

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2024_2_318
MFTAA 69.07

**О.В. Руденко¹, Д.К. Аноп¹, В.Ф. Шевляков¹, С.С. Лутай¹,
З.А. Аубакирова², М.М. Бегентаев³**

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан
E-mail: O_Rudenko_vkqtu@mail.ru
E-mail: darjagalkina@mail.ru
E-mail: shevlyakovvf08@mail.ru
E-mail: sslutai@mail.ru

²Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
E-mail: aubakirova.zulfiya@mail.ru*

³«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., Қазақстан
E-mail: m.begentayev@satbayev.university

ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ЖАҒДАЙЛАРДА АЛЫНҒАН ГАЗОБЕТОН ҮЛГІЛЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ АЙЫРМАШЫЛЫҒЫН ТАЛДАУ

АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЯ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ГАЗОБЕТОНА, ПОЛУЧЕННОГО В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ANALYSING THE DIFFERENCE IN PROPERTIES OF AERATED CONCRETE SAMPLES OBTAINED IN LABORATORY AND INDUSTRIAL CONDITIONS

Аңдатпа. Мақалада зертханалық және өндірістік жағдайларда алынған газдалған бетон үлгілерінің беріктігі мен тығыздығының айырмашылығын талдау нәтижелері берілген. Ұялы және басқа да бетон түрлерін және олардың негізінде қабырға блоктарын сынау әдістері талданады. Әртүрлі стандартталған әдістерді қолдана отырып, газдалған бетонды және автоклавты емес газдалған бетонды қабырға блоктарын беріктік пен тығыздыққа сынау нәтижелері берілген. Белгілі бір көрсетілген қасиеттері бар бұйымдарды алу үшін ұялы бетонның құрамын таңдау кезінде өнеркәсіптік үлгілердің беріктігіне көшу үшін түзету коэффициенттерін енгізу қажет екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: ұялы бетон, газдалған бетонды сынау, күл және шлак қалдықтары.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа различия прочности и плотности образцов газобетона, полученного в лабораторных и промышленных условиях. Проанализированы методики испытаний ячеистого и других видов бетона и стеновых блоков на их основе. Приведены результаты испытаний газобетона и газобетонных стеновых блоков неавтоклавного твердения по прочности и плотности по различным стандартизированным методикам. Показано, что при подборе состава ячеистого бетона с целью получения продукции определенных заданных свойств, необходимо введение поправочных коэффициентов для перехода к прочности промышленных образцов.

Ключевые слова: ячеистый бетон, испытания газобетона, золошлаковые отходы.

Abstract. The article presents the results of analysing the difference in strength and density of aerated concrete samples obtained in laboratory and industrial conditions. Test methods of cellular and other types of concrete and wall blocks based on them are analysed. The results of tests of aerated concrete and aerated concrete wall blocks of non-autoclave curing for strength and density according to various standardised methods are given. It is shown that when selecting the composition of aerated concrete in order to obtain products of certain specified properties, it is necessary to introduce correction factors for the transition to the strength of industrial samples.

Keywords: aerated concrete, aerated concrete testing, ash and slag waste.

Kipicne. Кез келген бұйымның композициялары мен өндіріс технологияларын әзірлеу бойынша зерттеулер мен зерттеулер жүргізу кезінде зертханалық сынақтардан жартылай өнеркәсіптік және өнеркәсіптік сынақтарға және үлгілердің тәжірибелік партиясын шығаруға дейінгі барлық кезеңдерден өту қажет.

Оның үстіне, егер тапсырма белгілі бір көрсетілген қасиеттері бар өнімдерді алу болса, онда зертханалық және өндірістік жағдайларда алынған нәтижелерде кейбір сәйкессіздіктер болатынын есте ұстаған жөн, бұл түзету коэффициенттерін енгізу қажеттілігіне әкеледі.

Осы мақалада уақытша ресурсты үнемдеу мақсатында зертханалық ізденістердің осы нәтижелерін түзету және блоктардың беріктігі мен тығыздығы сияқты көрсеткіштер бойынша қабырғалық блоктарды өндіру үшін автоклавты емес ғаз бетонының құрамын іріктеу кезінде зертханалық сынақтардан өнеркәсіптік сынақтарға көшу үшін түзету коэффициентін енгізу қажеттілігін айқындау міндеті қойылды.

Зерттеу объектісі ретінде МЕМСТ бойынша ғаз-бетон шлакоблоктарын шығарумен айналысатын Шығыс Қазақстан облысының кәсіпорны болды [1].

Алға қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттер шешілді:

1. Зертханалық және өнеркәсіптік жағдайларда алынған бетон үлгілерінің қасиеттерінің айырмашылығы бойынша деректерге теориялық шолу жүргізу.

2. Бетонның әртүрлі түрлерін және олардың негізінде қабырға блоктарын, оның ішінде ғаз бетоны мен ғаз бетон қабырға блоктарының үлгілерін сынау әдістемелеріне талдау жүргізу.

2. Зертханалық жағдайларда эксперименттік зерттеулер жүргізу және ғаз бетонының құрамын іріктеу кезінде зертханалық сынақтар нәтижелерінен өндірістік жағдайларда алынған блоктарды сынау нәтижелеріне көшу коэффициентін енгізу қажеттілігін анықтау.

