

FTAMP 67.09.31

А.А. Сағындықов¹ - негізгі автор, | ©
Б.Ә. Нұрлыбаев², Н.Т. Қарабаев³, А.Ж. Амирова⁴



¹Техн. ғыл. д-ры, профессор, ²Техн. ғыл. канд., доцент,
³Магистр, аға оқытушы, ⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1812-5739>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1849-8818>;
³<https://orcid.org/0000-0001-6382-6617>; ⁴<https://orcid.org/0000-0001-7019-4793>



^{1,2,3,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



¹ernur.abutalipov98@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/RXEV1504>

ЖЭС КҮЛІ НЕГІЗІНДЕГІ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ТҮТҚЫРЛАР ЖӘНЕ КӨБІК БЕТОНДАР

Андатпа. Модификацияланған тұтқыр заттар мен ұлпа күлдері негізінде жақсартылған құрылыста пайдалану сипаттамалары бар автоклавсыз қатайтылған көбік бетондарының құрамдары мен көбік бетонының беріктігін, тығыздығын математикалық аппаратты қолдану арқылы басқару модельдері ұсынылған.

Тірек сөздер: көбік бетон, модификацияланған тұтқыр, ұлпа күл, көбік түзгіш, беріктік, орташа тығыздық, жылу өткізгіштік.



Сағындықов, А.А. ЖЭС күлі негізіндегі модификацияланған тұтқырлар және көбік бетондар [Мәтін] / А.А. Сағындықов, Б.Ә. Нұрлыбаев, Н.Т. Қарабаев, А.Ж. Амирова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2022. – №4(78). – Б.6-11. <https://doi.org/10.55956/RXEV1504>

Кіріспе. ҚР құрылыс материалдары өнеркәсібінің алдында тұрған аса маңызды ғылыми-техникалық міндеттердің бірі – технологиялық процестің барлық кезеңдерінде энергетикалық және материалдық шығындарды азайту болып табылады.

Жеке үй құрылысын дамыту жоғары сапалы және жоғары тиімді құрылыс материалдарын, соның ішінде автоклавты емес ұялы бетондарды өндірудің көлемін ұлғайтуды қажет етеді. Кеуекті ұялы бетон массасының құрылымдық беріктігін жылдам қамтамасыз ететін техногенді шикізат пен композициялық тұтқыр заттарды пайдалана отырып, өндірістің жаңа технологияларын іске қосуға бағытталған зерттеулер жүргізілуде [1-4].

Ұялы бетондардың ішінде, автоклавсыз көбік бетон тиімді материалдар қатарына жатады, өйткені технологиялық процесте жоғары энергия сыйымдылығымен ерекшеленетін автоклавтау процесі болмайды.

Зерттеулер жағдайлары мен әдістері. Көбік бетон маркасы ПЦ 400 ДО цементтен, ЖЭС ұлпа күлінен, судан, көбік түзгіш заттан, көп бейінді минералды-химиялық «КМВ» қоспасынан дайындалды.

Көбік - «Неопор» көбік түзгіш затын көбік генераторында араластыру арқылы, ал бетон қоспасы – бөлек араластырғышта дайындалды. Көбік түзілу процесі көлемі 1-3 л құрайтын ыдыста жүргізілді. Тәжірибеде 28 тәулікте

ылғалды жағдайда қатқан өлшемдері $10 \times 10 \times 10$ см және $15 \times 15 \times 15$ см, жылу оқшаулағыш-конструкциялық көбік бетон үлгілері пайдаланды. Көбік бетонның физикалық-механикалық қасиеттерін анықтау МЕМСТ 12852.0-2020 сәйкес жүргізілді.

Сығылғандағы беріктігі және деформациялануы МЕМСТ 10180-2012 «Бетондар. Бақылау үлгілері бойынша беріктікті анықтау әдістері» бойынша М.Х. Дулати атындағы ТарӨУ «Ә.С. Ахметов атындағы Наноинженерлік зерттеу әдістері» зертханасында П-125 маркалы гидравликалық пресе анықталды.

Көбік бетонның иілгендегі осьтік созылу беріктігі, өлшемі $40 \times 40 \times 160$ мм призмаларды П-125 сынақ машинасында сынау арқылы анықталды.

Жылу өткізгіштікті және жылу қарсылықты анықтау ИТПМГ-4 құралында, МССТ 7076-99 «Құрылыс материалдары және бұйымдар. Жылу өткізгішті және жылу қарсылықты тұрақты жылу жағдайында анықтау» құжатына сәйкес жүргізілді.

