

ӘОЖ 36.974:549.623.59

А. Т. Захарова, магистрант

Б. Т. Шакешев, техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

ВЕРМИКУЛИТ ҚОЛДАНЫЛҒАН ЖЕҢІЛ БЕТОНДЫ ЗЕРТТЕУ

Аннотация

Мақалада ғимараттар мен құрылымдар үшін қолданылатын тиімді жылуоқшаулағыш материалдардың түрі зертханалық тұрғыда зерттелген. Материалдарға талдаулар жасалып, олардың ішінен энерготиімді жылу оқшаулағыш материал таңдалды. Басқа материалдарға қарағанда физика-механикалық, жылуөткізгіштік т.с.с қасиеттерінің артықшылықтары көрсетілген.

Түйін сөздер: *Жылу оқшаулағыш; дыбыс оқшаулау; шикізат; ашық кеуектілік; ісінген вермикулит; газдалған жеңіл бетон; энергия тиімділік; көбік бетон.*

Қазіргі уақытта, жаңадан салынған ғимараттар мен құрылымдар үшін ең өзекті мәселелердің бірі – жылу оқшаулау болып табылады. Ісінген вермикулитті қолдану арқылы бұл мәселенің шешімін экономикалық тиімді жағынан шешуге болады. Тұрғын үй құрылысында бір мезетте ғимараттар мен имараттарда жылу сақтауға кететін шығынды азайтуға, өртке қарсы қорғау, дыбыс оқшаулау және дыбыс сіңіру азайтуға болады және сонымен қатар бірқатар мәселелердің алдын алуға болады.

Вермикулит (лат. Vermiculus –кұрт (червячок)) қабаттық құрылымы бар гидрослюдалар тобына жататын минерал. Қазақстанда, Ресейде, Украинада шикізат вермикулиттің үлкен қоры бар. Вермикулитті күйдіргеннен кейін үйінді тығыздықтағы $\rho_n = 100-300 \text{ кг/м}^3$ ісінген вермикулитті алады. Бұл жоғарғы кеуекті материал аз механикалық қалыңдығымен, зиянды қалдықтар шығармайтындығымен, биологиялық тұрақты, жанбайтын және ұзаққа төзімділігімен ерекшеленеді.

Ісінген вермикулит-вермикулиттің ұнтақталған минералынан күйдіру кезінде алынған сусымалы жылу оқшаулағыш материал болып табылады (1 сурет). Ісінген вермикулиттің ерекшеліктері оның бөліктерінің анизотропиясы, жоғарғы ашық кеуектілік, деформацияға беріктілігі. ТМД елдері вермикулит қоры бойынша әлемде бірінші орында тұр. Ақтөбе қаласындағы вермикулит қоры Еуразиялық субконтентте 3 орынды алады (Мурман облысындағы Ковдор және Челябинскідегі Потанин кен орындарынан кейін).



1 сурет – Ісінген вермикулит

Соңғы 20 жылда вермикулит өндірістік дамуында айтарлықтай көп өзгерістер болды. 1976 жылы Еуропада алғаш рет жылына 50 мың тонна вермикулит өндіретін фабрика ашылды.

Ресейде (Мурман обылысы) Ковдор кен орнында ашылды [1].

Ақтөбе кен орнындағы вермикулит рудасының химиялық құрамы, %: SiO₂-6,3; TiO₂-0,55; Al₂O₃-14,75; Fe₂O₃-9,2; FeO-0,3; CaO-0,7; MgO-19,9; MnO-0,1; Na₂O-2; K₂O-0,06; P₂O₅-0,12; CO₂-0,15; H₂O-5,5.

Вермикулит рудасының минеральді құрамы: вермикулит, флоготип, биотит, қосымшалары- шпинель, пироксен, амфибол, роговая обманка.

