

УДК: 544.6.018.47-03: 622.245.422.4; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.04>
<https://orcid.org/0000-0003-3579-9054>

БАЗАЛЬТТЫҚ ФИБРА ҚОСЫЛҒАН ЦЕМЕНТ ТАСЫНЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ



А.А. КАБДУШЕВ,
PhD, «Мұнай, газ және тау-кен ісі»
кафедрасының меңгерушісі,
arman-kz@mail.ru

М.Х. ДУЛАТИ АТЫНДАҒЫ ТАРАЗ ӨҢІРЛІК УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 080012, Тараз қ., Төле би көшесі, 60

Пайдалану тізбегін цементтеудің сапасын қамтамасыз етудің талаптардың ішіндегі ұңғыманы пайдалану кезінде цемент тасының тұтастығын қамтамасыз ету мәселесі ерекше орын алады. Мәселені шешуде көптеген әдістер ұсынылғанмен, цемент тасының сапасын, әсіресе динамикалық жүктемелерге төзімділігін арттыру қажет етіледі. Осыған байланысты, тығындау тастарының деформациялық орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында базальттық фибраны қолдану арқылы тығындау тастарының құрамы сыналды. Цемент тасының деформациялық орнықтылығы Мицис-200-3 аспабында зерттелді. Эксперименттік зерттеулер негізінде базальттық фибраның 0,5% шоғырланудағы қоспасы цемент ерітінділерінің технологиялық қасиеттеріне қойылатын талаптарды сақтап, цемент тасының деформациялық орнықтылығын қамтамасыз етті.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: ұңғыма, цементтеу, тығындағыш цемент ерітіндісі, деформациялық орнықтылық, ұңғыманың түбі, тығындау тасы, фибра.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ

А.А. КАБДУШЕВ, PhD, зав. кафедрой «Нефтегазовое и горное дело», arman-kz@mail.ru

ТАРАЗСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ М.Х. ДУЛАТИ,
Республика Казахстан, 080014, г. Тараз, ул. Төле би, 60

Среди требований обеспечения качества цементирования эксплуатационной цепи особое место занимает вопрос обеспечения целостности цементного камня при эксплуатации скважины. Несмотря на то, что предлагается множество методов решения проблемы, необходимо повысить качество цементного камня, особенно его устойчивость к динамическим нагрузкам. В связи с этим с целью обеспечения деформационной устойчивости тампонажных камней испытан состав тампонажных камней с применением базальтовой фибры. Деформационная устойчивость цементного камня исследована на приборе Мицис-200-3. На основе экспериментальных исследований смесь базальтовой фибры в концентрации 0,5% обеспечивала деформационную устойчивость цементного камня, соблюдая требования к технологическим свойствам цементных растворов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: скважина, цементирование, тампонажный цементный раствор, деформационная устойчивость, дно скважины, тампонажный камень, фибра.

INVESTIGATION OF THE DEFORMATION STABILITY OF CEMENT STONE WITH THE ADDITION OF BASALT FIBER

A.A. KABDUSHEV, PhD, Head of Petroleum and Mining Department, arman-kz@mail.ru

TARAZ REGIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER M.H. DULATY,
60 Tole bi Street, Taraz, 080014, Republic of Kazakhstan

Among the requirements for ensuring the quality of cementing of the production chain, a special place is occupied by the issue of ensuring the integrity of the cement stone during the operation of the well. Despite the fact that many methods of solving the problem are proposed, it is necessary to improve the quality of cement stone, especially its resistance to dynamic loads. In this regard, in order to ensure the deformation stability of grouting stones, the composition of grouting stones with the use of basalt fiber was tested. The deformation stability of cement stone was studied on the device Micis-200-3. Based on experimental studies, a mixture of basalt fiber in a concentration of 0.5% ensured the deformation stability of cement stone, observing the requirements for the technological properties of cement mortars

KEY WORDS: well, cementing, grouting cement mortar, deformation stability, well bottom, grouting stone, fiber.

Кіріспе. Мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде ұңғыманы аяқтау жұмыстарының дұрыс орындалуы кейін ұңғыманы пайдалануда туындайтын мәселердің алдын алады. Ұңғыманы аяқтаудың маңызды кезеңі түп маңында орналасқан шегендеу тізбегі сапалы цементтеу болып саналады [1-5]. Өйткені осы өнімді қабат интервалында орналасқан пайдалану пайдалану құбыры арқылы перфорациялау жұмыстары, флюидті ұңғымаға шақыру, қабаттағы флюидтің ұңғымаға енуі, қабатқа қышқыл айдау, қабатты сұйықтықпен жару сияқты көптеген процестер жүреді. Сондықтан өнімді қабат маңындағы пайдалану құбырын цементтеу барысында белгілі талаптар қойылады:

- түп маңы аймағындағы коллектордың табиғи өткізгіштігін сақтап қалу[1,3,5];
- цементтеу барысында аппараттардың болмауын алдын алу [2,4,6];
- ұңғыманы пайдалану кезінде цемент тасының тұтастығын қамтамасыз ету;