Модификацияланған портландцемент байланыстырғышын 60% портландцемент, 40% ЖЭС ұлпа күлі және 0,1% пластификатор қоспасын шар диірменінде бірге ұнтақтау арқылы дайындайды.

Көбік бетон қоспа құрамының қасиеттерге әсерін бағалау математикалық жоспарлаудағы толық факторлық тәжірибе әдісін қолдану арқылы жүргізілді. Аталған әдіс қабылданған параметрлердің мүмкін болатын комбинацияларын ескереді.

Бақыланатын шығу параметрлері ретінде көбік бетонның орташа тығыздығы ($\rho_{орт}$) және сығылғандағы беріктігі ($R_{сығ}$) қабылданды.

Негізгі технологиялық факторлар ретінде: 10 кг аралықта өзгертілген 140-180 кг көлемдегі модификацияланған портландцемент (X_1), өзгерту аралығы 0,2% модификацияланған цементтен 0,4-0,8 % көлемдегі көбік түзуші зат мөлшері (X_2), өзгерту аралығы 0,1 құрайтын 0,4-0,6 су-қатты зат қатынасы қабылданды.

Жоспарлау матрицасындағы кіру әсерлері ретінде қабылданған параметрлер келесідей (1-кесте):

- X_1 – модификацияланған портландцементті байланыстырғыш мөлшері, кг;
- X_2 – көбік түзуші зат көлемі, %;
- X_3 – су-қатты зат қатынасы.

1-кесте

Жоспарлау матрицасы және көбік бетонның тығыздық, беріктік көрсеткіштері

Тәжірибе №	Факторлар			$\rho_{орт}$, кг/м ³	$R_{сығ}$, МПа
	X_1	X_2	X_3		
1	2	3	4	5	6
1	+1	+1	+1	370	1,1
2	+1	+1	-1	570	2,4
3	+1	+1	+1	600	2,9
4	+1	-1	-1	745	3,8
5	-1	+1	+1	695	3,5
6	-1	+1	-1	570	2,7
7	-1	-1	+1	810	4,7

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
8	-1	-1	-1	850	5,8
9	+1	0	0	450	2,6
10	-1	0	0	540	2,4
11	0	+1	0	480	2,2
12	0	-1	0	545	2,4
13	0	0	+1	410	2,1
14	0	0	-1	540	2,8
15	0	0	0	390	1,4
16	0	0	0	380	1,3
17	0	0	0	390	1,4

Зерттеу нәтижелері. Шығу параметрлері ($\rho_{орт}$, $R_{сығ}$) және негізгі әсерлер (модификацияланған цемент, көбік түзгіш көлемі және су-қатты зат қатынасы), байланысын көрсететін математикалық модельдерді алу үшін тәжірибелік мәліметтерге статистикалық өңдеу жүргізіліп, регрессия теңдеулерінің коэффициенттері есептелді. Нәтижесінде келесі регрессия теңдеулері алынды:

- орташа тығыздық үшін

$$\rho_{орт} = 410,27 - 89,41 \cdot X_1 - 102,82 \cdot X_2 - 52,72 \cdot X_3 + 5,07 \cdot X_{12} + 81,46 \cdot X_{22} + 30,02 \cdot X_{32} + 4,83 \cdot X_1 \cdot X_2 - 59,81 \cdot X_1 \cdot X_3 + 9,52 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

- сығылғандағы беріктік үшін:

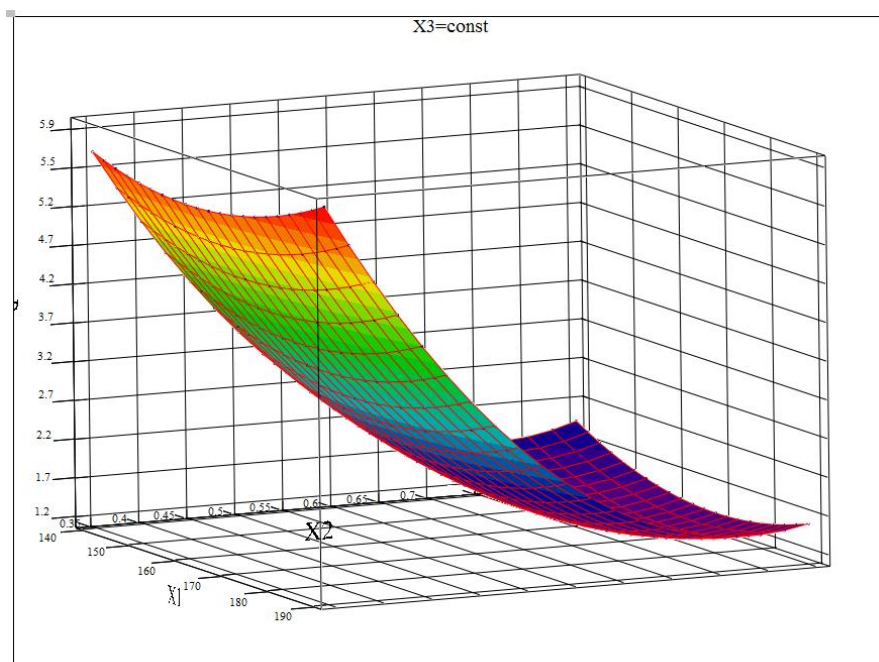
$$R_{сығ} = 2,64 + 0,73 \cdot X_1 - 0,57 \cdot X_2 - 1,02 \cdot X_3 + 0,14 \cdot X_{12} + 0,48 \cdot X_{22} - 0,16 \cdot X_{32} - 0,012 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,03 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,27 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Зерттелетін әсерлердің, яғни байланыстырғыш және көбік түзуші заттың көлемі мен су-қатты зат қатынасының шығу параметрлеріне кешенді әсерін талдау үшін алынған математикалық модельдердің графикалық түрдегі көрінісі тұрғызылды (1-2 суреттер). Олардың көмегімен кеуектілігі жоғары, жеңіл көбік бетонды алудың технологиялық процесін басқару қамтамасыз етіледі.

Зерттелетін шикізат жүйесінде тығыздығы 370-850 кг/м³ және беріктігі 1,1-5,8 МПа көбік бетон алынды және бұл көрсеткіштердің өзгеруі беріктік пен тығыздықтың арасында тікелей байланыс бар екендігін көрсетеді.

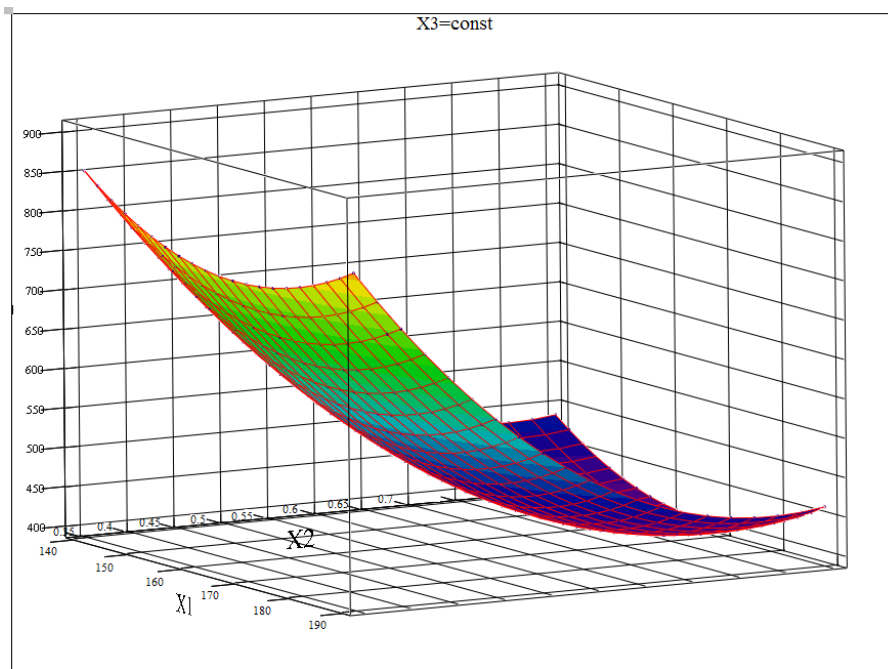
3-суретте П-125 пресінде өлшемі 200×250×600 мм көбік бетонның сығылғандағы беріктігінің сынау уақытысына байланысты өзгеруі көрсетілген.

Сынау кезінде ең жоғары қиратқыш күш жүктемесі - 25,24 кН, 26 сек сынау уақытында байқалды. Үлгінің жалпы қирау уақыты -79 с құрады. 26-дан 79 с дейінгі уақыт аралығында үлгінің қираушы жүктемеге азды-көпті тұрақты кедергісі байқалды. Осыдан кейін көбік бетон блогы бұзылды. Көбікті блоктың бұзылуы ортадан басталып, үлгінің шетіне қарай үлкейе түсті.