Вермикулиттің физико-механикалық құрамы: табиғи ылғалдылығы – 1-6%; ісіну коэффициенті – 5-10; еру температурасы – 1100-1260°C; күйдіру кезіндегі температура 900°C ісінген вермикулиттің сусымалы тығыздығы – 120-250 кг/м³; 0,06 мм – 48-80 %, 0,6-5мм – 20-42% фракциялардағы гранулометриясы.

Кен орнының минералды құрамы: %: вермикулит – 10,5; кварц – 2; плагиколаз-41; роговая обманка – 33; пироксен – 1; биотит – 1; орден – 0,2; апатит – 0,5; рутил – 0,2; хлорит – 0,1; сульфиды – 0,2; сазды минералдар – 10.

Аэрацияланған бетондардың орташа тығыздығы 1000-ден 1400 кг/м³ және сынып беріктігі бойынша В2–В7,5 құрамдары және өндіру технологиясы әзірленген, себебі бұл арақатынас жылу окшаулағыш - конструкциялық бұйымдар мен конструкцияларды дайындау үшін оңтайлы болып табылады.

Қазақстан Республикасының экономикалық жағдайын шығынын ескере отырып, газдалған жеңіл бетондағы тұтқырды үнемдеу мақсатында, цемент шығынын азайтуда екі жолына қол жеткізген:

- цемент бөліктерін ұсақ уатылған қоспалармен ауыстыру, атап айтқанда, ЖЭО – ның күлмен-тозаңы;

- гидротермалды өңдеу.

Аэрацияланған жеңіл бетон құрамына енгізілген ЖЭО күл - тозаңы оның қасиеттеріне оң әсер етеді. Бетон қоспасының тиімді орташа тығыздықтағы төселуі арқылы қоспалар шығуы артады және портландцемент шығыны қысқарады. Сонымен қатар, мұндай жанама ретінде күл – тозаң сияқты өнеркәсіп өнімін қалпына келтіріп кәдеге жарату, елеулі экологиялық әсері бар. Ісінген вермикулит әмбебап толтырғыштардың бірі болып табылады және көп мақсаттық тағайындаудағы материалдар алуға мүмкіндік береді. Құрамына қосылған ісінген толтырғыштың санына байланысты, ауа тартқыш қоспалардың саны мен сапасына қарай, булану дәрежесіне қарай кең диапазондағы орташа тығыздығы 400-ден 1300 кг/м³ болатын газдалған бетондар алуға болады.

Аэрацияланған жеңіл бетондардың кеңейтілген вермикулит негізінде оңтайлы құрамын анықтау кезінде тұтқыр заттардың арасындағы қатынастармен, құммен және жеңіл толтырғыштармен әр түрлі сериялы үлгілерін дайындады.

1 кестеде келтірілген деректер бойынша аэрацияланған жеңіл бетон құрамына іріктеу жасалған [2]. Толтырғыштың компоненттері арасындағы қатынасты ала отырып (құм : кеңейтілген толтырғыш), әр түрлі қасиеттері бар бетондар алуға болады. Тұтқыр қатынастың азаюымен: толтырғыш кезінде орташа тығыздығы бір бетонның механикалық сипаттамалары төмендейді. Мәселен, бетондар құрамы 1:0,6 : (1,5–2,0) : (0,25–0,35) - (цемент : күл : құм : кеңейтілген толтырғыш) орташа тығыздығы 1000-1100 кг/м³ құрайды, қысқан кездегі беріктік шегі 28-күндік негізінде 4,0–6,5 МПа, құрамдарға арналған 1 : 0,6 : (2-2,5) : (0,15–0,25) орташа тығыздығы 1200 – 1250 кг/м³, сығылу кезіндегі қатаңдық шегі 5,0 – 10,0 МПа-ға өзгереді.

1 кесте – Аэрацияланған жеңіл бетонға кеткен материал шығыны

Ісінген вермикулит 0–0,5 мм фр.