Әдеби шолу. Зертханада реңептураны әзірлеу кезінде «тамаша жағдайлар» жасалатыны белгілі. Зауытта мұндай тамаша жағдайлар жоқ және шығуда ұялы бетонның қасиеттеріне елеулі әсер ететін факторлардың болуына байланысты берілген мәндерден ауытқулар болуы мүмкін [2]. Авторлар [3] монолитті құрылыста пайдаланылатын тауарлық бетонның нақты беріктігі конструкциялардағы бетонның жобалық сыныбынан жиі төмен болатынын атап өтті. Жұмыста [4] конструкциялардың нақты беріктігі туралы ұқсас мәселелер көтерілді және конструкциялардан алынған ұсақ дәнді бетонның қалыпталған кубиктері мен үлгі-керндерді сынау нәтижелерін салыстырмалы талдау жолымен аддитивті технологиялардың көмегімен тұрғызылатын конструкциялар үшін ауыстыру коэффициенті әзірленді.

Автоклавты емес ғаз бетоны табиғи жағдайларда немесе электрмен қыздыру кезінде қататын гидратация процесінде цементтің және толтырғыштардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болған цемент тастағы ұялы бетондарға жатады [5, 6]. Кеуекті құрылымның арқасында кеуекті бетоннан жасалған блоктар жылу және дыбыс оқшаулағыш материалдар болып табылады, жеңіл салмаққа, жоғары температураға төзімділікке, жақсы өңделуге, жоғары төзімділікке ие, бұл оларды монолитті және жеке құрылыста, оның ішінде сейсмикалық қауіпті аудандарда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Кеуекті бетонның құрылымының кейбір ерекшеліктеріне және берілген қасиеттердің кеуекті бетонның құрамын іріктеу әдістемесіне байланысты және сапаны бағалау әдістемесі ауыр немесе ұсақ түйіршікті бетонның құрамын іріктеу және сапасын бағалау әдістемесінен ерекшеленетін болады. Авторлар ұялы бетондардың құрамын, оның ішінде автоклавты емес қатты ғаз бетондарын іріктеудің әртүрлі әдістерін ұсынды [7, 8, 9], мұнда бастапқы су қатты қатынасын анықтаумен қатар, кремнеземдік компонент пен тұтқыр зат арасындағы қатынас нұсқаларын таңдау маңызды кезең болып табылады [10,

11]. Кеукті бетондардың сапасын бағалауды МЕМСТ 25485 [12], кеукті қабырға блоктарының МемСТ 21520 [1] сәйкестігіне жүргізеді. Сонымен бірге қабырғалық бетон тастардың, оның ішінде қожблоктардың сапасын бағалауды МемСТ 6133 [13] сәйкестігіне жүзеге асырады, ал оларды дайындайтын бетонды МемСТ 26633 [14] сәйкестігіне бағалайды.

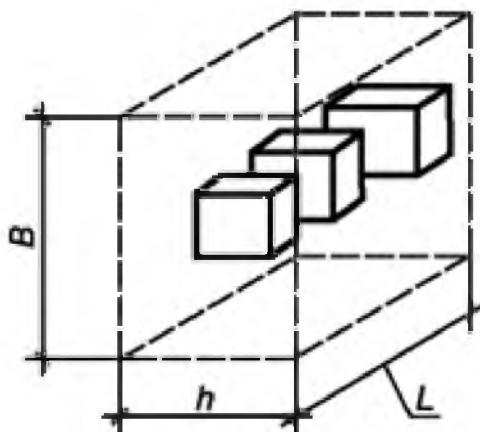
Зерттеу әдістері мен материалдары. Зерттеу барысында зертханалық жағдайларда дайындалған ғаз бетонының үлгілеріне және өндірістік алаңда дайындалған үлгілерге қатар эксперимент жүргізілді. Барлық үлгілер бір рецептура бойынша және бір шикізат материалдарынан дайындалды.

Зертханалық жағдайларда үлгілер өлшемі 150x150x150 мм стандартты қалыптарда дайындалды. 24 сағаттан кейін үлгілер қалыпқа келтіріліп, одан әрі беріктікті жинау үшін қалыпты қатайту камерасына орналастырылды. Сынақ алдында үлгі-кубтың жоғарғы бөлігі кесіліп кетті, себебі бетонды «көтеру» кезінде тегіс емес «өркеш» беті пайда болды.

Ұялы бетоннан блоктар шығаратын зауытта дайындалған бұйымдар үшін зерттеулер 600x200x199 мм номиналды өлшемді үлгі-блоктарда жүргізілді. Блоктар 12 данадан жасалады. Газбетонды көтеру аяқталғаннан кейін ішекті аралардың көмегімен блоктарға арамен кесіледі және беріктікті жинау үшін камераға орналастырылады.

Эксперимент барысында ғаз бетонының беріктігі мен тығыздығы анықталды. Сынау үшін қалыптан 2, 4, 6, 8 және 12 блоктар алынды. Блоктардың бір бөлігі кеукті бетондардан жасалған блоктарға арналған нормативтік құжаттама талаптарына сәйкес сыналды – МемСТ 25485, бір бөлігі қолданыста, бетон қабырға тастарына арналған нормалар бойынша – МемСТ 6133 [13].

