

FTAMP 67.09.31

А.А. Сағындықов¹ - негізгі автор, | ©
Б.А. Нұрлыбаев², А.О. Меирманов³, Е. Жаппар⁴¹Техн. ғылым. д-ры, профессор, ²Техн. ғылым. канд., доцент, ³Магистр,
⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1812-5739>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1849-8818>;³<https://orcid.org/0009-0002-2801-9638>; ⁴<https://orcid.org/0009-0001-0568-5614>^{1,2,3,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹ernur.abutalipov98@mail.ru<https://doi.org/10.55956/GOKU4360>

БАЗАЛЫТ ТАЛШЫҚТЫ КӨБІК БЕТОН

Аңдатпа. Көбік бетонның технологиялық және физикалық-механикалық қасиеттерін дисперсті арматурамен, соның ішінде базальт талшығын қолдану арқылы жақсартуға болады. Араластыру уақытынан және су-цемент қатынасынан дисперсті-күшейтілген көбік-бетон қоспаларының қозғалғыштығының өзгеруін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Тығыздығы 600кг/м³ дисперсті-арматураланған көбік бетонның иілу кезіндегі беріктігі жоғары шегіне қол жеткізілді (1,3МПа дейін).

Тірек сөздер: базальт талшығы, талшықты көбік бетон, технология, модельдеу, дисперсті арматура, су-цемент қатынасы.



Сағындықов, А.А. Базальт талшықты көбік бетон [Мәтін] / А.А. Сағындықов, Б.А. Нұрлыбаев, А.О. Меирманов, Е. Жаппар // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №3(81). – Б.136-142. <https://doi.org/10.55956/GOKU4360>

Кіріспе. Жылу оқшаулағыш ұялы бетон технологиясын жетілдіру зауыт жағдайында орташа тығыздығы 500кг/м³ дейінгі, қысу беріктігі 0,4...0,6 МПа және жылу өткізгіштігі 0,065–0,07 Вт/мК дейінгі бұйымдарды тұрақты алуға бағытталған.

Бұл өнімнің өзіндік құнын 40%-дан астам төмендетуге, жылу тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді [1-2]. Әлемдік тәжірибеде жылу оқшаулағыш көбік бетонын қолданудың мысалы 1975 жылдан бері әлемнің 40 елінде көбік бетон технологиясын енгізген неміс "Неопор" фирмасының өнімдері қолдану тапқан. Бұл және осыған ұқсас технологиялар Германия, Швеция, АҚШ, Оңтүстік Корея және т. б. елдерде кең таралған.

«Неопор-бетон» – цементтен, құмнан, судан және ақуыз көбік концентратын қолдану арқылы түзілген көбіктен тұратын ерітіндіні қатайту нәтижесінде алынған жеңіл ұялы бетон. Бетонның берілген тығыздығына компоненттердің арақатынасын өзгерту арқылы қол жеткізіледі. Шатырларды оқшаулау үшін «Неопор-бетон» қолданылған мыңдаған үйлер мен құрылыстар салынды (бетонның орташа тығыздығы 80-400 кг/м³), жердегі бос орындарды толтыру үшін (өндірілген шахталар, кәріз жүйелері және т.б., (тығыздығы 600-1000 кг/м³), қабырға блоктарын, плиталар мен панельдерді жасау үшін (тығыздығы 700-1400 кг/м³).

"МИНЕРАЛ" ЖАҚ (Украина), НИИСМ (Киев қ.) және Киев ҒТУ-мен бірлескен зерттеу нәтижелері бойынша [3] базальт талшығын бетондарды арматуралау үшін қолдану олардың маркалық беріктігін 30% -ке арттыруға, бетон қоспасының қабаттарға бөлінуін 40% дейін төмендетуге, бастапқы және соңғы қатаю уақытын 25% - ға қысқартуға мүмкіндік береді. Базальт талшығы сілтіге төзімді және бетонда ыдырамайды.

