ISBN-13 9780471969389
- 131 Andreas Brandl, Windal Scott Bray, Christina Magelky, Baker HughesImproving Well Cementing Quality with an Environmentally Preferred Multifunctional Polymer.SPE 154498. 2012.p.1.
- 132 Brandl, A., Bray, W., and Narvaez, G. New Slurry Design Concepts Using Multifunctional Additives To Improve Quality and Sustainability of Cementing Systems for Zonal Isolation. Presented at the SPE Eastern Regional Meeting,Lexington, SPE-1613532-MS 3-5 October. 2012.p.2.
- 133 Барахнина В.Б., Фахретдинова И.Ф., Ягафарова Г.Г. Биодеструкция некоторых лигносульфонатных буровых реагентов в жидкой среде. Успехи современного естествознания №7 2010. 55-56.
- 134 Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению в 2-х томах. Том 2.М.: Недра, 1985. -190 с.
- 135 Abdullah S. Al-Yami, An Overview of Different Chemicals Used in Designing Cement Slurries for Oil and Gas Wells SPE-175259-MS.2015. 16p.
- 136 Plank J., F. Dugonjić-Bilić. N. Recalde Lummer . D. Sadasiwan.Comparative Study of the Working Mechanisms of Chemically Different Cement Fluid Loss Polymers.SPE 121542. 2009. 26 p.
- 137 Johannes Karl Fink. Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids.2012.785 p.
- 138 ГОСТ 310.1.96. Цементы. Методы испытаний. Общие положения
- 139 ГОСТ-1581-96.Портландцементы тампонажные. Технические условия.

- 140 ГОСТ 6613 «Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия»
- 141 Ихсанов Д.В., Давлетшин Р.Ф., Кабдушев А.А., Влияние пластификаторов на реологические свойства тампонажных растворов. Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017. Сборник трудов международной научно-технической конференции. Уфа. 31 март 2017. Издательство УГНТУ. ТОМ 1. С. 251-254
- 142 Муртазаев А. М., Мукольянц А. А., Ёмгирчиев О. У., Мкртчян Г. Б., Холиков Х. У. Исследование влияния расширяющихся добавок на прочность цементного раствора-камня // Молодой ученый. — 2016. — №4. — С. 66-70. — URL <https://moluch.ru/archive/108/26154/> (дата обращения: 28.04.2018).
- 143 ГОСТ 26798.1-96. Цементы тампонажные. Методы испытаний. Введ. 1998–10–01. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 22 с. : ил.
- 144 ГОСТ 26798.2-96 Цементы тампонажные. Методы испытаний. Введ. 1998–10–01. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 18 с. : ил.
- 145 API Recommended Practice 10B. Recommended practice for testing well cements (second edition), April 2013.
- 146 ISO 10426-2:2003 Petroleum and natural gas industries — Cements and materials for well cementing — Part 2: Testing of well cements.
- 147 Агзамов Ф.А., Коток А.А., Ризванов Ш.З., Гатауллин А.М. Установка для моделирования газопроявлений в период ожидания затвердевания цемента. Патент РФ на полезную модель № 173763, опубл. 11.09.2017 Бюл. №26.
- 148 Агзамов Ф.А., Комлева С.Ф. Электронный научный журнал «Нефтяная провинция». 2015 № 2 <http://www.vkro-raen.com> . С.12-35.
- 149 ISO 10426-5, Test methods for determination of shrinkage and expansion of well cement formulations at atmospheric pressure.
- 150 Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Умралиев Б.Т. Применение дезинтеграторной технологии при получении порошкообразных материалов для строительства скважин. ОТБ.: ООО «Недра», 2007. 464 с
- 151 Г.И. Дистлер. О механизме механоактивации твердых и жидких систем и механизме протекающих во время и после активации химических реакций. Тезисы докладов 2-го семинара по УДА-технологии // Таллинн, 1983. С. 8 – 10.
- 152 Вовк В.И. Добавки на основе отечественных поликарбоксилатов// Технология бетонов. 2013. №3 с. 13-15.
- 153 Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. Методы планирование эксперимента и обработки данных: учеб. пособие / Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 131 с.: ил.
- 154 Патентке тапсырыс. Тығындау ерітіндісі (Тампонажный раствор) (тіркеу номері №2018/03071, от 15.05.2018 г.).



