

FTAMP 67.09.55

С.К. Нурпеисов<sup>1</sup> – негізгі автор, | ©  
А.К. Медетов<sup>2</sup>, Ж.Т. Иманбердиева<sup>3</sup><sup>1</sup>Техн. ғылым. канд., доцент,<sup>2,3</sup> Магистр

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8827-8530>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5814-9874>;<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-4454-6203>

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы

<sup>1</sup>[serik\\_nurpeisov.56@mail.ru](mailto:serik_nurpeisov.56@mail.ru)<https://doi.org/10.55956/GBPH7944>

## ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСҚА АРНАЛҒАН ЖОҒАРЫ БЕРІКТІГІ БАР МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН КОМПОЗИЦИЯЛАР

**Аңдатпа.** Мақалада тұтқыр және фосфор өнеркәсібінің өнімдері ретінде қанықпаған полиэфирлі шайырлар негізіндегі полимерлі-минералды композициялар: тығыз электротермофосфор қождары, кварциттер – толтырғыш және байытқыш ретінде алынды және зерттелді.

**Тірек сөздер:** композициялық құрылыс материалдары, полимербетон, полиэфирлі шайыр, қатайтқыш, тұтқырлық.



Нурпеисов, С.К. Гидротехникалық құрылысқа арналған жоғары беріктігі бар модификацияланған композициялар [Мәтін] / С.К. Нурпеисов, А.К. Медетов, Ж.Т. Иманбердиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2022. – №3(77). – Б.13-17. <https://doi.org/10.55956/GBPH7944>

**Кіріспе.** Пайдалану тәжірибесі көрсеткендей кавитациялық және гидроабразиялық тозу жағдайында жұмыс істейтін конструкцияларды аралық жөндау кезеңінің мерзімдерін ұлғайтудың тиімді жолы тозуға төзімділігі жоғары арнайы бетондарды пайдалану болып табылады.

Мұндай материалдарға полимербетондар, полимерализаторлар, бетон полимерлері жатады, мұнда байланыстырғыш ретінде термопластикалық және термосет шайырларының әртүрлі түрлері қолданылады.

Алайда, негізінен полимербетондардың барлық белгілі зерттеулері дәстүрлі түрде қолданылатын табиғи агрегаттармен шектеледі (гранит қиыршық тас, кварц құмы, базальт, дала шпаты және т.б.).

Гидротехникалық құрылыста полимерлі материалдарды, сондай-ақ агрегат ретінде техногендік қалдықтарды пайдалану мәселесі маңызды және өзекті болып табылады [1].

**Зерттеу жағдайы мен әдістері.** Нормативтік құжаттарға сәйкес полимербетондар байланыстырғыш түріне (эпоксидті, фуранды, фуран-эпоксидті және т.б.), химиялық төзімді, құрылымдық және т. б. бойынша бөлінеді. [2].

Гидротехникалық мақсаттағы құрылыстардың ерекше пайдалану жағдайларын ескере отырып, гидротехникалық полимербетондар (ГПБ) тозу және кавитациялық төзімділіктің, тоттануға төзімділіктің және беріктіктің жоғары талаптарына жауап беруі тиіс (1-кесте).

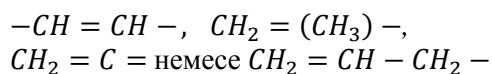
1-кесте

Гидротехникалық ПБ-ға қойылатын техникалық талаптар

№	Көрсеткіштер	Ауыр ТБ	Жеңіл ТБ
1.	Тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	2200 ... 2500	1500...1700
2.	Беріктік шегі, МПа: - қысу кезінде; - созылу кезінде; - иілу кезінде.	80...140 7...16 20...25	20...40 - -
3.	Сығылу кезіндегі серпімділік модулі, МПа	(2,9...4,2)*10	-
4.	Полимерлеудің сызықтық шөгугі, %	0,05...0,08	-
5.	Соққы беріктігі, Дж/см <sup>3</sup>	1,2...1,7	-
6.	Тозуға төзімділік, сағ/г	5,0 ... 7,5	-
7.	Кавитациялық төзімділігі, сағ/см <sup>3</sup>	12 ... 17	-
8.	Аязға төзімділік, циклдар	>500	-
9.	Суға төзімділік, МПа	>2	>150
10.	Су сіңіру 244, %	0,01...0,09	-
11.	Сүзу коэффициенті өткізгіштігі, м/тәул	-	25...250
12.	Коррозияға төзімділік коэффициенті	0,8 ... 0,95	0,75...0,9