Ұңғыманы пайдалану кезінде цемент тасының тұтастығын қамтамасыз ету мәселесі өте маңызды болып табылады. Жалпы тампонаждық портландцемент дифформациялық орнықсыздығымен сипатталады, яғни динамикалық жүктеме-

лерге қарсы тұру мүмкіндігі төмен. Мысалы негізгі динамикалық жүктемелердің түрлері мыналар:

- цементтеуден кейін сапасын тексеру мақсатында жүргізілетін қысыммен тексеру жұмыстары;
- цементтеу тығынын бұрғылау кезінде;
- ұңғыманы тереңдету мақсатында қосымша бұрғылауда;
- шегендеу тізбегін перфорациялау (немесе өнімді қабатты екінші рет ашу деп те атайды бұл процесті) [7];
- ұңғыманы игеруде;
- гидравликалық жарылыс жасау кезінде.

Мысалы, шегендеу тізбегін перфорациялауда радиалды бұрғылау технологиясын немесе перфорациялаудың фрезалаушы, бұрғылаушы әдістерін қолдану арқылы цемент тасының бұзылуын азайту немесе болдырмау шараларын қолданған жөн [8]. Түп маңы аймағының өткізгіштігін жоғарылату мақсатында қабатты сұйықтықпен жару кезінде радиалды бұрғылау технологиясын қолданып, перфорацияланған тесіктер арқылы жарықшақтардың дамуына бағыт беру арқылы цемент тасына түсетін жүктемені азайтуға болады [9]. Дегенмен, осы екі жағдайда шегендеу тізбегі, және оның сыртындағы цемент тасы үлкен жүктемелерге ие болады. Бірақ көптеген ғалымдар өздерінің жұмыстарында [7] ұңғыманы екінші ретті ашуға қарағанда гидравликалық жарылыс кезінде цемент сақинасында 30 МПа дейінгі үлкен жүктемелер туындайды деп тұжырымдайды. Бірақ кумулятивті перфорация кезінде [10,11] еңбектердегі мәліметтер бойынша қабатты сұйықтықпен жаруға қарағанда 10 есе жоғары, яғни 300 МПа-ға дейінгі динамикалық жүктемелерді цемент тасы қабылдайды.

Бұзылған цемент тасы ұңғыманы пайдалану кезінде көптеген мәселелерге алып келеді: ұңғымаға жоғары немесе төменгі қабат суларының енуі, яғни ұңғыма өнімінің алдын ала сулануы немесе ұңғыманың түбіне су жиналудың нәтижесінде ұңғыманың өзін өзі басуы; қолданылатын технологиялардың тиімсіздігі, немесе тиімділігінің салыстырмалы түрде төмен болуы; ұңғыма шығымының төмендеуі.

Аталған мәселердің барлығы көп жағдайда, яғни тампонаждық ерітінділердің сапасын жоғарылату немесе белгілі бір күрделі жағдайдың мәселесін шешу тек оның құрамына әртүрлі қоспаларды қолданып, модификациялау арқылы қол жеткізіледі. Бірақ ұңғыманы пайдалану кезінде цемент тасының тұтастығын қамтамасыз етуде қоспалардан бөлек фибра талшықтарын қосу жақсы нәтиже беретіндігі дәлелденді [12,13].

Жалпы алғанда, мұнай газ саласындағы, соның ішінде тампонаждық материалдарды дайындауда талшықтардың қолданылуы құрылыс саласынан, яғни бетондардың беріктілігін арттыруда болат сымдардың қолданылуынан таралған [14]. Әрине физикалық сипаттамалары мен өлшемдеріне байланысты болат сымдар ұңғыманы цементтеудегі ерітінділерге қолданылуы мүмкін емес болғанмен, негізгі ой тампонаждық ерітінділердің құрамына талшықтардың қолданылуына түрткі болды.

Фибра талшықтарының қолданылуы жолдары, оның тампонаждық материалдарға тиімді әсері А.И. Булатовтың, Д.Ф. Новохатовскийдің, П.Ф. Париновтың және Ф.А. Агзамовтың еңбектерінде терең қарастырылған [12]. Сонымен бірге органи-

калық негіздегі, кремнийден тұратын және полипропилендік фибралар шет елдік көптеген ғалымдарменде зерттелген [13-18]. Жоғардағы аталған мәселелердің негізінде бұл жұмыстың мақсаты құрамында базальттық фибралардың тампонаждық тастың деформациясына әсерін зерттеу болып табылды.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Тампонаждық тастың беріктік қасиеттерінің өзгеруі фибра талшықтарының концентрациясы мен түріне байланысты. Мысалы, базальттық, полимерлік, асбесттік негіздегі фибра түрлері бар. Қосымша тампонаждық материалдарға фибраның геометриялық пішіні мен оның өлшемдері де әсер етеді. Сондықтан фибра талшықтарының физикалық сипаттамаларын білген жөн (кесте 1).