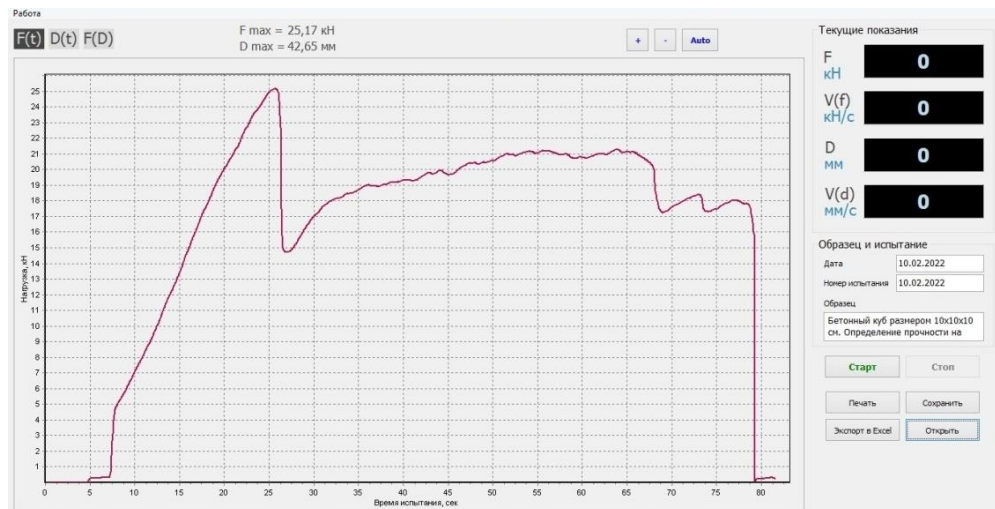
ҮЗ

1-сурет. Көбік бетон беріктігінің композициялық байланыстырғыш мөлшеріне және су-қатты зат қатынасына тәуелділігі



ҮЗ

2-сурет. Көбік бетонының орташа тығыздығының композициялық байланыстырғыш мөлшеріне және су-қатты зат қатынасына тәуелділігі



3-сурет. Көбік бетонның сығылғандағы беріктігінің сынау уақытысына байланысты өзгеруі

Ғылыми нәтижелерді талқылау. $610-690 \text{ кг/м}^3$ тығыздық көрсеткіші модификацияланған цемент көлемі $-160-180 \text{ кг}$, $0,6-0,8\%$ көбік түзуші зат және су-қатты зат қатынасы $0,48-0,52$ болатын құрамдарға тиесілі. $670-850 \text{ кг/м}^3$ тығыздықтың жоғары көрсеткіштеріне цемент $140-150 \text{ кг}$ және $0,5-0,6\%$ көбік түзуші зат, және су-қатты зат қатынасы $0,52-0,55$ құрамда болады.

Зерттелетін шикізат жүйесіндегі көбік блогының беріктігі $1,1$ -ден $5,8 \text{ МПа}$ -ға дейін өзгереді. Ұялы блоктардың минималды беріктігі ($1,1-1,2 \text{ МПа}$) $140-145 \text{ кг}$ цемент, көбік түзуші зат $0,7-0,8\%$ және су қатты зат қатынасы $0,54-0,6$ көрсеткішінде байқалды. Максималды беріктігі $5,8 \text{ МПа}$, цемент көлемі $160-180 \text{ кг}$ және су-қатты зат қатынасы $0,48-0,52$ мөлшерінде қол жеткізілді.

Осылайша, жақсартылған кеуекті құрылымы бар автоклавты емес көбік бетонының орташа тығыздығы $610-690 \text{ кг/м}^3$, сығылғандағы беріктігі $2,1-3,3 \text{ МПа}$, жылу өткізгіштігі $0,089 - 0,091 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$ қасиеттерге ие.

Көбік бетонының тиімділігін бағалау, беріктіктің тығыздыққа қатынасымен анықталған құрылымдық сапа коэффициенті (ҚСК) бойынша да бағаланды.

Ең үлкен беріктік және құрылымдық сапа коэффициенті технологиялық параметрлердің минималды мәндеріне сәйкес келеді және оны материалдың біртекті құрылымымен байланыстыруға болады. Тәжірибе мәліметтеріне сәйкес, ҚСК мәндері $4,8-5,8$ құрайды және ол көбік бетонды сығу кезінде жоғары беріктік шегі көрсеткіштерімен байланысты екенін атап өтуге болады.