Цементтің жаңа түрлерін қолдану нәтижесінде бетонның қасиеттерін жақсарту әрекеттерімен қатар, әртүрлі қоспаларды енгізу, кейбір жағдайларда бетон құрылымдарын арнайы қаптамалармен қорғауға немесе басқа материалдардан, мысалы металдан жасалған гидротехникалық құрылыстардың жеке элементтерін дайындауға тура келеді. Сондықтан, соңғы жылдары полимерлі байланыстырғыштар мен минералды агрегаттар және толтырғыштар негізінде жасалған полимерлі композициялар мен полимербетондар көбірек қолданыла бастады.

Қанықпаған полиэфирмалеинат шайырлары олигомерлер болып табылады және күрделі эфирді топтастыру полимердің негізгі тізбегінің байланыстырушы құрылымдық элементі ретінде гетеро- тізбекті полиэстер класына жатады. Осы қатардағы шайырлар көміртегі атомдары арасында реакцияға қабілетті қос байланысы бар ди- немесе полифункционалды қышқылдар мен спирттердің поликонденсация өнімдері ретінде белгілі:



Полиэфир шайырларының бөлме температурасында қабілеті поликонденсацияның бірінші кезеңіндегі өнімдердің қанықпаған байланыстарының болуымен түсіндіріледі. Полиэфирдегі қанықпаған топтардың құрамы маллеин қышқылының (немесе оның ангидридін) мөлшеріне байланысты.

Қанықпаған полиэфир шайырларының қатаюы қанықпаған полиэфир мен сұйық мономер арасындағы сополимеризация нәтижесінде қыздырғанда немесе қоздырғыштармен үдеткіштердің әсерінен болады. Мономерлер ретінде стирол кеңтаралған, аз дәрежеде - метилметакрилат. Сополимеризация нәтижесінде мономер молекулалары түзетін «тігетін көпірлер» полиэфирдің сызықты тізбектері байланысады. Бұл реакция кезінде полиэфир шайыры кеңістік тік құрылымы бар қатты өнімді қалыптастыру үшін пайдаланылады.

Стирол мен полиэфирдің сополимеризация реакциясы айтарлықтай экзотермиялық әсермен бірге жүреді.

Қанықпаған полиэфир шайырларының (NPS) қатаюы негізінен бірінші күнде болады. Алайда, бөлме температурасында қатайтылған ЖЗҚ беріктігінің артуы 14 және одан да көп тәулік бойы (28 тәулікке дейін) жалғасады. Бұл процесті жеделдету және NPS максималды беріктігіне қолжеткізу үшін 80°C температурада 5-6 сағат ішінде қатайтылған шайырды термиялық өндеуді ұсынуға болады.

Қазіргі уақытта полимерлі байланыстырғыштарға негізделген жоғары толтырылған композициялық материалдар: полимербетондар, шыбықтар, мастикалар, бояулар мен лактар әртүрлі құрамдағы агрессивті ортада коррозияға төзімді материалдар ретінде көбірек қолданылады [3].

Дәстүрлі түрде қолданылатын кварц толтырғыштары қатарына: құм, андезит ұны, маршаллит, кварцит және т.б. көбінесе олардың бетін белсендіретін қоспалар немесе қатайтатын қасиеттері бар қоспалар жатады.

Гетерогенді көп компонентті жүйелер ретінде толтырылған полимерлі композициялардың құрылымы мен қасиеттері көптеген факторларға байланысты. Толтырғыштардың синтетикалық шайырлармен әрекеттесуінің көптеген зерттеулері толтырғыштың химиялық табиғаты толтырылған композицияның әртүрлі қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетеді.

Алайда, барлық жағдайларда мұндай жүйелердегі толтырғыштардың күшейтетін әсерінің маңызды шарты полимерлі байланыстырғыштың толтырғыш бетіне жоғары адгезиясы болып табылады, сондықтан полимер - қатты құрамы байланыстардың табиғаты.