Композициялық материалдардың теориясы бойынша көп компоненттік материалдардың өзіне қабылдайтын кернеулердің таралуы құрамына енгізілетін заттардың көлемдік концентрациясымен және сонымен бірге материалдың серпімділік модулдерінің қарым-қатынасында әсері арқылы да анықталады.

$$C_{крит} = \frac{\sigma_M^t}{\mu_0 \cdot \mu_v \cdot \sigma_f^t}, \quad (1)$$

мұндағы σ_M^t – цемент тасының керілуге беріктік шегі; σ_f^t – фибра талшығы матрицасының керілуге беріктік шегі; μ_0 – талшықтың орналасу коэффициенті; μ_v – ілінісу коэффициенті.

Нәтижелер және оларды талқылау. Жоғарыдағы келтірілген теңдік бойынша фибра концентрациясы мен оның цемент тасының беріктілік қасиеттеріне әсері кернеулерге қатысты талшықтардың орналасуына тәуелді. Ұңғыманың сыртындағы кеңістіктегі цемент тасының бойында әртүрлі жүктемелер әсерінен әртүрлі бағытта әртүрлі кернеулер туындайды. Сондықтанда цемент тасының бойында талшықтардың орналасуы әртүрлі бағытта болғандығы тиімділікті арттырады.

Сонымен бірге фибра талшықтарының адгезиясы да үлкен роль атқарады. Талшықтың цемент тасына қатысты адгезиясы жоғары болған сайын ілінісу коэффициенті жоғары болады.

Цемент тасында жарықшақтың түзілуі мен бұзылу процесіне талшықтардың ұзындықтары үлкен әсерін тигізеді.

Кесте 1 – Фибра талшықтарының физикалық сипаттамалары

Талшық	Тығыздығы, г/см ³	Керілуге беріктілігі, МПа	Серпімділік модулі, ГПа	Керілу кезіндегі ұзару, %
Асбест	2,60	910 – 3100	68 – 70	0,6 – 0,7
Шыны талшықтары		1800 – 3850	7 – 8	1,5 – 3,5
Болат талшықтар	7,80	600 – 3150	190 – 210	3 – 4
Көміртегі	2,00	2000 – 3500	200 – 250	1 – 1,6
Карбон	1,63	1200 – 4000	280 – 380	2 – 2,2
Базальт	2,65	1600 – 3200	7 – 11	1,4 – 3,6
Полиэтилен	0,95	600 – 720	1,4 – 4,2	10 – 12
Нейлон	1,10	770 – 840	4,2 – 4,5	16 – 20
Акрил		210 – 420	2,1 – 2,15	25 – 45
Полипропилен	0,90	400 – 770	3,5 – 10	15 – 25
Хлопок	1,50	420 – 700	4,9 – 5,1	3 – 10
Полиамид	0,90	720 – 750	2	24 – 25
Цемент тасы	-	3 – 7	10 – 45	0,02 – 0,04

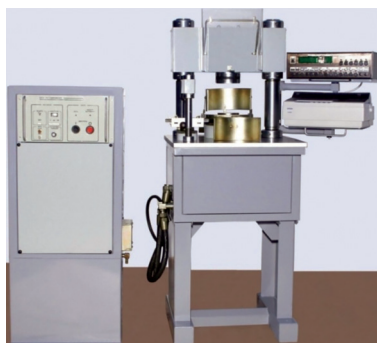
Зерттеу нысаны ретінде мақаланың тақырыбына сай базальттық фибра тандырылып алынды. Қосымша бұл фибра талшықтары құрылыс материалдарының нарығында кеңінен таралған фибра болып табылады. Базальттық талшықтың негізгі сипаттамалары төмендегі 2 кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Базальт негізіндегі фибра талшықтарының физикалық қасиеттері

Көрсеткіштің аталуы	Рұқсат етілген нормадағы мәндердің көрсеткіштері
Талшықтарыдың ең кіші диаметрі, мкм	20
Талшықтардың ең үлкен диаметрі, мкм	400
Талшықтардың орташа диаметрі, мкм	200±
Талшық кескінінің ұзындығы, мм	6,12,18,24±
Ылғалдың массалық үлесі, шамадан көп емес	0,3
Борпылдақ массаның салмағы, кг/м ³	70-80
Химиялық орнықтылығы (3 сағат қайнатқан соң сламғын жоғалтуы, г):	
- суда қайнаған жағдайда	1,6
- натрий оксидінде қайнағанда	2,75
- тұз қышқылында қайнағанда	2,2
Жұмыс температурасы, °С	- 270 ден +750 ге дейін