Автоклавсыз көбік бетондары өндірісте энергия шығыны аз, бірақ жоғары шөгу және төмен беріктік оларды құрылыста тиімсіз етеді. Көбік бетондарын синтетикалық талшықтармен дисперсті нығайту автоклавсыз көбік бетондарына тән кемшіліктерді жоюға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, көбік бетондарының дисперсті арматурасы бұл материалдарға бірқатар қосымша оң қасиеттер береді (1-кесте), атап айтқанда беріктігі жоғарылап, аязға төзімділігі жоғары және жылу өткізгіштігі төмендейді [4-5].

Кесте 1

Белгілі құрылыс материалдарымен салыстырғанда
фиброкөбікбетонның қасиеттері

Материал аты	Тығыз- дық, кг/м ³	Сығу беріктігі, МПа	Иілу беріктігі, МПа	Жылу өткізгіш- тігі, Вт/м ² С
Фиброкөбікбетон	200	0,5	0,2-0,3	0,05
	300	0,7-0,9	0,2-0,5	0,07
	400	1-1,2	0,5-0,8	0,09
	500	1,5-2	0,7-1	0,12
	600	2-2,5	0,9-1,3	0,14
	700	2,5-3,5	1,1-1,8	0,16
	800	3,5-5	1,5-2,8	0,18
	900	4-7,5	2-3,5	0,21
	1000	5-10	2,5-4,5	0,25
Толық денелі керамикалық қыш	1750	10-15	0,9-1,4	0,70
Қуысты керамикалық қыш	1250	10-15	0,9-1,4	0,58
Силикат қыш	1900	10-25	0,9-2,1	0,76
Қабырғалық көбік бетон	600	1,5-3	0,5-0,6	0,24
Керамзитті блок	900	3,5-7	0,3-0,8	0,45

Зерттеудің мақсаты – орташа тығыздығы D500–D600 және Hebel, Utong аналогтарына сәйкес келетін сапалық көрсеткіштері бар көбік-фибробетонның құрамын жасау. Жұмыста өндіріс кезінде энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін автоклавсыз технология қабылданды. Дисперсті арматураны қолдану қатаюдың ерте кезеңдерінде блоктардың шөгуін азайтуға, беріктігі мен пайдалану қасиеттерін жақсартуға бағытталған.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Дисперсті-арматураланған көбік бетондарын дайындауға арналған материалдар ретінде: "Жамбылцемент" өндірісінің ПЦ 400-Д0 портландцементі, Тараз қ.; шынайы тығыздығы $\rho_{ш.т.}=2,69$ г/см³, үйінді тығыздығы $\rho_{ү.т.}=1,26$ г/см³, ірілік модулі $M_i=2,2$ Айша бибі кен орнының құмы; ПБ-2000 көбіктендіргіші; микрофибра ретінде

ұзындығы 100...500 мкм және диаметрі 8...10 мкм базальт талшығы пайдаланылды (2-кесте). Базальт талшығы цемент салмағынан 1,5% мөлшерде алынды.

Кесте 2

Базальт талшығының сипатамалары

Сипатамалары	Мәндері
Талшықтың орташа диаметрі, мкм	8-10
Талшықтың орташа ұзындығы, мкм	100-500
Үйілме тығыздығы, кг/м ³	440-460
Ылғалдығы, %	1,5-2
Органикалық қоспалар мөлшері, %	1,5-2
Түсі	Ашық қоңыр

Базальт талшығы жұқа талшықтардан тұратыны анықталды. Олардың бетінде механикалық ақаулар болған жерлерде кристалдану орталықтары құрылып, цемент жүйесінің сфералық дәндерімен біріктірілген жұқа алты бұрышты тақталар мен ине тәрізді кристалдар желісі түзіліп, талшықтың дисперсті арматура ретіндегі әсерін одан әрі күшейтеді. Талшық қуыс құрылымға ие, гидратация өнімдері оның бүйір бөлігіне еніп, кристалды қосылыстар түзеді. Осының арқасында цемент тасының беріктігі артады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Тәжірибелер нәтижелері бойынша (3-кесте) регрессия коэффициенттері есептеліп, ерітінді қозғалғыштығы мен иілу беріктігінің су цемент қатынасына және араластыру уақытына тәуелділігінің теңдеулері алынды (1), (2).