МемСТ 25485 [12] бойынша дайындалған ғаз-бетон блоктары МемСТ 10180 [15] сәйкес беріктікке сыналады. Ол үшін блоктың ортасынан стандартты үлгілер кесіледі. Блоктан мөлшері 150x150x150 мм үлгі-кубтарды аралау схемасы 1-суретте келтірілген. Үлгілерді бұйымның немесе блоктың қырларынан кемінде 20 мм шегінін, ылғалдандырмай кеседі немесе қағып шығарады.



1-сурет. Блоктан үлгі-кубтарды аралау схемасы

Блоктарды аралау кезінде параллель жақтарымен және берілген рұқсаттармен өлшемдерімен үлгілерді дайындау ерекше қиындық туғызады. Осы жағдайды қамтамасыз ету үшін құрылыс саласындағы СҚЖТТ-да 2-суретте келтірілген қосымша құрал

дайындалды, ол блокты қол арасымен кесуді көздейді. Аралар ұялы бетоннан жасалған блоктар үшін арнайы пайдаланылады. Беріктігі мен кеуекті құрылымы төмен болғандықтан бетонды аралау үшін станоктарды пайдалану мүмкін емес, өйткені параллельділікті бұзуға әкелетін қосымша тегістеуді талап ететін жыртылған беттер алынады. Блоктардан кесілген үлгі-текшелер $3,5 \text{ мм} \pm$ номиналды мөлшерінен барынша ауытқыған, бұл елеулі болып табылады.



2-сурет. Блоктарды үлгі-текшелерге аралау

МемСТ 6133 сәйкес бетон қабырға тастары бүтін сыналатыны белгілі. Ұяшықты бетоннан жасалған блоктар осы нормативтік құжатқа қатысты екі бөлікке кесіліп сыналды, бұл үлгілерді дайындауды айтарлықтай жеңілдетті. Блоктарды екі бөлікке арамен кесу сондай-ақ біріздендірілген жабдықты (гидравликалық сығымдағышты) қолдану мүмкіндігі үшін жүзеге асырылды. Бұдан басқа, автоклавсыз қатайтылатын ұялы бетондардан жасалған блоктар өз құрылымында біртекті емес. Қырларға жанасатын тесіктер қиылысады және блоктың ішіне қарағанда тығыз құрылымға ие болады.

Бұл жұмыста эксперимент зертханалық илектердің төрт партиясында және зауытта жасалған блоктардың төрт партиясында жүргізілді, олардан үлгі-текшелер арамен кесіліп, блоктар сыналды.

Нәтижелері және оларды талқылау. Нормативтік құжаттарды талдау нәтижесінде ұялы бетон мен ауыр және ұсақ түйіршікті үлгілердің беріктігі бойынша сынау әдістемелерінде, сондай-ақ көрсетілген бетон түрлерінен дайындалған блоктарды сынау әдістемелерінде елеулі айырмашылықтар бар екені анықталды (1-кесте).

1-кесте. Бетондар мен блоктарды олардың негізінде сынау әдістемесі

Материал	Автоклавты емес ғазобетон	Автоклавты емес ғаз-бетон қабырға блоктары	Ауыр бетон немесе ұсақ түйіршікті	Бетон қабырға тастары
Өнімге НҚ	МемСТ 25485	МемСТ 21520	МемСТ 26633	МемСТ 6133
Сынау әдістеріне НҚ	МемСТ 10180 – қысуға беріктігі МемСТ 12730.1 – орташа тығыздығы			МемСТ 8462 – Сығуға беріктігі МемСТ 12730.1 –

I-кестенің жалғасы

<p>Қысуга беріктігі бойынша сынауға арналған әдістеме (үлгілер)</p>	<p>Үлгілер сол бетон қоспасынан жасалған бұйымдармен бір мезгілде дайындалған немесе олар суығаннан кейін дайын бұйымдардан арамен кесіледі немесе арматураланбаған бақылау блоктарынан шығарылады.</p> <p>Өлшемі: ұзындығы мен ені 400 мм кем емес, биіктігі 150-ден 250 мм дейін.</p> <p>Ойылған үлгі-цилиндр немесе арамен кесілген ұзындығы 70 мм қабырғасы бар үлгі-куб; 100 мм.</p> <p>Базалық үлгі: жұмыс қимасының мөлшері 150x150 мм болатын үлгі-куб.</p> <p>Сериядағы сыналатын үлгілердің саны: 3.</p> <p>Ұялы бетонның құрамын таңдау кезінде және беріктікті өндірістік бақылау кезінде жол беріледі бақылау үлгілерін нысандарда дайындау.</p>	<p>Базалық үлгі: жұмыс қимасының мөлшері 150x150 мм болатын үлгі-куб.</p> <p>Сериядағы сыналатын үлгілердің саны: бетон беріктігінің вариациясының серияшілік орташа коэффициентіне байланысты</p>	<p>Тұтас тасты сынайды. Сериядағы сыналатын үлгілердің саны: 3.</p>
<p>Қысуга беріктікті бағалау</p>	<p>Үлгілердің ылғалдылығын ескеретін түзету коэффициенті.</p> <p>Бетонның беріктігін базалық өлшем мен пішін үлгілеріндегі бетонның беріктігіне келтіру үшін масштабты коэффициент 400 кг/м³ және одан жоғары орташа тығыздықтағы ұялы бетон үшін ғана қолданылады: 70 мм – 0,9; 100 мм – 0,95.</p> <p>Үлгілер сериясындағы ұяшықты бетонның беріктігі: 3 үлгіден тұратын орташа арифметикалық мән.</p>	<p>Бетонның беріктігін базалық өлшем мен пішін үлгілеріндегі бетонның беріктігіне келтіруге арналған масштабты коэффициент: 70 мм – 0,85; 100 мм – 0,95.</p> <p>Үлгілер сериясындағы бетонның беріктігі: 2 үлгіден орта арифметикалық мән – 2 үлгіден, 3 үлгіден – беріктігі 2-ден, 4 үлгіден – беріктігі 3-тен; 6 үлгіден – мейлінше беріктігі бар 4-тен</p>	<p>Күш: 3 тас үшін орташа, үш тастың біреуі үшін ең аз мән қалыпқа келтірілген</p>

