

FTAMP 67.09.31

А.А. Сағындықов¹ - негізгі автор, | ©
Б.А. Нұрлыбаев², А.О. Меирманов³, А.М. Раптаев⁴



¹Техн. 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/0009-0006-0157-8068>



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



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



¹ernur.abutalipov98@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/DFHU8008>

КҮЛШЛАК ҚОСПАСЫНДАҒЫ ПОЛИСТИРОЛБЕТОН ҚҰРАМДАРЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Күлшлак қоспасындағы, орташа тығыздығы 700-1050 кг/м³, беріктігі 2,0-7,4 МПа полистирол бетондарының құрамдары жасалып, модификацияланған цемент, күлшлак қоспасы және полистирол түйіршіктері мөлшері мен орташа тығыздық, сығылғандағы беріктік арасындағы математикалық тәуелділіктері алынды.

Тірек сөздер: полистирол бетон, күлшлак қоспасы, беріктік, орташа тығыздық, жылу өткізгіштік, тәжірибені симплекс-торлы жоспарлау.



Сағындықов, А.А. Күлшлак қоспасындағы полистиролбетон құрамдары және қасиеттері [Мәтін] / А.А. Сағындықов, Б.А. Нұрлыбаев, А.О. Меирманов, А.М. Раптаев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №3(81). – Б.123-128. <https://doi.org/10.55956/DFHU8008>

Кіріспе. ТМД ғалымдары [1-4] және шетелдік зерттеушілер [5] жүргізген зерттеулерді талдау, «УралНИИАС» институты ААҚ-да материал дайындаудың және конструкцияларды сынаудың технологиялық ерекшеліктерінің жинақталған тәжірибесі полистирол бетонды (ПСБ) жүк көтергіш бетон және темірбетон конструкциялары мен бұйымдары үшін материал ретінде керамзит бетонмен, ұялы бетонмен және ірі кеуекті қож бетонымен тең дәрежеде қолдануға болатындығын көрсетті. Мекемелер тығыздығы D200-1000 ПСБ өндіруде және олардың қолдану аймағы төбе жабындарды монолитті жылу оқшаулау, 3-қабатты панельдерді өндіру, қабырға блоктарын өндіру. ПСБ өндіру үшін тұрмыстық техника және басқа тауарларды полистирол орау материалдарын пайдалануда өзекті мәселеге айналған.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Полистиролбетонның құрамдары МЕСТ 27006-86 талаптарын ескере отырып, «Темірбетон» ҒЗИ (Ресей) әдістемесі негізінде таңдалды, ал құрамдас бөліктердің қажетті мөлшері есептеу-эксперименттік әдіспен нақтыланды. Жылу оқшаулағыш полистирол бетонының құрамын таңдау бойынша бұрын жүргізілген зерттеулердің нәтижелері ескерілді [3].

Бұрын жүргізілген зерттеулердің деректеріне сүйене отырып, тығыздығы 700-1000 кг/м³ құрылымдық полистиролбетонның негізгі сипаттамасы беріктікті қабылдағандықтан, композицияларды таңдау кезінде цемент-күм немесе цемент-шлак матрицасының аз кеуекті құрылымын алуға мүмкіндік беретін пластификациялаушы қоспа қолданылды.

Жұмысты орындау барысында қоршау қабырға конструкцияларының жылу қорғау қасиеттерін қамтамасыз ететін, қасиеттері бойынша әр түрлі маркалы тығыздығы D700-1000, жылу өткізгіштігі коэффициенті 0,2-0,27 Вт/м·К, салыстырмалы түрде жоғары беріктігі кезінде (В3,5-В5 сығылу класы) полистиролбетонды алу қызығушылық тудырды.

Негізгі тәжірибелер барысында құрылымдық-жылу оқшаулағыш полистиролбетонның құрамын таңдау үшін келесі материалдар қолданылды: портландцемент, күлшлак қоспасы, көбік полистирол, химиялық қоспа және су.