$$K=31,0+4,0X_1^2-3,83X_2^2+2,83X_1+1,5X_2-1,5X_1X_2; \quad (1)$$

$$R_{и28}=1,1+0,075X_1^2-0,135X_2^2+0,14X_1+0,047X_2-0,01 X_1X_2, \quad (2)$$

мұндағы: K-дисперсті күшейтілген ерітінді қоспасының қозғалғыштығы, см

$R_{и28}$ - 28 тәулік жасында иілу кезіндегі беріктік шегі, МПа

X_1 - су-цемент (С / Ц) қатынасы;

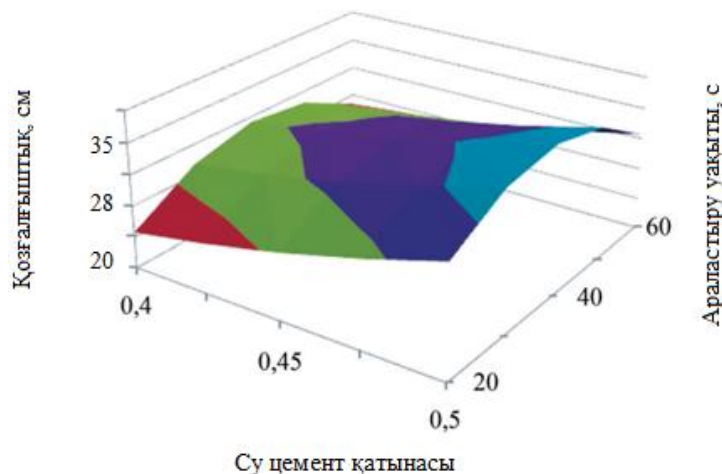
X_2 - компоненттерді араластыру уақыты, сек.

Кесте 3

Екі факторлы эксперименттің нәтижелері

Өзгермелі факторлар				Тәжірибе нәтижелері	
С/Ц		Араласу уақыты, с		Қозғалғыштық, см	Иілу беріктігі, МПа
код.	нат.	код.	нат.		
-1	0,4	-1	20	22	0,89
1	0,5	-1	20	30	1,1
-1	0,4	1	60	28	0,96
1	0,5	1	60	32	1,2
-1	0,4	0	40	29	0,98
1	0,5	0	40	34	1,3
0	0,45	-1	20	26	0,91
0	0,45	1	60	27	0,95
0	0,45	0	40	31	1,1

Қарастырылған факторларға байланысты дисперсті күшейтілген көбік бетон қоспасының қозғалғыштығының өзгеру динамикасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Дисперсті күшейтілген көбік бетон қоспасының құрамдас бөліктерінің С/Ц және араластыру уақытының оның қозғалғыштығының өзгеруіне әсері

Араластырудан кейін қоспаның қозғалғыштығын арттырудың ең үлкен әсері $S/C=0,5$ кезінде неғұрлым жылжымалы қоспаларда байқалады. $S/C=0,4$ және $S/C=0,45$ үшін ерітіндінің қозғалғышы төменірек болады.

Тәжірибе нәтижелерінен қоспаның қозғалғыштық мәнінің өзгеруіне араластыру уақыты да әсер ететіндігі анықталған.