I-кестенің соңы

Орташа тығыздығы бойынша сынау әдістемесі (үлгілері)	Қалыптарда немесе бұйымдардан кесілген ГОСТ 10180 бойынша жасалған қалыпты пішінді бетон үлгілері. Дұрыс пішінді үлгілердің көлемі олардың геометриялық өлшемдері бойынша есептеледі. Үлгілердің салмағын өлшеу арқылы анықтайды. Үлгілер партиялармен дайындалады және сыналады. Сериядағы сыналған үлгілердің саны: кемінде 3.	МемСТ 10180 бойынша жасалған дұрыс пішінді бетон үлгілері. Дұрыс пішінді үлгілердің көлемі олардың геометриялық өлшемдері бойынша есептеледі. Салмағы - өлшеу. Үлгілерді сериялармен дайындайды және сынайды. Сериядағы сыналатын үлгілердің саны: кемінде 3. 2 үлгіге рұқсат етіледі (егер бетонның беріктігін анықтау кезінде үлгілер сериясы - 2 үлгіге).	Сериядағы сыналатын үлгілердің саны: кемінде 3.
Орташа тығыздықты бағалау	Бетонның орташа тығыздығы: сериядағы барлық үлгілердің сынау нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні.	Серияның барлық тастарын сынау нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні.	

Ауыр және ұсақ түйіршікті бетон сияқты ұялы бетонды сығу кезіндегі беріктікті анықтау үшін МемСТ 10180 [15] бойынша сынайды. Толтырғыш дәндерінің ең үлкен номиналды мөлшеріне байланысты текшелер мен цилиндрлер үлгілерінің мөлшері 100-ден 300 мм-ге дейін өзгереді, бұл ретте 70 мм өлшемді үлгілерді сынауға жол беріледі. Алайда қысуга беріктікті есептеу кезінде масштабты коэффициентті қолдануды талап етпейтін базалық үлгі ретінде мөлшері 150x150x150 мм үлгі-текше қабылданады. Конструкциялық-жылу оқшаулағыш және жылу оқшаулағыш бетондар сыныбын сынау үшін кеуекті толтырғыштарда (толтырғыш дәндерінің ең үлкен номиналды мөлшеріне қарамастан) көлемі 150x150x150 мм үлгілерді сынайды. Ұялы бетонға арналған сериядағы үлгілер саны бетонның беріктігінің вариациясының ішкі сериялық коэффициентіне байланысты емес және үшке тең. Сынақ нәтижелері бойынша сығуға бетонның беріктігін есептеу кезінде бетонның беріктігін 400 кг/м³ кем орташа тығыздықтағы кеуекті бетонға арналған негізгі өлшемдер мен пішіндердің үлгілерінде бетонның беріктігіне келтіру үшін масштабты коэффициент қолданылмайды. (яғни бірлікке тең), ал орташа тығыздығы 400 кг/м³ және одан астам, диаметрі және биіктігі 70 мм бұрғыланған үлгілер-цилиндрлер және ұзындығы 70 мм кесілген үлгілер-кубтар үшін - 0,90, диаметрі және биіктігі 100 мм үлгілер-цилиндрлер үшін және ұзындығы 100 мм қабырғасы бар үлгілер-кубтар үшін - 0,95-ке тең. Бұл ретте үлгілердің өлшемдері 70 мм ауыр және ұсақ түйіршікті бетондардан жасалған үлгілер үшін масштабты коэффициент 0,85-ке, үлгілердің өлшемдері 100 мм - 0,95-ке тең. Орташа тығыздыққа қарамастан ұялы бетон үшін сынақ кезінде үлгілердің ылғалдылығын ескеретін түзету коэффициенті қолданылады. Үлгілер сериясындағы ұяшықты бетонның беріктігі серияның барлық сыналған үлгілерінің орташа арифметикалық мәні, яғни үшеуінің орташа арифметикалық

мәні ретінде анықталады. Үлгілер сериясындағы ауыр және ұсақ түйіршікті бетонның беріктігін сериядағы сыналған үлгілер беріктігінің орташа арифметикалық мәні ретінде анықтайды: екі үлгіден – екі үлгі бойынша; үш үлгіден – мейлінше беріктігі бар екі үлгі бойынша; төрт үлгіден – мейлінше беріктігі бар үш үлгі бойынша; алты үлгіден – мейлінше беріктігі бар төрт үлгіден тұрады. Бұл ретте ақаулы үлгілерді жарамсыз деп тану кезінде бетонның сериядағы беріктігін, егер олар екеуден кем болмаса, қалған барлық үлгілер бойынша анықтайды, ал бір үлгіні жарамсыз деп тану кезінде екі үлгіден тұратын серияны сынау нәтижелері ескерілмейді.