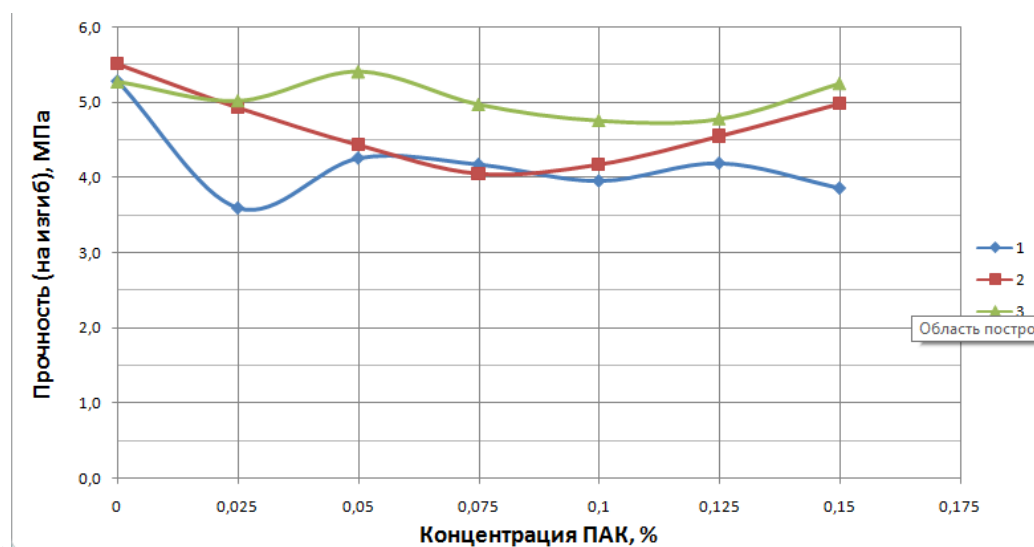
1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

1 сурет - $C/Ц = 0,4$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің иілу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

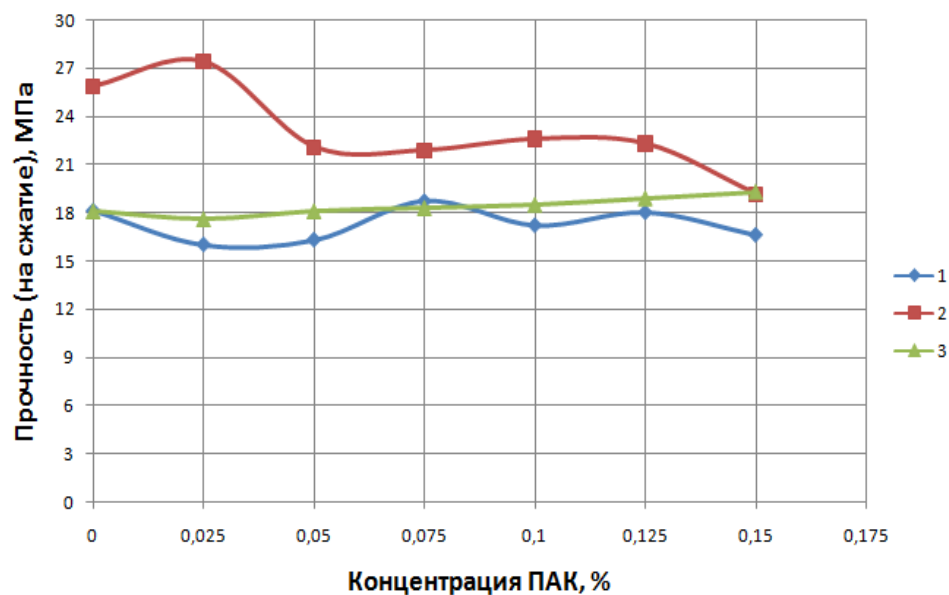
2 сурет - $C/Ц = 0,5$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің иілу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