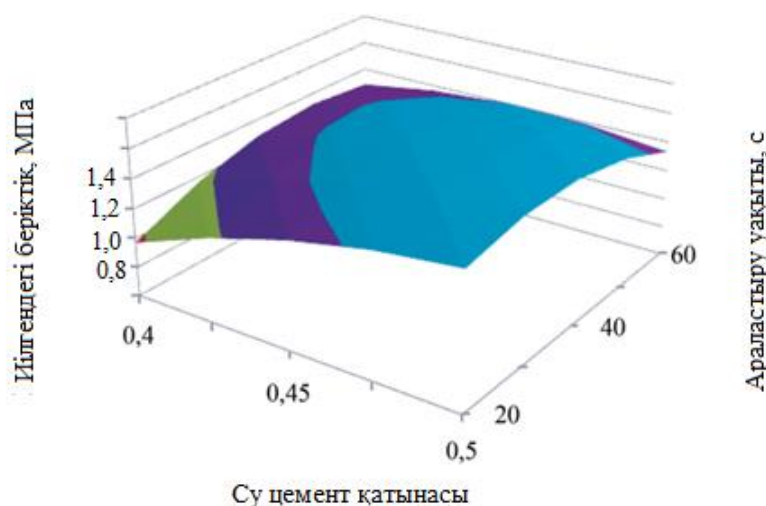
Араластыру уақыты 20-дан 40 с-қа дейін ұлғайған кезде дисперсті күшейтілген ерітінді қоспасының қозғалғыштығының артуы байқалады, алайда араластыру уақыты одан әрі ұлғайған кезде (60 с) кері көрініс пайда болады, атап айтқанда $S/C=0,5$ және $S/C=0,45$ қоспаларында көрсетілген уақыттан кейін қозғалғыштықтың төмендеуі көп байқалады.

Араластыру уақыты 40-қа дейін ұлғайған кезде қоспаның тұтқырлығы төмендейді, бұл қозғалғыштықтың жоғарылауына әкеледі. Араластыру уақыты 60 с дейін ұлғайған сайын ерітінді қоспасының температурасы өседі де қоспа қоюланып, қозғалғышы төмендейді.

28 тәулік жасында бетонды иілу кезіндегі беріктік шегінің қоспаның S/C қатынасы мен араластырылған араластыру уақытына байланысты өзгеру графигі 2-суретте көрсетілген.

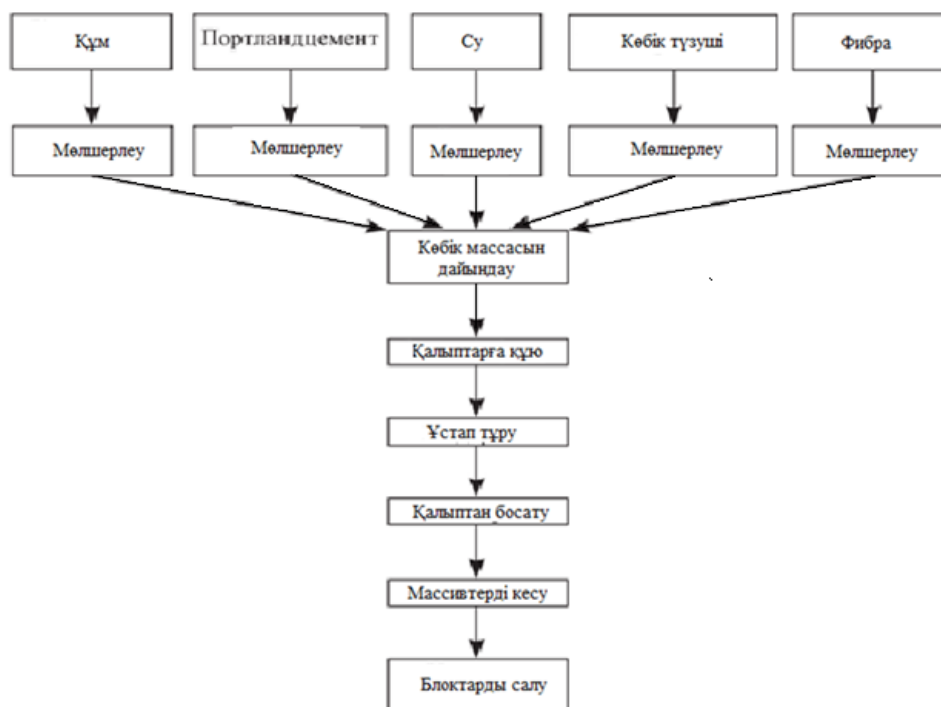
28 тәулік жасында иілу кезінде беріктік шегінің максималды мәні 1,3 МПа $S/C=0,5$ және араластыру уақыты $t=40$ с, ал беріктіктің минималды мәні – 0,89 МПа $S/C=0,4$ және $t=20$ с жағдайында алынды.