№	Салмағы бойынша құрамы: құм : ісінген толықтырғыш	1м ³ бетонға кеткен материал шығыны, Кг					Бетонның қасиеті		
		Цемент	Күл	Құм	Ісінген вермикулит	Су	Орташа тығыздығы, кг/м ³	Беріктік шегі	
								Сығу, МПа	Ию, Мпа
1	1 : 0 : 0,66	795	-	-	500	390	1050	9,1	3,3
2	1 : 2,5 : 0,2	305	-	745	50	240	1200	6,8	3,0

3	(1:0,6) : 2,2 : 0,35	280	170	600	90	310	1200	5,7	2,4
4	(1:0,6) : 2,2 : 0,35	290	160	600	-	300	1150	6,6	2,0
5	(1:0,65) : 1,5 : 0,2	275	170	400	55	340	1000	4,4	1,9
6	(1:0,7) : 2,5 : 0,2	255	185	700	50	285	1350	6,4	2,8
7	(1:0,7) : 2,0:0,5	280	195	560	140	350	1250	5,6	3,0
8	(1:0,55) : 1,9 : 0,2	320	180	600	70	320	1350	8,2	4,0

Ісінген вермикулит бетонның орташа тығыздығы мен беріктігі олардың құрамы мен, толтырғыштың сусымалы тығыздығымен (күйдірілген вермикулит кендері), су қатынасымен анықталады.

Орташа тығыздығы мен беріктігі мынадай факторларда реттелуі мүмкін:

- су шығыны;
- түрі мен тұтқыр шығыны;
- кеңейтілген толтырғыштың үйілген тығыздығы және оның саны;
- күйдірілген вермикулит кендерінің санымен;
- ұзақ аэрацияланған;
- араластыру қондырғыларының түрлерімен;
- кеуекті толтырғыштың енгізу әдісімен.

Отыруы изотермиялық камерада сақталған үлгілерден анықталды. Бақылау 3 ай бойына жалғасты, кему деформациялығы неғұрлым қарқынды алғашқы 7-14 күнде дамуда және іс жүзінде 3 айдан кейін тұрақталады. Күйдірілген вермикулит кенінің аэрацияланған бетондар құрамына енгізу оң ықпал етеді, өйткені отыруы айтарлықтай төмендейді. Осыған байланысты, бұл бетондарда цемент шығыны цемент-тозаңымен салыстырғанда аз, бетонда цементтің гелдік құрайтын үлесі қысқарады, ол сондай-ақ деформация кезінде аэрацияланған бетондардың қатаюын азайтуға мүмкіндік береді [1, 3].

Қуысты құрылымы келесі материалдардың үлгілерінде зерттелді:

- аэрацияланған жеңіл бетонның орташа тығыздығы 1200 кг/м^3 және жалпы кеуектілігі

$$P_{\text{жалпы}} = 51,9 \%;$$

- күйдірілген вермикулит кені негізіндегі аэрацияланған жеңіл бетон $\rho_s = 1200 \text{ кг/м}^3$ және

$$P_{\text{жалпы}} = 55,2\%;$$

- көбікбетон $\rho_s = 1200 \text{ кг/м}^3$ және $P_{\text{жалпы}} = 64,0\%$ - ы (салыстыру үшін).

2 кестеде келтірілген деректер бойынша мынадай тұжырымдар жасауға болады:

- шамамен бірдей жалпы кеуектілікті аэрациялық бетонмен салыстырғанда көбік бетонның ұяшық диаметрі үлкен (шамамен 2 есе);
- қалыпты көбік бетонмен салыстырғанда аэрациялық бетонның ұяшықты құрылымы қалыпты ауытқуы және серпілу шамасы біркелкі. Микрокеуекті құрылым құруда және аэрацияланған бетон араластырудағы жоғары жылдамдықпен байланысты [4].