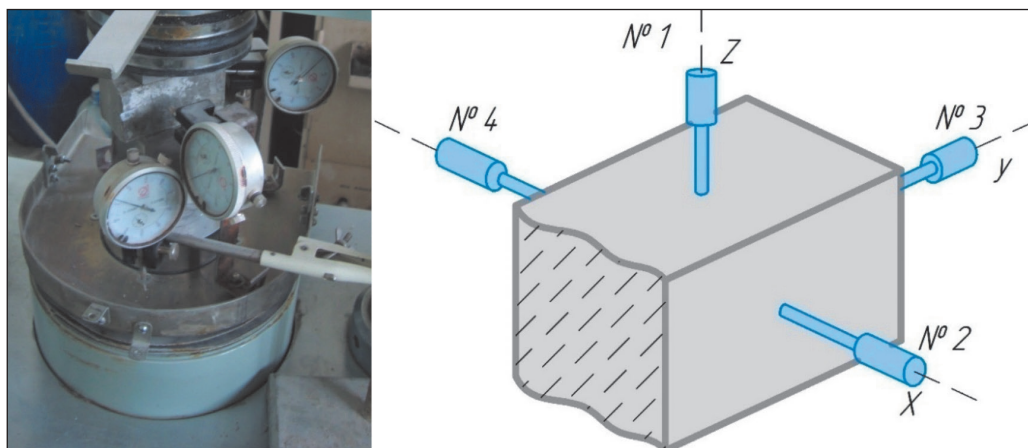
Цемент тасының беріктігін МЕСТ1581-96 бойынша анықталды. Сонымен бірге жүктеу кезіндегі деформация да есепке алынды. Тампонаждық тастың беріктігін есептеуде келесі рецептурадағы тығындау ерітінділері сынақтан өткізілді. Су–цемент қатынасы 0,5 ке тең. Сынақтың барлығы портландцементпен жүргізілді, ал базальттық фибра 0,1 %; 0,5 %; 1 %; 2 % мөлшерінде қосылып отырды [19].

Цемент тасының үлгісін беріктікке сынау 2,7 және 14 тәулікте жүргізілді. Цемент тасын су астынан шығарған соң Мицис-200-3 аспабында сынақтан өтті. Осы аспапта сығылуға және иілуге беріктігін сынаумен қатар, ол үлгілердің деформациясы бойынша өлшеу жұмыстары жүргізілді. Мицис-200-3 қондырғыны сағат түріндегі индикаторлармен модернизацияланды (сурет 1).



Сурет 1 – Мицис-200-3 аспабы

Деформацияны анықтаудың принципалдық сұлбасы төмендегі суретте келтірілгендей, цемент тасының үлгісіндегі деформацияны сағат түріндегі индикаторлармен тіркейді (сурет 2).



Сурет 2 – Сағат түріндегі индикаторлар және цемент тасының үлгісіндегі деформацияны сағат түріндегі индикаторлармен тіркеу сұлбасы.

Ең үлкен жүктеме сандық басқару панелінде көрініп, тіркеледі. Сонымен бірге, зерттеу нәтижелерін есепке алу жүргізіледі. МИЦИС-200-3 аспаптың техникалық сипаттамасы төмендегі 3 кестеде келтірілген.

Кесте 3 – МИЦИС-200-3 аспабының техникалық сипаттамасы

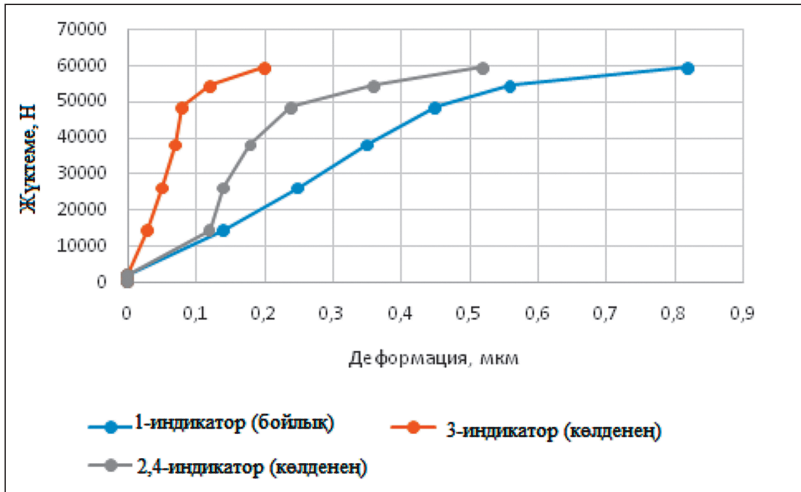
Көрсеткіштер	Өлшемдердің шамасы
Иілуге кететін ең үлкен жүктеме, кН	10
Иілудегі кеткен жүктеменің өлшеу диапазоны, кН	1-10
Сығылуға кеткен ең үлкен жүктемесі, кН	200
Сығылуға кеткен жүктеменің өзгеру диапазоны, кН	20-200
Жүктеменің жылдамдығы:	
- иілу	50 Н/с
- сығылу EN196-1 бойынша	2400 Н/с
- сығылу ГОСТ 310.4 бойынша	5000 Н/с

Нәтижелер және талқылау. Беріктілік қасиеттерін зерттеу бойынша эксперименттердің нәтижелері төменде 4 кестеде және 3-10 суреттерде келтірілген.