2-суреттен иілу кезінде беріктік шегінің жоғарылауы $S/C=0,5$ құрамдарында қарқынды жүретінін көруге болады. $S/C=0,5$ бар композициялар үшін беріктігі $S/C=0,4$ және $S/C=0,45$ құрамдармен салыстырғанда орта есеппен 31,5 және 24,8% сәйкесінше жоғары. $S/C=0,5$ құрамындағы ерітінділер беріктігінің өсуі $S/C=0,4$ құрамымен салыстырғанда қоспадағы базальт талшығының біркелкі араласуымен байланысты.



Сурет 2. 28 тәулік жасында үлгілердің иілу кезіндегі беріктік шегінің С/Ц қоспасы және араластыру уақытына тәуелділігі

Қалыптау массаларының ылғалдылығының төмендеуі талшықтардың пластификациялау әрекетіне және ММҚУ-да жасалған құрғақ минералдану әдісін қолдануға негізделген [2]. Минералданған көбік тұзу процесі тұрақты таза көбік дайындауды, қатты шикізат құрамын құрғақ дайындауды (мысалы, минералды тұтқыр мен кремнезем компонентін ұнтақтау және араластыру), көбік пен минералды ұнтақты араластыруды, яғни көбікті брондаудан (3-сурет) тұрады.



Сурет 3. Базальт талшықты көбік бетонды дайындау схемасы

Жұмыстың нәтижесінде тығыздығы D500 – D600 және иілу беріктігі 1,2-1,3 МПа фибро көбік бетон құрамдары жасалды. Қолдану саласы: құрылымдық-жылу оқшаулағыш, қоршау құрылыс конструкциялары мен бөлме аралық қабырғалар; отқа төзімді белдіктер; дыбыс оқшаулау; кірпіш қабырғаларды оқшаулау. Блоктардың сипаттамасы 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4

Фибро көбік бетонды блоктардың сипаттамалары

Сипаттамасы	Тығыздық бойынша маркасы	
	D500	D600
Ұзындығы, мм	600	600
Қалыңдығы, мм	200, 250, 300, 375, 400	
Биіктігі, мм	300	300
Беріктік класы	B3,0	B3,5
Жылу өткізгіштігі, Вт/м К	0,12	0,14
Аязға төзімділігі, цикл	F50	F50

Қорытынды. Ерітінді қоспасының компоненттерін араластыру уақыты қатайтылған ерітіндінің қозғалғыштығы мен беріктік сипаттамаларына әсер етеді. Белгілі бір С/Ц қоспасына араластырудың оңтайлы ұзақтығы ықпал етеді. Ерітінің қозғалғышы мен беріктігінің жоғары мәні С/Ц=0,5 көрсеткішіне сәйкес.