2 кесте – Ұяшық құрылымның сипаттамасы

Материал түрі	Ұяшықтарының орташа диаметр, мм	Құлаш теңестіру, мм	Қалыпты ауытқуы
Аэрацияланған жеңіл бетон	0,0187	0,06	0,014
Күйдірілген вермикулит кені негізіндегі аэрацияланған жеңіл бетон	0,0112	0,06	0,0135
Көбік бетон	0,0287	0,08	0,0179

Газдалған бетондардың жиынтық кеуектілігі ұяшықтың 3 түрлерімен анықталады: кеңейтілген толтырғыш ұяшық; ауа тартумен қалыптастыратын ұяшық; артық сумен қатаюымен құрылған.

Бетонның жылу өткізгіштігі негізінен вермикулиттің тығыздығы мен ылғалдылығына

байланысты; сонымен қатар, осы сипаттамаға ұшықтарының бөлінуі, қоршаған ортаның температурасы, сондай- ақ қатты бетон компоненттерінің және олардың көлемдік концентрациясының құрамы және құрылымы әсер етеді. Жылу өткізгіштігі материалдардың тығыздығының, ылғалдылығының және температурасының артуына байланысты артады. Жеңіл бетондардың жылу өткізгіштігі ИТП - МГ4 «Зонд» құралымен анықталды (2 сурет).



2 сурет – ИТП - МГ4 «Зонд» құралымен жылу өткізгіштікті анықтау барысы

3 кесте – Аэрацияланған бетондардың орташа тығыздығы олардың жылу өткізгіштігіне байланысы

Орташа тығыздығы, кг/м ³	Жылу өткізгіштігі, Вт/м ^{°К}
800	0,16-0,18
900	0,17-0,19
1000	0,18-0,21
1100	0,20-0,23
1200	0,23-0,28
1300	0,30-0,34

Жүргізілген зерттеулерге байланысты аэрациялық жеңіл бетондар керамзитбетонмен тең тығыздығыда жылу өткізгіштігі төмен (цементті матрица ұсақ кеуек құрылымы және аса жеңіл толтырғыштар болуымен анықталады. Вермикулит негізінде жасалған аэрацияланған жеңіл бетондар бұл дәстүрлі жылу окшаулағыштармен салыстырғанда, жеңіл конструктивті – жылу окшаулағыш бетондардың жаңа класы болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Тихонов Ю.М. Аэрированные легкие и тепло-огнезащитные бетоны и растворы с применением вспученного вермикулита и перлита и изделия на их основе : автореферат докторской диссертации. – СПбГАСУ. – 2005. – 40 с.

2 Тихонов Ю.М. Формирование поровой структуры аэрированных легких бетонов / Ю.М. Тихонов, И.У. Аубакирова, А.С. Макбузов // В кн.: Теоретические проблемы строительного материаловедения и эффективные стеновые материалы. Всесоюзная конференция. – Белгород, 1991. – С. 25-77.

3 Макбузов А.С. Производства вермикулита Каратас – алтынтасского месторождения (Западный Казахстан) в легких бетонах / А.С. Макбузов, Ю.М. Тихонов, И.В. Коломиец // В сб. докл.65-й науч.конф., СПбГАСУ. – 2008. – С.136-140

4 Макбузов А.С. Исследование легких аэрированных бетонов с использованием обожженной вермикулитовой породы / А.С. Макбузов // КазККА Хабаршысы. – 2010. – №4 (65). – 117-122 б.

РЕЗЮМЕ

В статье в лабораторных условиях исследован эффективный теплоизоляционный материал для использования в строительстве зданий и сооружений. Был проведен анализ материалов и из них отобран энергоэффективный теплоизоляционный материал. Показаны его преимущества по физико-механическим, теплоизоляционным и другим качествам.

RESUME

Effective thermal insulation material for use in the construction of buildings and structures has been investigated under laboratory conditions in the article. Analyzes of materials were carried out, and energy – efficient heat – insulating material was selected from them. In comparison with other materials has the most effective advantages in terms of physic – mechanical and thermal insulation quality.