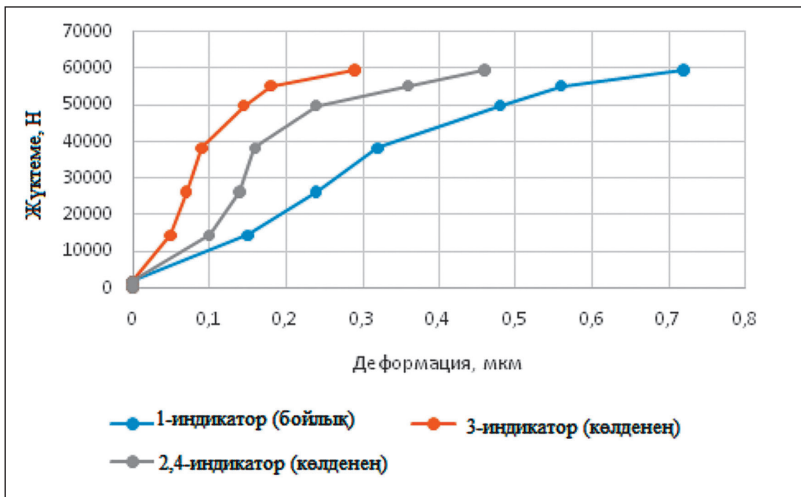
Кесте 4 – Қатудың әртүрлі мерзімінде және базальттық фибраның әртүрлі концентрациясында цемент тасының беріктігін анықтау бойынша жүргізілген эксперименттердің нәтижелері

Фибраның пайыздық мөлшері	Сығылуға беріктік шегі, Н/мм ²			Иілуге беріктік шегі, Н/мм ²		
	2 тәулік	7 тәулік	14 тәулік	2 тәулік	7 тәулік	14 тәулік
ПЦТ	24,50	39,79	37,47	6,04	5,67	6,68
ПЦТ + 0,1 %	23,59	29,94	38,36	4,32	5,83	5,79
ПЦТ + 0,5 %	23,66	26,95	41,58	5,31	5,17	7,43
ПЦТ + 1 %	23,67	30,72	38,18	4,94	6,01	4,71
ПЦТ + 2 %	23,43	33,34	27,84	5,65	5,41	5,69

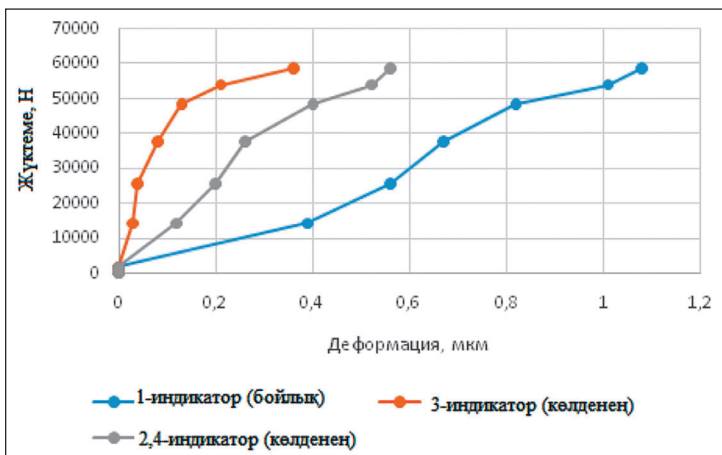
Цемент тасының беріктігін анықтаған соң, фибраның әртүрлі концентрациясындағы қосылғандағы әр индикатор бойынша цемент тасының деформациясы анықталды. Нәтижелері 3-10 суреттерде келтірілді.



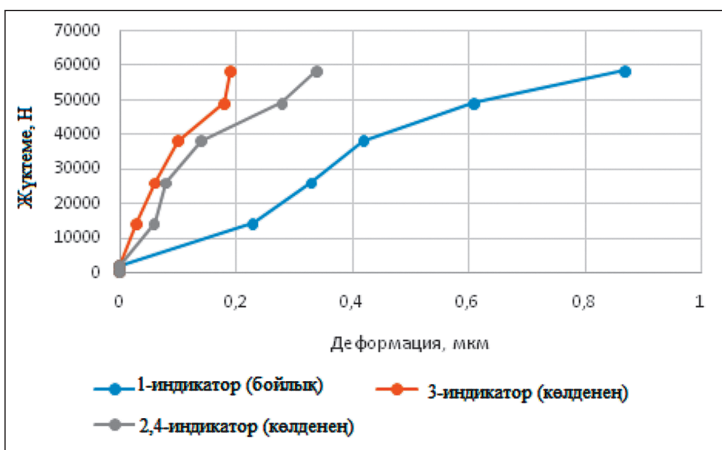
Сурет 3 – Қоспасыз таза цемент тасының әр индикатор бойынша деформациясы