Автоклавты емес газ-бетон қабырға блоктарының қысылуына беріктікті айқындау кезінде ұялы және бетонның басқа да түрлері сияқты МемСТ 10180 [15] бойынша сынау әдістемесі қолданылады. Қабырғалық бетон тастардың, оның ішінде шлакоблоктардың қысылуына беріктігін анықтау кезінде МемСТ 8462 [16] сәйкес тұтас тасты (блокты) сынады.

Ұяшықты бетонның және автоклавты емес газ-бетонды қабырға блоктарының орташа тығыздығы МемСТ 12730.1 [17] бойынша МемСТ 10180 бойынша пішінде дайындалған немесе блоктардан кесілген дұрыс пішінді бетонның үлгілеріндегі ылғалдылық жай-күйінің біріндегі бетон массасының (үлгінің) оның жалпы көлеміне қатынасы ретінде анықталады. Бұл ретте сериядағы сыналатын үлгілердің саны кемінде 3 [18] болуы тиіс. Ауыр және ұсақ түйіршікті бетонның орташа тығыздығы МемСТ 10180 бойынша жасалған дұрыс пішінді бетон үлгілерінде анықталады, бұл ретте екі үлгіден тұратын серияны қолдануға жол беріледі.

Қабырғалық бетон тастардың, оның ішінде қожблоктардың орташа тығыздығы МемСТ 12730.1 бойынша толыққанды тастар үшін, МемСТ 7025 [19] бойынша қуыс тастар үшін анықталады. Бұл ретте сериядағы сыналатын үлгілердің саны кемінде 3 болып қабылданады, серияның барлық тастарын сынау нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні ретінде бағаланады.

Зертханалық жағдайларда дайындалған өлшемі 150x150x150 мм үлгі-кубтардың беріктігі мен тығыздығын анықтау бойынша сынақ нәтижелері 2-кесте, зауытта дайындалған блоктардан арамен кесілген өлшемі 150x150x150 мм үлгі-кубтар 3-кесте, блоктар (блоктардың жартысы) – 4-кесте келтірілген.

2-кесте. Зертханалық үлгі-кубтарды сынау нәтижелері

Номер		Өлшемдері, мм			Беріктігі, МПа		Тығыздығы, кгс/см ³	
партиялар	үлгі	аср	бср	һср	үлгі	орташа	үлгі	орташа
1	1	150,1	149,8	150,1	1,41	1,45	656	662
	2	150,2	150,2	148,8	1,50		668	
	3	150,0	149,9	150,2	1,44		663	
2	1	149,8	150,0	149,9	1,63	1,56	675	670
	2	149,9	150,0	149,8	1,59		671	
	3	150,1	150,1	149,9	1,45		665	
3	1	150,0	150,1	149,7	1,49	1,42	645	638
	2	150,0	150,1	149,9	1,37		633	
	3	150,1	150,2	149,8	1,41		636	
4	1	150,1	150,0	149,9	1,49	1,52	665	675
	2	149,8	150,1	150,1	1,56		683	
	3	150,1	150,0	150	1,51		678	

3-кесте. Арамен кесілген үлгі-кубтарды сынау нәтижелері

Нөмір		Өлшемдері, мм				Беріктігі, МПа		Тығыздығы, кгс/см ³	
партия	блок	үлгі	орташа	үлгі	орташа	үлгі	орташа	үлгі	орташа
1	4	1	150,2	149,4	150,5	1,42	1,33	627	630
		2	150,3	150,5	148,8	1,29		629	
		3	149,8	147,9	150,2	1,27		635	
	12	1	150,1	149,5	150,7	1,45	1,29	627	628
		2	150,4	150,6	148,4	1,24		630	
		3	149,8	147,8	150,1	1,17		636	
2	4	1	148,0	150,7	149,2	1,18	1,31	624	623
		2	149,9	150,7	148,5	1,47		621	
		3	150,3	150,7	149,2	1,27		623	
	12	1	149,2	150,4	148,8	1,30	1,34	628	628
		2	150,0	152,8	149,9	1,52		629	
		3	149,8	150,4	153,1	1,21		627	
3	4	1	150,2	150,7	149,1	1,31	1,29	596	591
		2	150,2	150,7	149,6	1,33		597	
		3	150,1	150,4	148,2	1,23		580	
	12	1	150,7	149,4	149,8	1,31	1,35	594	598
		2	148,8	150,5	150,6	1,29		601	
		3	150,2	150,3	149,4	1,46		589	
4	4	1	150,5	150,9	149,0	1,42	1,43	644	641
		2	149,7	150,6	150,9	1,43		645	
		3	150,8	150,4	148,2	1,44		632	
	12	1	150,5	150,3	149,0	1,04	1,32	630	636
		2	149,2	150,2	150,7	1,39		641	
		3	150,1	150,2	149,4	1,52		639	