Қорытынды. Орташа тығыздығы $610-690 \text{ кг/м}^3$, 1 м^3 көбік бетонның келесі құрамы алынды: портландцемент – 163 кг ; ұлпа күл - 102 кг ; «КМВ» кешенді минералды-химиялық қоспасы ($S_{\text{мен}}=100 \text{ м}^2/\text{кг}$) - $1,52 \text{ кг}$, «Неопор» көбіктендіргіш - $0,84-0,96 \text{ кг}$. Орташа тығыздығы $610-690 \text{ кг/м}^3$ болатын көбік бетонының беріктігі $2,1$ -ден $3,3 \text{ МПа}$ -ға дейін өзгереді.

ЖЭС ұлпа күлінен құралған композициялық тұтқырлар және қоспалар негізіндегі автоклавсыз көбік бетондарды қабырға блоктарын, монолитті қабырғалар және жылу оқшаулағыш материалдарын өндіруде пайдалануға мүмкін екендігі анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Стешенко, А.Б. Модифицированный теплоизоляционный пенобетон с пониженной усадкой [Текст] / А.Б. Стешенко // дисс... канд. техн. наук. – Томск, 2015. – 189 с.
2. Аниканова, Т.В. Пенобетоны для интенсивных технологий строительства [Текст] / Т.В. Аниканова, Ш.М. Рахимбаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 128 с.
3. Славчева, Г.С. Теплоэффективные пенобетоны нового поколения для малоэтажного строительства [Текст] / Г.С. Славчева, Е.М. Чернышов, М.В. Новиков // Строительные материалы. – 2017. – №7. – С.20-24.
4. Касумов, А.Ш. Разработка рациональных параметров компонентов состава пенобетона [Текст] // А.Ш. Касумов, Е.Г. Величко // Строительные материалы. – 2016. – №8. – С.52-56.

Материал редакцияға 08.11.22 түсті.

А.А. Сагындыков, Б.А. Нурлыбаев, Н.Т. Карабаев, А.Ж. Амирова

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

ПЕНОБЕТОН НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО И ЗОЛЫ УНОСА

Аннотация. Разработаны составы пенобетона неавтоклавного твердения на модифицированных вяжущих и золы уноса с улучшенными строительно-эксплуатационными характеристиками и получены модели управления прочности, плотности пенобетона с применением математического аппарата.

Ключевые слова: пенобетон, модифицированное вяжущее, зола унос, пенообразователь, прочность, средняя плотность, теплопроводность.

A.A. Sagyndykov, B.A. Nurlybayev, N.T. Karabaev, A.Zh. Amirova

Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

FOAM CONCRETE BASED ON MODIFIED BINDER AND FLY ASH

Abstract. Compositions of foam concrete of non-autoclave hardening on modified binders and fly ash with improved construction and operational characteristics have been developed and models for controlling the strength and density of foam concrete using mathematical apparatus have been obtained.

Keywords: foam concrete, modified binder, fly ash, foaming agent, strength, average density, thermal conductivity.

References

1. Steshenko A.B. Modifitsirovanny teploizolyatsionnyy penobeton s ponizhennoy usadkoy [Modified heat-insulating foam concrete with reduced shrinkage] // Diss... Cand. Tech. Sciences. - Tomsk, 2015. - 189 p. [in Russian].
2. Anikanova T.V., Rakhimbaev Sh.M. Penobetonny dlya intensivnykh tekhnologiy stroitel'stva [Foam concrete for intensive construction technologies]. - Belgorod: Publishing house of BSTU, 2015. - 128 p. [in Russian].
3. Slavcheva G.S., Chernyshov E.M., Novikov M.V. Teploeffektivnyye penobetonny novogo pokoleniya dlya maloetazhnogo stroitel'stva [Heat-efficient foam concrete of a new generation for low-rise construction] // Stroitel'nyye materialy [Building materials]. - 2017. - No. 7. - P.20-24. [in Russian].
4. Kasumov A.Sh., Velichko E.G. Razrabotka ratsional'nykh parametrov komponentov sostava penobetona [Development of rational parameters of the components of the composition of foam concrete] // Stroitel'nyye materialy [Building materials]. - 2016. - No. 8. - P.52-56. [in Russian].