

DOI 10.53364/24138614_2021_21_2_94

ӘОЖ 692.4:691.328:728.1.011.25

¹Аринов Е.Б., ф.-м.ғ.д., профессор, ²Жолдыбаев Ш. С., доцент, т. ғ. к.^{1,2}Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ. Қазақстан¹E-mail: arinov91@mail.ru*²E-mail: schachman@mail.ru

**ЖЫЛЫ ШАТЫРЛАРҒА АРНАЛҒАН ҮШ ҚАБАТТЫ КЕШЕНДІ ПЛИТА
ЖАБЫНЫ
ТРЕХСЛОЙНОЕ КОМПЛЕКСНОЕ ПЛИТНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ТЕПЛЫХ
КРЫШ
THREE-LAYER COMPLEX SLAB COATING FOR WARM ROOFS**

Аңдатпа. Орта қабаты пенополистиродан ішінде қабырғасы жоқ, басқа конструкциялардан айырмашылығы, аяз «көпірі» болып табылатын, үш қабатты темірбетон жаппа тақталары эксперименттік зерттегенде өз табиғи өлшемдерінде жүргізілді. Пенополистиролдан жасалған пластиналардың 50 және 100 мм сериялық қалыңдығын ескере отырып, тақталардың жалпы қалыңдығын 200 және 220 мм сәйкестіре отырып, жабынды табақтардың екі нұсқасы қарастырылады. Тақтаның элементтерінде жарықшақтардың тұрақтылығын, иілу, жарықтың ашылуы және дамыу, эксперименттік деректер келтірілген.

Түйін сөздер: жаппа тақталары, көбік полистирол, жоғарғы және төменгі бетон қабаты, тор, жылу оқшаулағыш қабат, арматуралау, жылу техникалық есеп, қаңқа, есептік температура, суық көпір, үш қабатты тақта.

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования в натуральных размерах железобетонных трехслойных плит покрытий со средним слоем из пенополистирола не имеющих внутренних ребер, в отличие от других конструкции, что является «мостиком» холода. Рассматривается два варианта плит покрытий с учетом толщины серийно выпускаемых пенополистирольных плит 50 и 100 мм с общими толщинами плит 200 и 220 мм соответственно. Приводятся экспериментальные данные на трещиностойкость, образование и развитие трещин в элементах плит, прогибы и несущая способность.

Ключевые слова: верхний и нижний бетонный слой, сетка, теплоизолирующий слой, армирование, теплотехнический расчет, каркас, расчетная температура, мостик холода.

Abstract. Experimental investigations were carried out in the natural sizes of reinforced concrete three-layer slabs of coatings with a middle layer of expanded polystyrene without internal edges, unlike other designs, which is a "bridge" of cold. Two variants of coating plates are considered, taking into account the thickness of commercially available foam polystyrene plates of 50 and 100 mm with a total thickness of plates of 200 and 220 mm, respectively.

Experimental data on crack resistance, the formation and development of cracks in the elements of plates, deflections and bearing capacity are given.

Keywords: coating plates, polystyrene foam, upper and lower concrete layer, mesh, heat insulating layer, reinforcement, heat engineering design, framework, design temperature, cold bridge, three-layer slab.

Қазіргі уақытта бір-бірінен көлденең қима формасымен, қабаттардың санымен, бетонның түрімен және т. б. ерекшеленетін қабатты плиталардың түрлі түрлері қолданылады. Осы конструкцияның негізгі кемшілігі күрделі конфигурация және ішкі қабырғалардың болуы болып табылады.