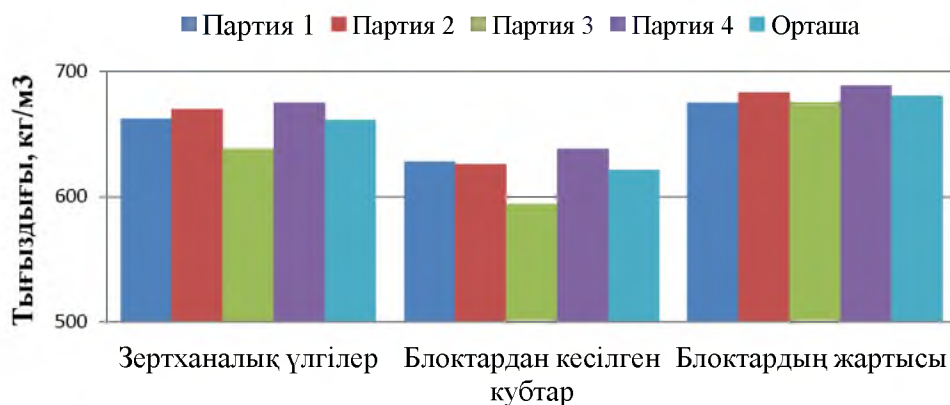
4-кесте. Блоктарды (блоктардың жартысын) сынау нәтижелері

Нөмір		Өлшемдері, мм				Беріктігі, МПа		Тығыздығы, кгс/см ³	
партиялар	блок	үлгі	орташа	үлгі	орташа	үлгі	орташа	үлгі	орташа
1	6	1	293,8	198,3	297,5	1,15	1,14	682	677
		2	296,8	198,5	299,8	1,13		673	
	8	1	293,8	198,3	297,5	0,92	0,89	689	673
		2	296,8	198,5	299,8	0,86		657	
2	6	1	299,5	199,8	299,0	0,91	0,88	690	683
		2	291,3	200,0	299,3	0,85		676	
	8	1	297,8	198,3	299,3	0,99	0,96	684	682
		2	297,0	198,5	300,8	0,94		681	
3	6	1	298,0	199,3	299,0	1,00	1,06	676	675
		2	298,8	198,0	299,3	1,12		674	
	8	1	299,3	198,0	299,3	0,86	0,95	679	675
		2	299,5	197,5	300,8	1,04		671	
4	6	1	297,5	198,5	302,8	1,23	1,16	678	682
		2	297,5	200,0	301,0	1,09		686	
	8	1	296,0	199,3	301,5	0,91	1,04	695	695
		2	299,0	199,5	301,3	1,17		695	

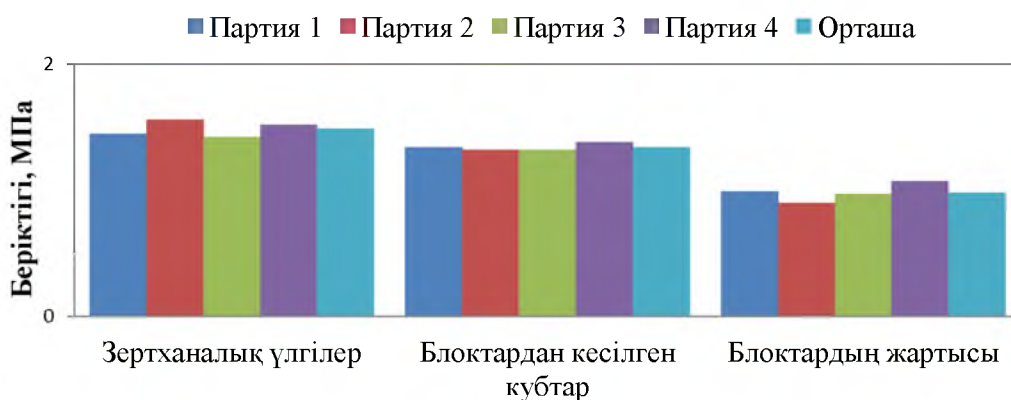
Зертханалық жағдайларда дайындалған үлгі-кубтарды, блок пен блоктардан кесілген үлгі-кубтарды беріктігі бойынша сынаудың салыстырмалы нәтижелері 5-кестеде және 3-суретте келтірілген.