Алдын ала тәжірибелер барысында 2,5-5,0 мм полистирол толтырғыш түйіршіктерінің негізгі фракциясы, 2,5-5,0 мм және 5,0-10,0 мм фракцияларының қоспасы, 5,0-10,0 мм және 10,0-15,0 мм фракцияларының қоспасын пайдаланып, полистирол бетон үлгілерінің қысу беріктігі сыналды. Көбікті полистирол толтырғышының 1 м³ бетон қоспасына шығыны 0,9м³ құрады. Ең жақсы беріктік көрсеткіштері көбікті полистирол толтырғыш түйіршіктерінің негізгі фракциясын 2,5-5,0 мм пайдалану арқылы алынды.

Қиыршық тастың сусымалы тығыздығы 12-18 кг/м³ болды. Полистиролдың таңдалған фракцияның қуыстылығы V_к=40% Түйіршіктердің кеуектілігі жабық және 50-70% құрайды. МЕСТ 9758-86 сәйкес стандартты цилиндрдегі 20% деформация кезіндегі сығылғандағы беріктігі 0,065 МПа құрады.

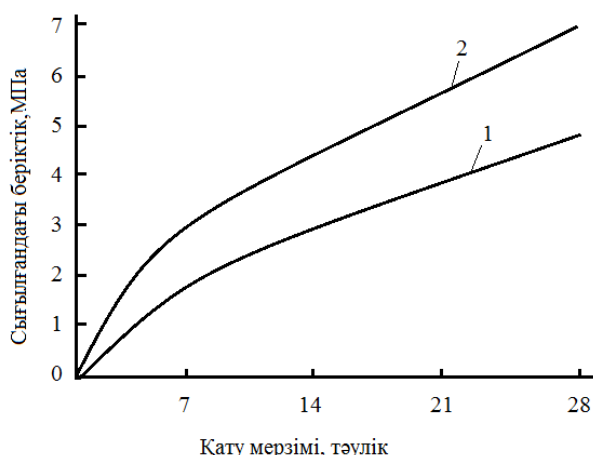
Тұтқыр ретінде қасиеттері МЕСТ 10178-85 сәйкес келетін "Жамбыл цемент" АҚ ПЦ 400-Д0 (минералды қоспаларсыз) портландцементі пайдаланылды. Беріктік көрсеткіштерінің жиынтығын және таңдалған құрамдардың салыстырмалы тығыздығын салыстыру нәтижесінде 0-5мм ұсақ фракциялық құрамы бар минералды толтырғыш ретінде Екібастұз көмірін жағудан пайда болған Алматы ЖЭО-2 күл-шлак қоспасы (КШҚ) таңдалды. КШҚ кебу, сусымалы сұр түсті түйіршікті материал.

КШҚ-тің шамамен 60% күл және 40% шлак құрайды. КШҚ технологиялық және физикалық көрсеткіштері: үйінді тығыздығы-1220 кг/м³; ылғалдылығы – 12%.

28 тәулік жасында беріктіктің ең үлкен өсімі 28% - ға "Полипласт Урал Сиб" ААҚ Первурал зауытының "Реламикс Т-2" өндірісі химиялық қоспаны қолдану арқылы алынды. Бұл қоспаның оңтайлы мөлшері 800-ден 1000 кг/м³ дейінгі материалдың тығыздығы үшін цемент массасының 0,6% құрады. «Реламикс Т-2» химиялық қоспасын қолдану арқылы жасалған құрылымдық полистирол бетон үлгілерінің беріктігінің қату мерзіміне тәуелділігі 1-суретте көрсетілген.

«Реламикс Т-2» қоспасы полистиролдың цементке қатысты адгезиясын күшейтетіндігімен байланысты сығылғандағы беріктікті жоғарылататындығы байқалады. Қоспасыз ПСБ 28 тәуліктегі беріктігі 4,8 МПа болса, қоспалы ПСБ беріктігі 6,8 МПа құрады.

Полистирол бетон қоспасындағы тұтқыр заттың нақты ПЦ400-Д0 цементтің мөлшері 390-430 кг/м³ аралығында қабылданды. Зерттелетін тығыздық аймағындағы полистирол бетон қоспаларының барлық құрамдары үшін су-цемент қатынасы 0,27-ден 0,37-ге дейін өзгерді.