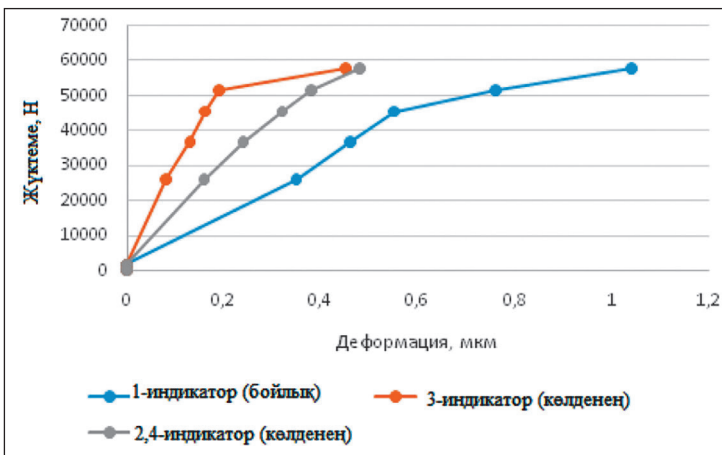
Сурет 4 – Фибра 0,1 % қосылғандағы әр индикатор бойынша цемент тасының деформациясы



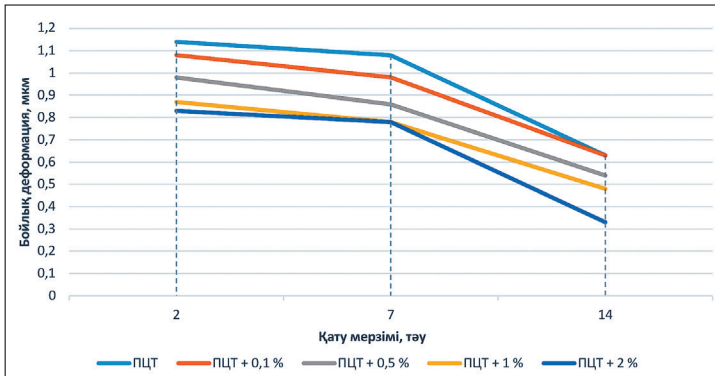
Сурет 5 – Фибра 0,5 % қосылғандағы әр индикатор бойынша цемент тасының деформациясы



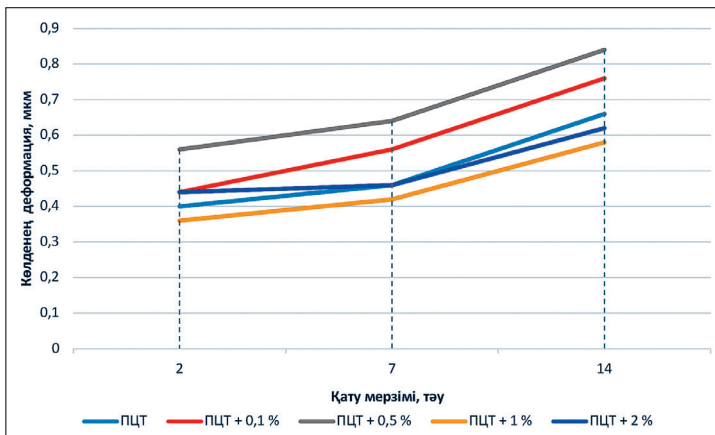
Сурет 6 – Фибра 1 % қосылғандағы әр индикатор бойынша цемент тасының деформациясы



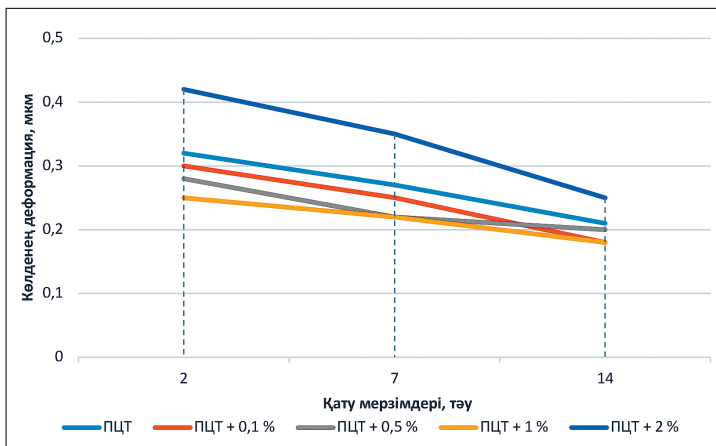
Сурет 7 – Фибра 2 % қосылғандағы әр индикатор бойынша цемент тасының деформациясы



Сурет 8 – Фибраның әртүрлі концентрациясындағы бойлық деформацияның цементтің қату мерзіміне тәуелділігінің графигі



Сурет 9 – Фибраның әртүрлі концентрациясындағы екінші және төртінші индикаторлар бойынша көлденең деформацияның цементтің қату мерзіміне тәуелділігінің графигі



Сурет 10 – Фибраның әртүрлі концентрациясындағы үшінші индикатор бойынша көлденең деформацияның цементтің қату мерзіміне тәуелділігінің графигі


Тығындау ерітінділерін базальттық фибрамен шырмалау цемент тасының бұзуға дейінгі деформациялық орнықтылығын жоғарылатады. Кейбір жағдайларда фибра талшықтарының концентрациясы жоғарылаған сайын өскенмен, қату мерзімі артқан сайын деформациясы төмендейді. Бұл цемент матрицасының нығаюымен байланысты. Дегенмен, қатудың әртүрлі мерзімінде және базальттық фибраның әртүрлі концентрациясында цемент тасының беріктігін талдай отырып, сығылу мен иілу бойынша беріктік шегінің ең тиімді концентрациясы 0,5% болғанын көруге болады (кесте 4).