5-кесте. Беріктігі мен тығыздығы бойынша сынақтардың салыстырмалы нәтижелері

Үлгілер	Партия 1	Партия 2	Партия 3	Партия 4	Орташа
Беріктігі, МПа					
Зертханалық	1,45	1,56	1,42	1,52	1,50
Блоктардан кесілген	1,34	1,32	1,32	1,38	1,30
Блоктардың жартысы	0,99	0,90	0,97	1,07	1,00
Тығыздығы, кг/м ³					
Зертханалық	662	670	638	675	661
Блоктардан кесілген	628	626	594	638	622
Блоктардың жартысы	675	683	675	689	681



а



б

3-сурет. Тығыздығы (а) және беріктігі (б) бойынша сынақтардың салыстырмалы нәтижелері

Эксперимент нәтижелерін талдау негізінде зертханалық жағдайларда дайындалған үлгілердегі газ бетонының тығыздығы осы жұмыста эталондық мәндер ретінде қабылданған зауытта дайындалған блоктардан кесілген үлгілерге қарағанда 5...7 %-ға, ал беріктігі 7...18 %-ға жоғары деген қорытынды жасауға болады. Сондықтан газ бетонының құрамын таңдау кезінде зауытта дайындалған блоктардың беріктігіне көшу үшін түзету коэффициентін енгізу қажет. Әртүрлі стандартталған әдістемелер бойынша автоклавты емес қатайтылған газбетонды сынау нәтижелерінің айырмашылықтары болады. Тығыздығы бойынша ең жоғары мәндер және беріктігі бойынша ең төменгі мәндер эталондық тығыздықтан ауытқуы 7...14 % жоғары, беріктігі – 22...32 % төмен блоктардың жарты үлгілерін көрсетті. Нақты жағдайларда блок тұтастай жұмыс істейді. Есептеу принциптерін негізге ала отырып, есептеу ең нашар нұсқа бойынша жүргізілгенде бүтін блоктардың (жартылардың) беріктігінің мәнін есепке алу, демек, бүтін блоктардың немесе жартыларының мәнін сынау дұрыс болады. Оның үстіне, үлгі-кубтарды дайындау қосымша қиындықтар туғызады, тіпті арнайы құрылғыны пайдаланған кезде де стандартқа сәйкес келетін геометриялық шектеулерді сақтау өте қиын.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, зертханалық және өндірістік жағдайларда алынған газдалған бетон үлгілерінің қасиеттері айтарлықтай ерекшеленетіндігі туралы қорытынды жасауға болады, бұл зерттеу нәтижелеріне сәйкес келеді [2-4], бұл жағдайда түзету коэффициентін енгізу қажет. өнеркәсіптік үлгілерді беріктікке көшу үшін композицияларды таңдау бойынша зертханалық зерттеу кезеңі; құрылымды қалыптастырудың ерекшеліктеріне байланысты басқа бетон түрлерімен салыстырғанда ұялы бетон мен блоктардың құрамын таңдау және олардың негізіндегі блоктардың сапасын бағалау әдістемесі әртүрлі; сығымдау беріктігіне ұялы қабырға блоктарының сапасын бағалау кезінде сынақтар бұрғыланған цилиндр үлгілеріне немесе басқару блоктарынан немесе дайын блоктардан кесілген текше үлгілеріне жүргізіледі, ал нақты жағдайда блок тұтастай жұмыс істейді, сондықтан принциптерге сүйене отырып ұсынылады. Есептеу ең нашар жағдайда орындалған кезде, тұтас (жарты) блоктардың беріктігінің мәнін алу ұсынылады.

Аталған зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (№ BR21882292 грант – «Орнықты құрылыс салаларын кешенді дамыту: инновациялық технологиялар, өндірісті оңтайландыру, ресурстарды тиімді пайдалану және технологиялық парк құру»).

Әдебиеттер тізімі

1. ГОСТ 21520-89. Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия. – 2004.
2. Ахметов Д. А. Ячеистый бетон для ограждающих изделий высотных зданий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Республика Казахстан. 2010.
3. Подмазова С.А., Куприянов Н.Н., Крылов Б.А., Сагайдак А.И. Качество бетона и стандартизация правил контроля его прочности. Технологии бетонов. 2009; 5.
4. Пименова А.О., Руденко О.В. Определение фактической прочности конструкций возводимых с помощью аддитивных технологий // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана, часть I – Усть-Каменогорск, 2018. – С. 189-190.
5. Альджабуи Д.З.М., Буракова И.В., Бураков А.Е., Слдозян Р.Д., Ткачев А.Г. Получение неавтоклавного газобетона с введением оксида графена и пластифицирующей добавки // Известия вузов. Строительство. 2023. №3. С.52-60. DOI: 10.32683/0536-1052-2023-771-3-52-60.
6. Yu, W.; Liang, X.; Ni, F.M.-W.; Oyeyi, A.G.; Tighe, S. Characteristics of Lightweight Cellular Concrete and Effects on Mechanical Properties. *Materials* 2020, 13, 2678. <https://doi.org/10.3390/ma13122678>.

7. Самуйлов, Ю. Д. Методика определения состава газобетонной смеси требуемой плотности неавтоклавного ячеистого газобетона на микрозаполнителе из диспергированного гранитного отсева / Ю. Д. Самуйлов // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС; редкол.: О. Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 10. – С. 214-232.
8. Самуйлов, Ю. Д. Методика определения состава газобетонной смеси требуемой прочности неавтоклавного ячеистого газобетона на микрозаполнителе из диспергированного гранитного отсева / Ю. Д. Самуйлов // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС; редкол.: О.Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 11. – С. 234-252. <https://doi.org/10.35579/2076-6033-2019-11-15>.
9. Митина Н.А. Получение прочного неавтоклавного газобетона путем регулирования состава и свойств исходных смесей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2003.
10. СН 277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. М.: Госстрой России, 2001.
11. СП РК 5.03-104-2013. Изготовление изделий из ячеистого бетона. – Астана, 2015.
12. ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия. – М., ИПК Издательство стандартов, 2003.
13. ГОСТ 6133-99. Камни бетонные стеновые. Технические условия. – М., Госстрой России, 2001. – 38 с.
14. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М., Стандартинформ, 2019.
15. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М., Стандартинформ, 2018.
16. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М., ИПК Издательство стандартов, 2001.
17. ГОСТ 12730.1-2020. Бетоны. Методы определения плотности. – М., Стандартинформ, 2021.
18. ГОСТ 12730.0-2020. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости. – М., Стандартинформ, 2020.
19. ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – М., Стандартинформ, 2006.