1-қоспасыз ПСБ; 2-«Реламикс Т-2» қоспасымен ПСБ

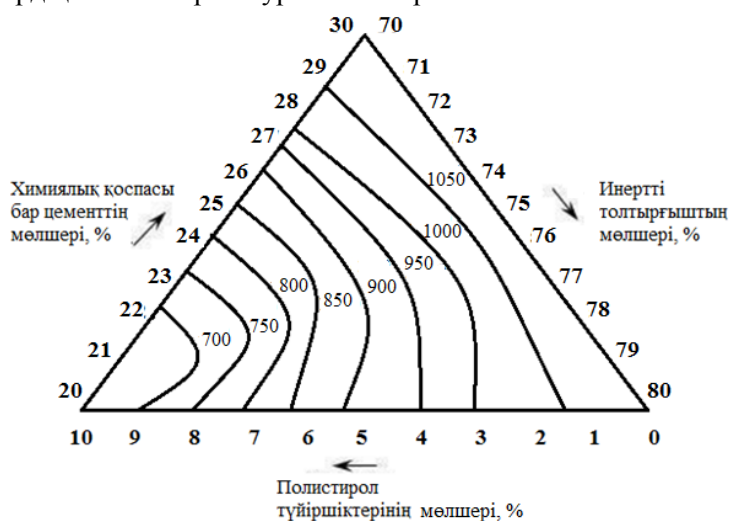
Сурет 1. Тығыздығы 1000 кг/м³ конструкциялық полистиролбетон үлгілерінің сығылғандағы беріктігінің қату мерзіміне тәуелділігі

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Алдын ала жүргізген зерттеулердің нәтижелерін талдау негізінде симплекс-торлы жоспар әзірленді және бастапқы компоненттердің әртүрлі шамада өзгеруі бойынша полистирол бетон тығыздығының өзгеруінің математикалық моделі алынды («Реламикс Т-2» қоспасы бар цемент мөлшері x_1 , күл-шлак қоспасы x_2 , полистирол x_3) болып белгіленді.

Орташа тығыздыққа арналған кодталған мәндердегі математикалық модель, кг/м³:

$$\rho_{op} = 700 \cdot x_1 + 1050 \cdot x_2 + 1000 \cdot x_3 + 100x_1 \cdot x_2 + 200x_1 \cdot x_3 + 90x_2 \cdot x_3 + 9300x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Орташа тығыздық шегінің өзгеруінің графикалық түрдегі ұсынылған тәжірибелердің нәтижелері 2-суретте келтірілген.



Сурет 2. Полистирол бетонның орташа тығыздығының (кг/м³) шикізат мөлшеріне байланысты өзгеру диаграммасы

Ұсынылған математикалық модель үшін Фишер критерийі 0,95. Нақты деректермен корреляция коэффициенті $r = 0,998$. Полистирол бетон үлгілері 1-кестеде келтірілген келесі ұтымды құрамдарда жасалды.

Кесте 1

Күл-шлак қоспасындағы полистиролбетон құрамдары

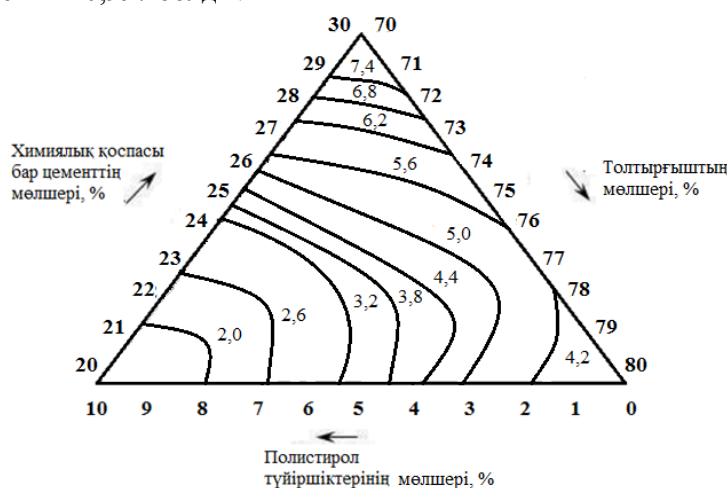
Реті	Материалдар аталуы	Өлшем бірлігі	Әртүрлі тығыздықтағы полистиробетон үшін шығын, кг/м ³		
			800	900	1000
1	М400ПЦ	кг	390	410	430
2	КШҚ	кг	290	320	350
3	КПТ	м ³	0,95	0,95	0,9
4	Реламикс	кг	2,34	2,46	2,28
5	Су	л	159	183	229