Ішкі қабырғалары жоқ пенополистиролдың орта қабаты бар жабын плиталарын дайындау шешілді. Жылу техникалық есеп негізінде жылу шатырларын орнату кезінде жабындардың плиталары үшін көлемі 40 кг/м³ болатын ПСБ маркалы пенополистеролдан жасалған орташа жылу оқшаулағыш қабаттың қажетті қалыңдығы 50 мм қабылданған. Бірақ сериялық шығарылатын 50 және 100 мм пенополистироль плиталарының қалыңдығын есепке ала отырып, екі нұсқадағы жабын плиталарының фрагменттерін зерттеу ұсынылды. Тәжірибелі үлгілердің жалпы қалыңдығы 200 және 220 мм болды, оның ішінде қалыңдығы 60 және 75 мм болатын В25 класты ауыр бетоннан жасалған төменгі және жоғарғы қабаттар және пенополистиролдан жасалған орташа қабаттар -50 және 100 мм. Жабу үлгілерін арматуралау мынадай түрде қарастырылған: 1) А-III класты Ø 10, 12 мм жұмыс өзекшелері бар төменгі бетонды қабатта С-1 негізгі торы; 2) С-2 тіреуіш торлары: А-III класты Ø 8 мм арматурадан "А" сериясы үшін, Вр-1класты Ø 5 қабатта "Б" сериясы үшін, А-III класты Ø 8 мм және А-III класты Ø 10 мм арматурадан жасалған төменгі қабатта. Үлгілердің таңбалануы, нысаны, геометриялық өлшемдері және оларды арматуралау туралы деректер 1-кестеде келтірілген.

1-кесте

Үш қабатты плиталар үлгілерінің сипаттамасы

Сериясы	Плиталарды белгілеуі	Өлшемдері							Арматуралау		
		L	h	D	h _f	h' _f	h _m	b _w	Аралықтағы A _s	Тірек жанындағы A _s	A' _s
А	ФК1	568	22		6	6	1	20	2Ø8	2Ø8	Ø8
	ФК2								2Ø8	2Ø8	
	ФК3								2Ø10	2Ø8	
	ФК4								4Ø10	4Ø8	
										Ø8	
											Ø8

Б	ФК5 ФК6 ФК7 ФК8	598	20	50	7,5	7,5	5	20	2Ø12	2Ø10	Ø5 Ø8
---	--------------------------	-----	----	----	-----	-----	---	----	------	------	----------

Ескерту: В25 класты ауыр бетон; $\gamma=40$ кг/м³ ПСБ маркалы пенополистиролдан жасалған орташа қабат; арматураның сыныбы Ø 8-12 мм А-III, Ø 5 мм Вр-1; h_f' – жоғарғы қабаттың қалыңдығы; h_f – төменгі қабаттың қалыңдығы; h_m – пенополистиролдың қалыңдығы; v_w – контурлық қабырғаның қалыңдығы.

Үлгілер "Қазақмыс" корпорациясының ЗЖБИ зертханасында дайындалған.

Тәжірибелік үлгілерді сынау барысында 2, 3 және 4-кестеде көрсетілген мынадай деректер алынды.

2-кесте

Аралықтағы жабындар плиталарының жарықтық төзімділігі

Сериясы	Плиталарды белгілеуі	Жүктемелер (кПа) және олардың арақатынасы		
		Тәжірибелі	Теориялық	q_{crc}/q_{th}
А	ФК1	5,2	5,22	0,99
	ФК2	7,84	5,22	1,5
	ФК3	4,87	3,3	1,48
	ФК4	5,2	5,22	0,99
Орташа 1,24				
В	ФК5	5,7	3,51	1,62
	ФК6	4,3	3,91	1,1
	ФК7	4,87	3,91	1,24
	ФК8	4,32	3,91	1,1
Орташа 1,26				

3-кесте

Тіректер жанындағы жабындар плиталарының жоғарғы қабатының жарықтық төзімділігі

Сериясы	Плиталардың белгіленуі	q_{crc}	q_{th}	q_{crc}/q_{th}
		кПа		
А	ФК1	6,55	4,93	1,32
	ФК2	10,08	4,93	--
	ФК3	6,47	3,2	--
	ФК4	5,2	4,93	1,05
Б	ФК5	7,57	6,73	1,12
	ФК6	8,24	7,8	1,06
	ФК7	9,77	7,8	--
	ФК8	8,18	7,8	1,05
Орташа 1,12				

Аралықтағы нормальды жарықтардың пайда болуы бойынша есептеу мына жағдайды тексеруде болды: егерде сыртқы күштерден иілу моменті жарықтардың пайда болу алдындағы шекті ішкі күштің иілу моментінен аспаса, қималардағы жарықтар құрылмайды. Бұл ретте сыртқы күштердің моменті

$$M_{crc}^{exp} = q_{crc}^{exp} \cdot e \cdot l_0^2 / 8 \tag{1}$$

мұнда: q_{crc}^{exp} - аралықтағы нормальды жарықтардың пайда болуының тәжірибелік жүктемесі.