Қорытынды

1. Шырмалаушы талшықтары бар цемент тасының бұзылуы базальттық цемент тастың бұзылу сипатынан ерекшеленеді. Әдеттегі құрамдағы цемент тасының бұзу нәтижесінде ірі жарықшақтар мен үлкен сынықтар пайда болып, цемент тасы морт сынады. Шырмалаушы қоспасы бар цемент тасын бұзғанда жергілікті жарықшақтар пайда болады және сынған бөлшектер формасы кіші-гірім болады. Бұл дегеніміз шырмалаушы қоспасы бар цемент тасын бұзу үшін үлкен энергия қажет екендігін білдіреді.

2. Тампонаждық тасты фибра талшықтарымен шырмалау оның тек беріктік қасиеттерін ғана емес, сонымен бірге оның пластикалық қасиеттерін де жоғарылатады. Шырмалаушылармен жүргізілген зерттеулерде сығылу мен иілуге беріктілік шегін 11 пайызға жоғарылатуға мүмкіндік болды. Бұл цементтік матрицаның құрамындағы әртүрлі бағытта орналасқан талшықтар жүктелудің бастапқы кезеңде цемент тасына күшті толық түсірмей, цемент тасына түсетін сыртқы жүктемені өзіне қабылдайды.

3. Эксперименттік зерттеулер нәтижесі бойынша ең тиімді нәтижелер базальттық фибра талшығын 0,5 % шамасында қосқанда қол жеткізілді. Осы нәтижеде цемент тасы ең үлкен беріктік сипаттамаларға ие болды және цемент ерітіндісінің аққыштық қасиеті бұзылмады.

4. Базальттық фибра талшығынан басқа, құрылыс индустриясында полипропилендік және асбесттік фибра кеңінен таралғандықтан, басқа да фибра талшықтарын зерттеуді қажет етеді. Өйткені фибраның әр түрі өзіне тән артықшылықтар мен кемшіліктерге ие болғандықтан әрқайсысының цемент тасының беріктік қасиеттеріне және тампонаждық ерітіндінің аққыштығына әсерін зерттеу қажет. 

Мақала ИРН АР09058636 "Дифференциалды қасиеттері бар тампонаждық ерітінділерді жасау" жобасы аясында дайындалған. Жобаны қаржыландыру көзі – Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі болып табылады.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Agzamov F.A., Kabdushev A.A., Komleva S.F., Bayutenov N.A. Use of cement slurries with reduced fluid loss for well cementing in Kazakhstan // Pollution Research. – 2016. – Vol. 35, №4. – P. 241-246.
- 2 Кабдушев А.А., Агзамов Ф.А., Исмаилов А.А. Применение новых полиэлектролитов для предотвращения газопроявления во время ожидания затвердевания цемента // Вестник КБТУ. – 2018. – №3 (52). – С. 177-182. [Kabdushev A.A., Agzamov F.A.,