Қоспа құрамына күлшлак қоспасын енгізу порландцементтің шығынын 30% дейін үнемдеуге мүмкіндік береді.

Кодталған мәндердегі кубиктік сығылу беріктігінің математикалық моделі, МПа:

$$R_{\text{сығ}} = 2,0x_1 + 7,4x_2 + 4,2x_3 - 3,6x_1 \cdot x_2 + 2,8x_1 \cdot x_3 - 0,8x_2 \cdot x_3 + 11,67x_1 \cdot x_3 - 4,2x_1x_2 \cdot x_3$$

Сығылғандағы беріктік шегінің өзгеруінің графикалық түрдегі ұсынылған тәжірибелердің нәтижелері 3-суретте келтірілген. Үшбұрыштардың сыртқы жағында массасы бойынша % полистирол бетон компоненттерінің мөлшері көрсетілген. Модельді статистикалық сынау кезінде Фишер критерийі 0,97, ал нақты деректермен корреляция коэффициенті $r=0,997$ болды.

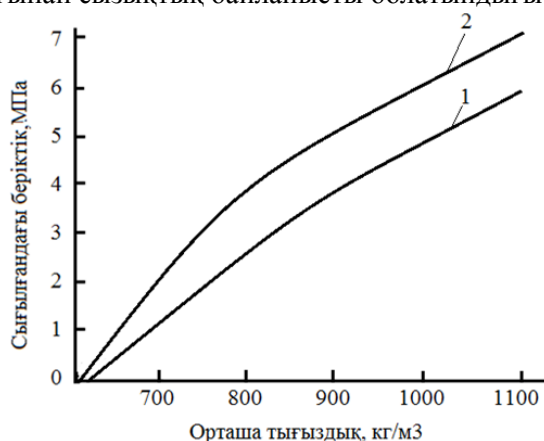


Сурет 3. Полистирол бетонның сығылғандағы беріктіктің (МПа) шикізат мөлшеріне байланысты өзгеру диаграммасы

Конструкциялық полистиролбетонның сығылғандағы беріктік шегінің $R_{сығ}$ орташа тығыздығынан $\gamma_{ор}$ тәуелділікті зерттеу нәтижелері 4-суретте көрсетілген және регрессия теңдеуімен өлшемсіз шамада сипатталған:

$$R_{сығ} = 0,4 + 0,0086 \gamma_{ор}. \quad (1)$$

Айта кету керек, құрылымдық полистиролбетонның беріктігі оның орташа тығыздығынан сызықтық байланысты болатындығы анықталды.



Сурет 4. Құрылымдық полистиролбетонның сығылу кезіндегі беріктік шегінің ($R_{сығ}$) оның тығыздығынан (γ) тәуелділігі

Қорытынды. Симплекс торлау жоспарлау әдісімен модификацияланған цементтің, күлшлак қоспасының және полистирол түйіршіктерінің мөлшеріне байланысты орташа тығыздық пен сығылғандағы беріктіктің өзгеру диаграммалары алынды. Күлшлак қоспасын пайдаланумен 700 кг/м^3 -тен 1050 кг/м^3 -ке дейінгі тығыздықтағы полистирол бетонның сығылу беріктігі 2,4-7,2 МПа құрады. Күлшлак қоспасы ПСБ-ның орташа тығыздығын төмендетіп, 30% дейін цементті үнемдейді.