Ішкі күштің моменті ҚНЖЕ формуласы бойынша анықталды [1]

$$M_{crc}^{th} = R_{bt} \cdot W_{pl} \tag{2}$$

бетонның R_{bt} созылуына нақты беріктігі пайдаланылған, ал келтірілген қиманың кедергі моменті орташа қабатты ескерместен анықталған.

4-кесте

Жабын плиталары үшін γ_{b4} коэффициентінің маңызы

Сериясы	Плиталардың белгіленуі	σ_{mt}/τ_{xy} МПа	$\gamma_{b4}=\tau_{xy}/R_{bt}$
А	ФК1	0,415	0,22
	ФК2	0,64	0,33
	ФК3	0,41	0,33
	ФК4	0,33	0,17
Орташа 0,26			
Б	ФК5	0,61	0,40
	ФК6	0,66	0,38
	ФК7	0,78	0,45
	ФК8	0,65	0,37
Орташа 0,40			

Қажетті қорды қамтамасыз ете отырып, қиғаш жарықтардың пайда болуы бойынша одан әрі есептеулер үшін коэффициент мәні қиғаш жарықтардың пайда болу жүктемелерінің тәжірибелік және теориялық мәндерінің қатынасы ≥ 1 болатындай етіп қабылданады, бұл құрылғы $\gamma_{b4}=0,16$ кезінде жетеді.

5-кесте

Тіректер жанындағы жабындар плиталарының төменгі қабатының жарықтық төзімділігі

Плиталардың белгіленуі	q_{crc}	q_{th}	q_{crc}/q_{th}
	кПа		
ФК1	6,55	4,89	1,34
ФК2	10,08	4,89	--
ФК3	6,47	3,16	--
ФК4	5,2	4,90	1,06
ФК5	7,57	7,20	1,05
ФК6	8,24	8,40	0,98
ФК7	9,77	8,40	--

ФК8	8,18	8,40	0,97
Орташа 1,08			

Пайдалану жүктемелерінде плитада жарықтар құрылмағандықтан, майысулардың теориялық мәні мынадай формула бойынша анықталды

$$f = 5/48 \cdot 1/r \cdot l_0 \quad (3)$$

мұнда: $1/r$ – қысқа мерзімді пайдалану жүктемесінен элементтің қисықтығы.

6-кесте

Пайдалану жүктемелері кезінде жабын плиталарының майысуы

Сериясы	Плиталардың белгіленуі	Йілу, мм		f^{th}/f^{exp}
		Тәжірибелі	Теориялық	
А	ФК1	3,2	3,2	1,0
	ФК2	2,67	3,0	1,12
	ФК3	3,15	3,2	1,02
	ФК4	1,5	3,2	1,02
Орташа 1,04				
Б	ФК5	5,4	5,8	1,07
	ФК6	5,7	5,8	1,02
	ФК7	5,5	5,8	1,06
	ФК8	6,0	5,8	0,97
Орташа 1,03				

Жүк көтергіш қабілетінің таусылуы аралық жарықтардың орташа ашылуы кезінде майысулар айтарлықтай ұлғайған кезде, ал ФК1, ФК4 үлгілерінде тірек жарықтары болған кезде болды. Оперативтік қима бойынша жүк көтергіш қабілетінің таусылуы сәттер үшін өрнектердің бірлескен шешімінен формула алынды

$$Q_{ul}^{th} = 8[r_b \cdot x (h_0 - 0,5 \cdot x)]/l_0^2 \quad (4)$$

Шамасы, көлденең күштер және шекті ішкі күш-зерттелетін үлгілерді анықталды ескере отырып, мәні $c = 1,1 \cdot h_{он}$,формулаға қойып және шеше отырып, бірлесіп формуламен табамыз эмпириялық коэффициент шамасын φ_n , ескере отырып, бойлық күштердің әсері туындайтын төменгі қабатындағы бұзылған кезде ілінісу оның орташа қалыңдықта таусылған кезде көтергіш қабілетін, ол абсолюттік шамасы бойынша жақын шекті $\varphi_n^{lim} = 0,8$, ұсынылатын ҚНЖЕ [1].