References

1. GOST 21520-89. Bloki iz yacheistyh betonov stenovye melkie. Tekhnicheskie usloviya. – 2004.
2. Ahmetov D. A. YAcheistyj beton dlya ograzhdayushchih izdelij vysotnyh zdaniy. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk Respublika Kazahstan. 2010.
3. Podmazova S.A., Kupriyanov N.N., Krylov B.A., Sagajdak A.I. Kachestvo betona i standartizaciya pra-vil kontrolya ego prochnosti. Tekhnologii betonov. 2009; 5.
4. Pimenova A.O., Rudenko O.V. Opredelenie fakticheskoj prochnosti konstrukcij vozvodimyh s pomoshch'yu additivnyh tekhnologij // Tvorchestvo molodyh – innovacionnomu razvitiyu Kazahstana, chast' I – Ust'-Kamenogorsk, 2018. – S-189-190.
5. Al'dzhabubi D.Z.M., Burakova I.V., Burakov A.E., Sldoz'yan R.D., Tkachev A.G. Poluchenie neavtoklavnogo gazobetona s vvedeniem oksida grafena i plastificiruyushchej dobavki // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. 2023. №3. S.52-60. DOI: 10.32683/0536-1052-2023-771-3-52-60.
6. Yu, W.; Liang, X.; Ni, F.M.-W.; Oyeyi, A.G.; Tighe, S. Characteristics of Lightweight Cellular Concrete and Effects on Mechanical Properties. Materials 2020, 13, 2678. <https://doi.org/10.3390/ma13122678>.
7. Samujlov, YU. D. Metodika opredeleniya sostava gazobetonnoj smesi trebuemoj plotnosti neavtoklavnogo yacheistogo gazobetona na mikrozapolnitele iz dispergировannogo granitnogo otseva / YU. D. Sa-mujlov // Problemy sovremennogo betona i zhelezobetona : sb. nauch. tr. / In-t BelNIIS; redkol.: O. N. Leshkevich [i dr.]. – Minsk, 2018. – Vyp. 10. – S. 214-232.
8. Samujlov, YU. D. Metodika opredeleniya sostava gazobetonnoj smesi trebuemoj prochnosti neavtoklavnogo yacheistogo gazobetona na mikrozapolnitele iz dispergировannogo granitnogo otseva / YU. D. Sa-mujlov // Problemy sovremennogo betona i zhelezobetona : sb. nauch. tr. / In-t BelNIIS; redkol.: O. N. Leshkevich [i dr.]. – Minsk, 2019. – Vyp. 11. – S. 234–252. <https://doi.org/10.35579/2076-6033-2019-11-15>.

9. Mitina N.A. Poluchenie prochnogo neavtoklavnogo gazobetona putem regulirovaniya sostava i svoystv iskhodnyh smesey. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. 2003.
 10. SN 277-80. Instrukciya po izgotovleniyu izdelij iz yacheistogo betona. M.: Gosstroj Rossii, 2001.
 11. SP RK 5.03-104-2013. Izgotovlenie izdelij iz yacheistogo betona. – Astana, 2015.
 12. GOST 25485-89 Betony yacheistye. Tekhnicheskie usloviya. – M., IPK Izdatel'stvo standartov, 2003.
 13. GOST 6133-99. Kamni betonnye stenovye. Tekhnicheskie usloviya. – M., Gosstroj Rossii, 2001. – 38 s.
 14. GOST 26633-2015. Betony tyazhelye i melkozemistye. Tekhnicheskie usloviya. – M., Standartinform, 2019.
 15. GOST 10180-2012 Betony. Metody opredeleniya prochnosti po kontrol'nym obrazcam. – M., Standartinform, 2018.
 16. GOST 8462-85. Materialy stenovye. Metody opredeleniya predelov prochnosti pri szhatii i izgi-be. – M., IPK Izdatel'stvo standartov, 2001.
 17. GOST 12730.1-2020. Betony. Metody opredeleniya plotnosti. – M., Standartinform, 2021.
 18. GOST 12730.0-2020. Betony. Obshchie trebovaniya k metodam opredeleniya plotnosti, vlazhnosti, vo-dopogloshcheniya, poristosti i vodonepronicamaemosti. – M., Standartiinform, 2020.
 19. GOST 7025-91 Kirpich i kamni keramicheskie i silikatnye. Metody opredeleniya vodopogloshcheniya, plotnosti i kontrolya morozostojkosti. – M., Standartinform, 2006.
-
-