Әдебиеттер тізімі

1. Falliano D., Restuccia L., Ferro G., Gugliandolo E. Strategies to increase the compressive strength of ultra-lightweight foamed concrete // Procedia Structural Integrity. 2020. Vol. 28. P. 1673-1678.
2. Винокурова, О.В. Влияние пен различной кратности на формирование структуры теплоизоляционного пенобетона [Текст] / О.В. Винокурова, А.А. Баранова // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. С. 50–59.
3. Негматуллаев, С.Х. Применение материалов на основе базальтовых волокон в строительстве [Текст] / С.Х. Негматуллаев, С.П. Оснос // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2015. № 5-6. С. 15-20.
4. Жуков, А.Д. Пенобетон, армированный базальтовой фиброй [Текст] / А.Д. Жуков, В.А. Рудницкая // Вестник МГСУ. 2012. № 6. С. 83-87.
5. Белова, Т.К. Исследование влияния дисперсного армирования модифицированным базальтовым микроволокном на прочностные свойства цементного раствора [Текст] / Т.К. Белова, В.А. Гурьева, В.И. Турчанинов // Инженерный вестник Дона. 2015. №2.:<http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2883>.

Материал редакцияға 20.06.23 түсті.

А.А. Сағындықов¹, Б.А. Нұрлыбаев¹, А.О. Меирманов¹, Е. Жаппар¹

¹Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

ПЕНОФИБРОБЕТОН ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

Аннотация. Эксплуатационные характеристики пенобетона могут быть улучшены его дисперсным армированием, в том числе с применением базальтовой фибры. Представлены результаты исследования изменения подвижности дисперсно-армированных пенобетонных смесей от времени перемешивания и водоцементного отношения. Достигнуты повышенный предел прочности при изгибе дисперсно-армированного пенобетона (до 1,3 МПа) при плотности 600 кг/м³.

Ключевые слова: базальтовая фибра, пенофибробетон, технология, моделирование, дисперсное армирование, водоцементное отношение.

А.А. Sagyndykov¹, В.А. Nurlybayev¹, А.О. Meirmanov¹, Е. Jappar¹

¹M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

FOAM FIBER MADE OF BASALT FIBER

Abstract. The performance characteristics of foam concrete can be improved by its dispersed reinforcement, including the use of basalt fiber. The results of the study of changes in the mobility of dispersed-reinforced foam concrete mixtures from the mixing time and the water-cement ratio are presented. Increased bending strength of dispersed reinforced foam concrete (up to 1.3 MPa) at a density of 600 kg/m³ has been achieved

Keywords: basalt fiber, foam fiber concrete, technology, modeling, dispersed reinforcement, water-cement ratio.

References

1. Falliano D., Restuccia L., Ferro G., Gugliandolo E. Strategies to increase the compressive strength of ultra-lightweight foamed concrete // Procedia Structural Integrity []. 2020. Vol. 28, P. 1673-1678.
2. Vinokurova O.V., Baranova A.A. The influence of foams of various multiplicities on the formation of the structure of heat-insulating foam concrete [Vliyaniye pen razlichnoj kratnosti na formirovaniye struktury teploizolyacionnogo penobetona] // Bulletin of MGSU. 2022. Vol. 17, Issue 1. P. 50-59. [in Russian]
3. Negmatullaev S.H., Osnos S.P. Application of materials based on basalt fibers in construction [Primeneniye materialov na osnove bazal'tovykh volokon v stroitel'stve] // Construction materials, equipment, technologies of the XI century [Stroitel'nye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XI veka]. 2015. No. 5-6, P. 15-20. [in Russian]
4. Zhukov A.D., Rudnitskaya V.A. Foam concrete reinforced with basalt fiber [Penobeton, armirovannyj bazal'tovoj fibroj] // Bulletin of MGSU. 2012. No. 6, P. 83-87. [in Russian]
5. Belova T.K., Guryeva V.A., Turchaninov V.I. Investigation of the effect of dispersed reinforcement with modified basalt microfibre on the strength properties of cement mortar [Issledovaniye vliyaniya dispersnogo armirovaniya modifitsirovannym bazal'tovym mikrovoloknom na prochnostnyye svoystva cementnogo rastvora] // Engineering Bulletin of the Don [Inzhenernyj vestnik Dona]. 2015.No2.:[http://www. ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2883](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2883). [in Russian]