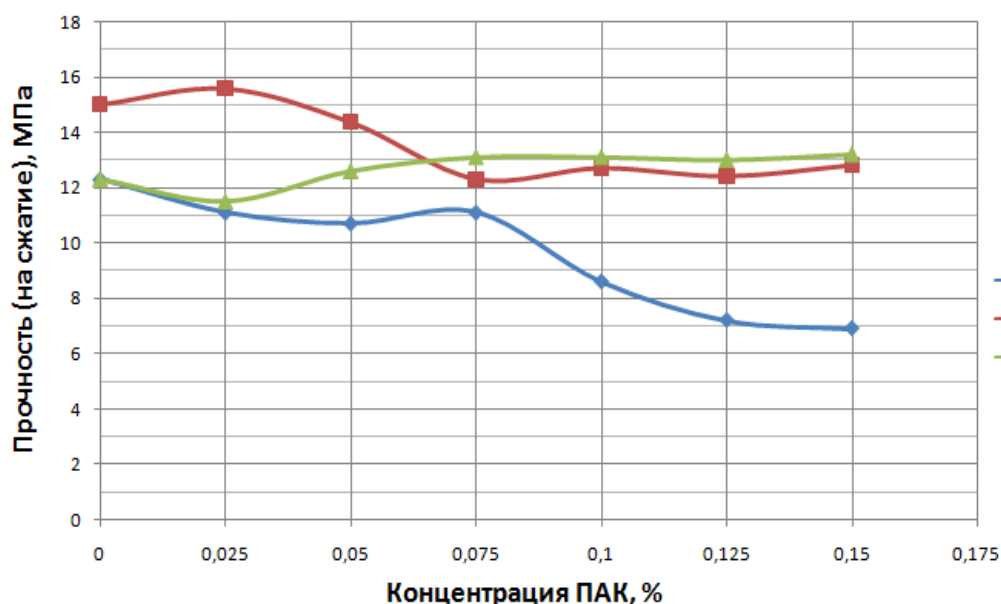
3 сурет - $C/Ц = 0,6$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің иілу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.

Цемент тасының сығылуға беріктілігі бойынша нәтижелер төмендегі 4,5,6 суреттерде келтірілген.



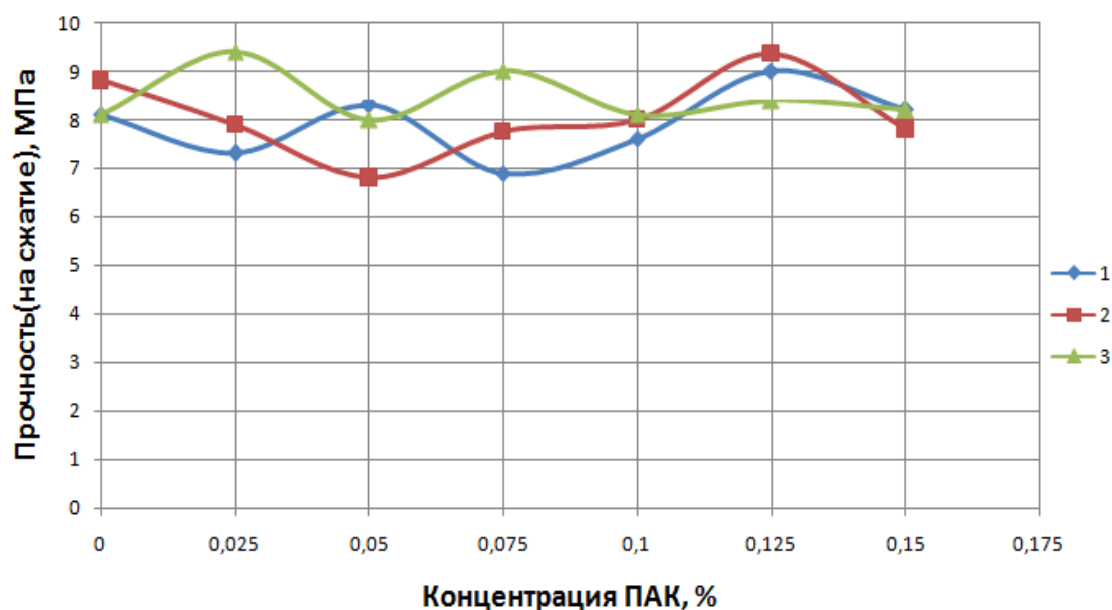
1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

4 сурет - $C/Ц = 0,4$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің сығылу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

5 сурет - $C/Ц = 0,5$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің сығылу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.