- Ismailov A.A. Primenenie novyh polielektrolitov dlya predotvrashcheniya gazoprovyavlenii vo vremya ozhidaniya zatverdevaniya cementa // Vestnik KBTU. – 2018. – №3 (52). – S. 177-182.]
- 3 Agzamov F., Kabdushev A., Ismailov A., Betzhanova A., Karabaeva A. Polyelectrolytes Efficiency in grout property regulation // Key engineering materials. – 2018. - Vol. 771. – P.9-23.
 - 4 Al-Yami A.S., Nasr-El-Din H.A., Al-Humaidi A. An innovative cement formula to prevent gas migration problems in HP/HT wells // SPE.- 2009. <https://doi.org/10.2118/120885-MS>. 16.04.2018.
 - 5 Агзамов Ф.А., Исмаилов А.А., Кабдушев А.А., Бекмуратов М.М. Применение поли-электролитов для устранения осложнений, связанных с фильтрацией цементных растворов // Нефть и газ. – 2018. - №3(105). – С. 74-88. [Agzamov F.A., Ismailov A.A., Kabdushev A.A., Bekmuratov M.M. Primenenie polielektrolitov dlya ustraneniya oslozhnenij, svyazannyh s fil'traciej cementnyh rastvorov // Neft' i gaz. – 2018. – №3 (105). – S. 74-88.]
 - 6 Хабиров В.А., Шуть К.Ф. Эффективность минеральных расширяющих добавок в качестве блокаторов поступления пластового флюида на раннем этапе формирования цементного камня. «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». № 3(351), 2022 . DOI: 10.33285/0130-3872-2022-3(351)-35-41. [Xabirov V.A., Shut' K.F. E'ffektivnost' mineral'ny'x rasshiryayushhix dobavok v kachestve blokatorov postupleniya plastovogo flyuida na rannem e'tape formirovaniya cementnogo kamnya. «Stroitel'stvo neftyany'x i gazovy'x skvazhin na sushe i na more». № 3(351), 2022 . DOI: 10.33285/0130-3872-2022-3(351)-35-41]
 - 7 Ишбаев Г.Г. Разработка тампонажных материалов повышенной ударной прочности // Бурение & нефть. – 2015. – № 9. – С. 38-41. [Ishbaev G.G. Razrabotka tamponazhnyh materialov povyshennoj udarnoj prochnosti // Burenie & neft'. – 2015. – №9. – S. 38-41.]
 - 8 Распопов А.В., Новокрещенных Д.В. Анализ результатов применения методов интенсификации на карбонатных коллекторах месторождений Пермского края // Недропользование. – 2014. – №10. – С. 70-79. [Raspopov A.V., Novokreshchennyh D.V. Analiz rezul'tatov primeneniya metodov intensivikacii na karbonatnyh kolektorah mestorozhdenij Permskogo kraja // Nedropol'zovanie. – 2014. – №10. – С. 70-79.]
 - 9 Шиян С. Анализ применения технологии направленного гидроразрыва пласта на гриньковском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 2. – С. 265–276. [Shiyan S. Analiz primeneniya tekhnologii napravlennogo gidrorazryva plasta na grin'kovskom neftyanom mestorozhdenii // Bulatovskie chteniya. – 2021. – Т. 2. – S. 265–276.]
 - 10 Агзамов Ф.А. Моделирование динамических воздействий на крепь скважины на основе метода конечных элементов // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 4. – С. 18-24. [Agzamov F.A. Modelirovanie dinamicheskikh vozdeystvij na krep' skvazhiny na osnove metoda konechnyh elementov // Neftegazovoe delo. – 2011. – № 4. – S. 18-24.]
 - 11 Самсыкин А.В. Применение армирующих добавок при повышении герметизирующей способности цементного камня в крепи скважин // Бурение и нефть. – 2007. – № 2. – С. 36–38. [Samsykin A.V. Primenenie armiruyushchih dobavok pri povyshenii germetiziruyushchej sposobnosti cementnogo kamnya v krep'i skvazhin // Burenie i neft'. – 2007. – № 2. – S. 36–38.]
 - 12 Агзамов Ф.А., Тихонов М.А., Каримов Н.Х. Влияние фиброармирования на свойства тампонажных материалов // Территория Нефтегаз. – 2013. – №4. – С. 24-28. [Agzamov F.A., Tihonov M.A., Karimov N.H. Vliyanie fibroarmirovaniya na svojstva tamponazhnyh materialov // Territoriya Neftegaz. – 2013. – №4. – С. 24-28.]
 - 13 Кабдушев А.А., Агзамов Ф.А. О требованиях к тампонажным материалам для крепления нагнетательных скважин // Нефть и газ. – 2022. – №3. – С. 43-53. [Kabdushev A.A.,

- Agzamov F.A. O trebovaniyah k tamponazhnym materialam dlya krepleniya nagnetatel'nyh skvazhin // *Neft' i gaz*. – 2022. – №3. – S. 43-53.]
- 14 Матвейко Н.П., Зарапин В.Г., Артимович В.С. Модифицирование поверхности стальной фибры для дисперсного армирования бетона // *Вестник витебского государственного технологического университета*. – 2017. – №1 (32). – С. 25-34. [Matvejko N.P., Zarapin V.G., Artimovich V.C. Modificirovanie poverhnosti stal'noj fibry dlya dispersnogo armirovaniya betona // *Vestnik vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2017. – №1 (32). – С. 25-34.]
 - 15 Shi G., Liu, Gao W.Y. Modifying Set Cement Performance for Improving Cementing Job Quality // *International Meeting on Petroleum Engineering*. – 1995. – Vol. 1, n 335. – P. 342
 - 16 Heinold T., Dillenbeck, R., Rogers M. The Effect of Key Cement Additives on the Mechanical Properties of Normal Density Oil and Gas Well Cement Systems. *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, 2002*.
 - 17 Maskary Al, Halim S., Menhali A.A., Al S. Curing Losses While Drilling & Cementing. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, 2014*.
 - 18 Ahmed A., Gajbhiye R., Elkatatny S., Muhammad R. et all. Enhancing the Cement Quality Using Polypropylene Fibers, 2018.
 - 19 Муксинов Р., Агзамов Ф.А., Кабдушев А.А., Повышение деформационной устойчивости цементного камня фибро волокном / *Материалы Международной научно-практической конференции студентов «Молодой ученый»*. – Тараз: Dulaty university, 2022. – 264 с. [Muksinov R., Agzamov F.A., Kabdushev A.A., Povyshenie deformatsionnoj ustojchivosti cementnogo kamnya fibro voloknom / *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov «Molodoj uchenyj»*. – Taraz: Dulaty university, 2022. – 264 s.]