Әдебиеттер тізімі

1. Соков, В.Н. Конструирование комплексных паро-, тепло- и гидроизоляционных полистиролбетонов [Текст]. – М.: МГСУ, 2015. – 200 с.
2. Ибрагимов, А.М. Полистиролбетон в промышленном и гражданском строительстве [Текст] / А.М. Ибрагимов, А.А. Титунин, Л.Ю. Гнедина, А.Н. Лабутин // Строительные материалы. – 2016. – № 10. – С. 21-23.
3. Рахманов, В.А. Теплоэффективные ограждающие конструкции зданий с использованием полистиролбетонов, разработанных институтом «ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН» [Текст] // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 2. – С. 9-18.
4. Uglyanitsa A.V., Mashkin N.A., Berdov G.I., Duvarov V.B. Fine-dispersed mineral admixture modified polystyrene concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T.10. №15. С. 35428-35430.
5. Herki B.A., Khatib J.M., Negim E.M. Lightweight Concrete Made from Waste Polystyrene and Fly Ash // World Applied Sciences Journal. 2013. №21 (9). С. 1356-1360.

Материал редакцияға 13.05.23 түсті.

А.А. Сағындықов¹, Б.А. Нұрлыбаев¹, А.О. Меирманов¹, А.М. Раптаев¹

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

СОСТАВЫ И СВОЙСТВА ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА НА ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ

Аннотация. Разработаны составы полистиролбетонов на золошлаковой смеси средней плотности 700-1050 кг/м³, прочностью на сжатие 2,0-7,4 МПа и получены математические зависимости изменения средней плотности и прочности на сжатие от содержания модифицированного цемента, золошлаковой смеси и гранул полистиролбетона.

Ключевые слова: полистиролбетон, золошлаковая смесь, прочность, средняя плотность, теплопроводность, симплекс-решетчатое планирование эксперимента.

А.А. Sagyndykov¹, B.A. Nurlybayev¹, A.O. Meirmanov¹, A.V. Raptayev¹

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

COMPOSITIONS AND PROPERTIES OF POLYSTYRENE CONCRETE ON ASH AND SLAG MIXTURE

Abstract. Compositions of polystyrene concrete based on an ash-slag mixture of an average density of 700-1050 kg/m³ with a compressive strength of 2.0-7.4 MPa have been developed and mathematical dependences of changes in the average density and compressive strength on the content of modified cement, ash-slag mixture and polystyrene concrete granules have been obtained.

Keywords: polystyrene concrete, ash-slag mixture, strength, average density, thermal conductivity, simplex-lattice experiment planning.

References

1. Sokov V.N. Construction of complex steam, heat and waterproofing polystyrene concrete [Konstruirovaniye kompleksnyh paro-, teplo- i gidro-izolyacionnyh polistiroлbetonov]. Moscow: MGSU, 2015. 200 p. [in Russian]
2. Ibragimov A.M., Titunin A.A., Gnedina L.Yu., Labutin A.N. Polystyrene concrete in industrial and civil construction [Polistiroлbeton v promyshlennom i grazhdanskom stroitel'stve] // Building materials [Stroitel'nye materialy]. 2016. No. 10. P. 21-23. [in Russian]
3. Rakhmanov V.A. Heat-efficient enclosing structures of buildings using polystyrene concrete developed by the Institute "VNIIZHELEZOBETON" [Teploeffektivnye ograzhdayushchie konstrukcii zdaniy s ispol'zovaniem polistiroлbetonov, razrabotannyh institutom «VNIIZHELEZOBETON»] // Industrial and civil construction [Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo]. 2017. No. 2. P. 9-18. [in Russian]
4. Uglyanitsa.V., Mashkina.A., Berdov.G.I., Uvarov V.B. Fine-dispersed mineral admixture modified polystyrene concrete // International Journal of Applied Engineering Research, 2015. T.10. No.15. P. 35428-35430.
5. Herki B.A., Khatib J.M., Negim E.M. Lightweight Concrete Made from Waste Polystyrene and Fly Ash // World Applied Sciences Journal, 2013. No.21 (9). P. 1356-1360.