7-кестеден көрініп тұрғандай, «с» және « φ_n » параметрлерінің табылған мәндерінде еңіс қималар бойынша жабындардың үш қабатты плиталарының салмақ көтеру қабілетінің тәжірибелік және теориялық мәндерінің қанағаттанарлық ұқсастығы алынған, сериялар бойынша орташа есеппен 1-ден 16% - ға дейін тәжірибелік мәндерден асып кеткен.

7-кесте

Көлбеу қималар бойынша төсемдер плиталары үлгілерінің көтергіш қабілеті

Сериясы	Плиталардың белгіленуі	Өз салмағын ескере отырып, бұзылатын жүктеме.		Q_{ul}/q_{th}
		Тәжірибелі шамалар	Теориялық шамалар	

		Q_{ul}	Q_{exp}	Q_{th}	Q_{ul}	
А	ФК1	8,75	7,38	7,54	6,37	1,16
	ФК2	10,08	8,50	7,52	6,34	1,34
	ФК3	6,47	10,91	4,86	8,19	1,33
	ФК4	6,06	20,43	7,58	25,5	0,80
Орташа 1,16						
В	ФК5	7,57	11,20	7,57	11,15	1,0
	ФК6	8,24	12,20	8,77	12,93	0,94
	ФК7	9,77	14,46	8,72	12,93	1,12
	ФК8	8,18	12,11	8,70	12,93	0,94
Орташа 1,0						

Қорытындылар

1. Қалыңдығы 200 және 220 мм, ұзындығы 5980 және 5740 мм ұштық қабырғалары бар, ауыр бетоннан жасалған төменгі және жоғарғы қабаттары бар және пенополистиролдан жасалған орташа қабаттары бар, бойлық қабырғалары жоқ жалпақ үш қабатты плиталарды қалыптау бойынша тәжірибе құрама темір-бетон конструкцияларының зауыттық технологиясының дәстүрлі әдістерін пайдалана отырып, олардың принципті мүмкіндіктерін көрсетті.

2. Аралық қималардағы жабындардың жалпақ үш қабатты плиталарын есептеу қиманың толық жұмыс биіктігіне орташа қабатты ескере отырып, орташа қабатты ескермей нормальды жарықтардың пайда болуы бойынша және беріктігі бойынша жүргізу ұсынылады.

3. Жүргізілген эксперименттер негізінде көлбеу жарықтардың пайда болуы бойынша иілетін конструкцияны есептеу бойынша әдістеме толықтырулар ұсынылды, негізінде ұқсас тұжырымдалған. Сонымен қатар аралықтардағы, бетон класындағы, жабынды плиталарды арматуралауда айтарлықтай айырмашылық салдарынан γ_{B4} коэффициентінің шамасы айтарлықтай аз алынған және оны 0,16 тең қабылдау ұсынылады. Төменгі қабатта бойлық созушы күштердің әсерін ескеретін φ_n коэффициентінің шамасын (-0,8) қабылдау ұсынылады.

4. Төсемдердің үш қабатты плиталарының иісіне аралық қималардың жарықтық төзімділігін, қаттылығы мен беріктігін тексеру бойынша эксперименттік зерттеулер олардың жеткілікті қоры бар екендігін және талаптар мен жобалық жүктемелерді қанағаттандырады.

Қолданылған әдебиеттер

1. ГОСТ 8829-85. Бетон және темірбетон құрастырмалы конструкциялар мен бұйымдар. Жүктемемен сынау әдістері және беріктігін, қаттылығын және жарықшаққа төзімділігін бағалау. – М.: стандарттар баспасы. 1985.

2. ҚНЖЕ 2.03.01-84. Бетон және темірбетон конструкциялары. – М.: Стройиздат, 1985.