1-ПАК цементке құрғақ күйде қосылды; 2- ПАК реагенті цементпен бірге дезинтегратор арқылы диспергацияланды; 3-ПАК алдын ала суда ерітілді.

6 сурет - $C/Ц = 0,6$ жағдайында әртүрлі тәсілдермен дайындалған тығындау ерітіндісінің сығылу бойынша беріктілігіне ПАК реагентінің әсері.

1 кесте $C/\Pi=0,4$, таза, қоспасы жоқ цемент ерітіндісі

SCALE	Q (ML/MIN)	2000QPoLu	$(P_i^2 - P_o^2)A$	Pi (PSIG)	Pi (atm)	K (MD)
10	8,0	11,42	14,99	15,00	2,02	0,76
20	10,0	14,27	17,76	17,00	2,16	0,80
30	14,0	19,98	22,24	20,00	2,36	0,90
40	18,0	25,69	23,82	21,00	2,43	1,08
50	20,0	28,55	25,45	22,00	2,50	1,12
60	22,0	31,40	27,13	23,00	2,56	1,16
70	27,0	38,54	30,61	25,00	2,70	1,26
80	30,0	42,82	34,28	27,00	2,84	1,25
90	32,0	45,67	38,12	29,00	2,97	1,20
100	35,0	49,95	42,15	31,00	3,11	1,19
110	37,0	52,81	46,35	33,00	3,24	1,14
120	41,0	58,52	50,74	35,00	3,38	1,15
130	43,0	61,37	55,30	37,00	3,52	1,11
140	47,0	67,08	60,04	39,00	3,65	1,12
150	49,0	69,94	64,97	41,00	3,79	1,08
						1,09

Зерттеу барысында берілген үлгінің өткізгіштік коэффициенті $K = 1,09$ миллиарси.

2 кесте. $C/\Pi=0,5$, таза, қоспасы жоқ цемент ерітіндісі

SCALE	Q (ML/MIN)	2000QPoLu	$(P_i^2 - P_o^2)A$	Pi (PSIG)	Pi (atm)	K (MD)
10	8,0	11,42	3,43	4,50	1,31	3,33
20	10,0	14,27	3,87	5,00	1,34	3,69
30	14,0	19,98	4,78	6,00	1,41	4,18
40	18,0	25,69	6,73	8,00	1,54	3,81
50	20,0	28,55	7,78	9,00	1,61	3,67
60	22,0	31,40	8,87	10,00	1,68	3,54
70	27,0	38,54	12,41	13,00	1,88	3,11
80	30,0	42,82	14,99	15,00	2,02	2,86
90	32,0	45,67	18,47	17,50	2,19	2,47
100	35,0	49,95	20,70	19,00	2,29	2,41
110	37,0	52,81	24,63	21,50	2,46	2,14
120	41,0	58,52	29,72	24,50	2,67	1,97
130	43,0	61,37	35,22	27,50	2,87	1,74
140	47,0	67,08	39,11	29,50	3,01	1,72
150	49,0	69,94	44,23	32,00	3,18	1,58
						2,81

Зерттеу барысында берілген үлгінің өткізгіштік коэффициенті $K = 2,81$ миллиарси.

3 кесте. $C/C=0,6$; таза, қоспасы жоқ цемент ерітіндісі

SCALE	Q (ML/MIN)	2000QPoLu	$(P_i^2 - P_o^2)A$	Pi (PSIG)	Pi (atm)	K (MD)
10	8,0	11,42	2,11	2,90	1,20	5,42
20	10,0	14,27	3,01	4,00	1,27	4,75
30	14,0	19,98	3,87	5,00	1,34	5,16
40	18,0	25,69	5,25	6,50	1,44	4,89
50	20,0	28,55	5,74	7,00	1,48	4,98
60	22,0	31,40	7,78	9,00	1,61	4,04
70	27,0	38,54	8,87	10,00	1,68	4,35
80	30,0	42,82	10,00	11,00	1,75	4,28
90	32,0	45,67	13,68	14,00	1,95	3,34
100	35,0	49,95	16,35	16,00	2,09	3,06
110	37,0	52,81	19,20	18,00	2,22	2,75
120	41,0	58,52	23,82	21,00	2,43	2,46
130	43,0	61,37	30,61	25,00	2,70	2,00
140	47,0	67,08	34,28	27,00	2,84	1,96
150	49,0	69,94	40,11	30,00	3,04	1,74
						3,68

Зерттеу барысында берілген үлгінің өткізгіштік коэффициенті $K = 3,68$ миллиарси.



27.10.2017 № 047-414/14

На № _____ от _____

Утверждаю

Проректор по научной и
инновационной работе УГНТУ

профессор _____ Исмаков Р.А.

« _____ » _____ 2017г.

АКТ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Настоящий акт выдан докторанту Ph.D. Кабдушеву Арману Арстангалиевичу обучающегося по специальности 6D070800 – «Нефтегазовое дело» в НАО КазНТУ, в том, что он с 14.03.17 по 14.04.17 в период научной стажировки в Уфимском государственном нефтяном техническом университете проводил в лаборатории «Тампонажных материалов» кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», исследования по разработке состава тампонажного раствора с добавлением нового понизителя водоотдачи полиэлектролита катионного (далее ПАК), выпускаемый в порошкообразном виде под торговой маркой Праестол.

Члены комиссии:

1. Могучев А.И., к.т.н., доцен – декан горно-нефтяного факультета.
2. Хафизов А.Р., д.т.н., профессор– заведующий кафедрой «Бурение нефтяных и газовых скважин».
3. Агзамов Ф.А., д.т.н., профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», руководитель лаборатории «Тампонажных материалов».
4. Чанышев Н.Т., к.т.н., доцент - начальник управления международного сотрудничества

Цель проведения исследований:

Разработка нового состава тампонажного раствора с низкой водоотдачей для повышения качества цементирования нефтяных и газовых скважин месторождений Казахстана с применением новых эффективных реагентов понизителей водоотдачи тампонажных растворов.

Использованные приборы и оборудование:

Прибор для определения водоотдачи цементного раствора - ВМ-6;
Прибор для определения растекаемости цементного раствора - конус АзНИИ;
Цифровой ротационный атмосферный вискозиметр OFITE Model 900;
Машина для определения прочности материалов при изгибе и сжатии – MATEST 160 N;
Весы электронные.
Мешалка постоянной скорости фирмы OFITE Model 20, предназначена для приготовления тампонажных растворов согласно стандарту Американского нефтяного института (API).
Консистометр атмосферный OFITE Model 60;
Прибор для определения сроков схватывания цементных растворов - игла Вика.

Қосымша Б (Жалғасы)

Основные результаты исследования:

1. Разработан новый состав тампонажного раствора с низкой водоотдачей для повышения качества цементирования нефтяных и газовых скважин месторождений Казахстана с применением ПАК.

2. Обоснована эффективность понизителя водоотдачи ПАК и целесообразность применения тампонажного раствора с применением полиэлектrolита катионного (ПАК).

3. По результатам проведенных исследований подготовлена статья для публикации в журнале, индексируемом в SCOPUS и принято участие в международной научно-технической конференции «Современные технологии в нефтегазовом деле», Россия, г. Октябрьский, 2017г, где выступил с докладами и опубликовал три статьи в сборнике трудов этой конференции (материалы конференции прилагаются).

Выводы:

1. Реагенты – полиэлектrolиты являются эффективными добавками для регулирования фильтрационных свойств тампонажных растворов и позволяют повысить прочность получаемого камня.

2. Для регулирования реологических свойств тампонажных растворов с добавками катионных полиэлектrolитов предложено использование пластификатора поликарбоксилатного типа ReoTeck 8100.

3. Дезинтеграторная обработка порошкообразного катионного полиэлектrolита совместно с цементом увеличивает скорость растворения реагента и повышает его эффективность, однако, при высоких скоростях обработки может происходить механическая деструкция полимеров.

4. Экспериментальные исследования изменения гидростатического давления столба цементного раствора на газовый пласт наиболее быстро происходит в бездобавочных цементах и зависит от начального водосодержания (В/Ц).

5. Экспериментальное изучение механизма возникновения газопроявлений при использовании различных тампонажных растворов показало, что растворы их бездобавочных цементов, не могут остановить миграцию газа через цементный раствор во время ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ).

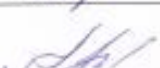
6. Показана взаимосвязь между кинетикой структурообразования, падением гидростатического давления столба на пласт и вероятностью возникновения газопрорыва через цементный раствор, что дает возможность разработки методики оценки газоблокирующих добавок.

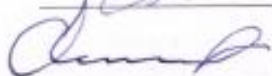
7. Использование катионных полиэлектrolитов позволяет предотвратить газопроявление через цементный раствор.

Подписи:

 Моргучев А.И.

 Хафизов А.Р.

 Агзамов Ф.А.

 Чанышев Н.Т.



KazMunaiGas
BURGYLAU

Заңдымекенжайы: 060016
Атырау қ., Геолог ауылы
Өндірістік аймағы телемұнара
құрылыс 28
Мекен-жайы: 060007 Атырау қ.
Махамбет Өтемісұлы 116Е

Legal address: 060016
Atyrau Geolog, Telemunar
Industrial Zone, Building 28
The actual address: 060007
Atyrau, U.Makhambet st. 116 E

BIN: 971140000323
KZ256010141000029905
+7 7122 76 33 60
info@kmgb.kz
www.kmgb.kz

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по производству
ТОО «СБП «КазМунайГаз- Бурение»



Хайруллин Н.
« » 2018 г

Акт

об опытно- производственном внедрении

результатов диссертационной работы Кабдушева Армана Арстангалиевича на тему «Повышение качества заканчивания скважин применением эффективных тампонажных материалов» по специальности 6D070800-Нефтегазовое дело.

1. Наименование внедренной разработки:

По рекомендаций и непосредственном участии А.А.Кабдушева во время его обучения в докторантуре НАО «Казахском национальном исследовательском техническом университете им К.И.Сатпаева» и одновременно с группой инженеров ТОО «СБП «КазМунайГаз-Бурение» предложены к реализации разработки для внедрения на месторождении **Ю.3. камышитовый и Новобогатинское Ю.В.** по следующим направлениям:

-Комплекс химических реагентов для получения тампонажных растворов с пониженной водоотдачей с требуемыми технологическими свойствами.

-Разработка и применение тампонажных растворов с пониженной водоотдачей для крепления обсадных колонн добывающих скважин с учетом горно-геологических особенностей месторождения.

2.Наименование региона и месторождения, на котором проведены внедрение и испытания.

Республика Казахстан, Атырауская область, Исатайский район, месторождения Ю.3. Камышитовый и Новобогатинское Ю.В.

Қосымша В (жалғасы)

3. Основные результаты внедрения:

Разработанные под руководством и непосредственным участии А.А. Кабдушева тампонажные составы успешно применены при цементировании следующих обсадных колонн:

- техническая колонна 244,5мм для раствора плотностью 1,85 г/см³

на месторождении **Ю.3. Камышитовый.**

- эксплуатационная колонна 168,3мм для раствора плотностью 1,85,-1,89 г/см³

на месторождении **Новобогатинское Ю.В..**

Работы по цементированию обсадных колонн скважин с использованием разработанных тампонажных составов продолжаются.

По результатам проведения АКЦ было установлено:

- Тампонажный материал поднят до устья
- Разрыв сплошности цементного камня по стволу скважины отсутствуют

Качество контакта цементного камня с обсадной колонной хорошее.

В результате внедрения разработанных тампонажных составов в сочетании с инженерно – технологическим сопровождением работ по креплению скважин достигнуто повышение на 17-19% доли сплошного контакта цементного камня с сопредельными средами.

Ведущий инженер лаборатории
ТОО «СБП «КазМунайГаз- Бурение»



Дуйсенов Д.

Заместитель генерального директора
по производству
ТОО «СБП «КазМунайГаз- Бурение»



Хайруллин Н.