Екінші және міндетті шарт - толтырғыштар мен агрегаттардың қатайтқыштар мен катализаторлармен үйлесімділігі. Сонымен, сілтілік реакциясы бар толтырғыштар мен байытқыштар қышқыл катализаторларымен пайдаланатын фуран, фенол-формальдегид және басқа шайырлар негізіндегі полимербетондарға жарамайды. Полиэфир, эпоксид, ацетон формальдегид шайырларындағы полимербетондар үшін ММА және т.б. мұндай шектеу іс жүзінде жоқ.

2-кестеде полимербетон құрамындағы толтырғыштар мен толтырғыштар ретінде пайдаланылатын Жамбыл облысының техногендік қалдықтарының химиялық құрамы көрсетілген.

## 2-кесте

Техногендік қалдықтардың химиялық құрамы

Шикізат	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	R <sub>2</sub> O	Mk
Тығыз электро-термофосфор	47,4	40-42	2,7-2,9	4-4,3	0,2	2,0	1,2	1,0	3,9-5
Кварциттер	0,6-1	92-94	1-1,2	0,1-0,2	0,9-1	1,8	1,1	0,2-0,4	95

**Зерттеу нәтижелері.** Жоғары физикалық-механикалық және химиялық көрсеткіштері бар мұндай материалдар максималды абразивті және кавитациялық әсері бар құрылыстарды салу тәжірибесінде қолдану үшін қажет.

Полимерлі құрылыс материалдары үшін ең көп тарағаны полимерлі байланыстырғыштар мен полимербетонды дайындаудың бөлек технологиясы болды. Бөлу технологиясының алғашқы жұмысы - полимерлі байланыстырғыштарды дайындау.

Әрбір компоненттің мөлшерлеу дәлдігі регламенттің шекараларында материалдың құрамы мен қасиеттерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуі керек. Егер шайырды және толтырғышты 1% шегінде мөлшерлеу дәлдігі массасы бойынша жеткілікті болса, онда қатайтқышты, бастамашыны мөлшерлеу неғұрлым жоғары дәлдікпен жүргізілуі тиіс. Бұл жағдайда өлшенген компоненттердің температурасының ауытқуын шектеледі. Сұйық компоненттерді (шайырлар, қатайтқыштар, бастамашылар) мөлшерлеу АВДЖ типті сұйық мөлшерлегіштермен, толықтырғыштарды мөлшерлеу - АВДИ типті мөлшерлегіштермен жүзеге асырылады.

Араластырғыштағы компоненттерді біріктіру тәртібі келесідей: шайыр, толтырғыш, бастаушы, қатайтқыш. Араластыру ұзақтығы 25-30°C толтырғыштың мөлшеріне байланысты алынған полимерлі байланыстырғышты тікелей желім, мастика, композиция, шыбық түрінде қолдануға болады, сонымен қатар полимербетон қоспасын дайындау үшін де қолданылады.

**Ғылыми зерттеу нәтижелерін талқылау.** Полимерлі байланыстырғыштар араластырғышқа 40-50°C температураға дейін қызады, осылайша шайырдың төмен тұтқырлығы мен оның жоғары сулану қабілеті тұрақты қамтамасыз етіледі. Әрі қарай, полимерлі байланыстырғыш байланыстырушы араластырғыштың астында орналасқан бетон араластырғышқа беріледі. Еркін құлайтын бетон араластырғыштарды қолдануға рұқсат етілмейді. Полимербетон қоспасын, мысалы С-742, С-951 араластыру үшін, мерзімді немесе үздіксіз әрекетті мәжбүрлі араластыратын бетон араластырғыштар қолданылады.

Құм мен қиыршық тастың өлшенген мөлшері бетон араластырғышқа салынып, 30-60°C араластырылады. Бұл жағдайда араластырғыштың қабырғалары агрегаттың бетіне өтетін алдыңғы електің полимербетон қоспасының қалдықтарынан тазартылады.

Содан кейін полимерлі байланыстырғыш бетон араластырғышқа түседі және қоспасы 1,5-2 минут араластырылады. Біртекті полимербетон қоспасын алу үшін қиыршық тас пен құм түйірлерін байланыстырғышпен жабу жеткілікті. Қоспаны дайындау циклінің жалпы ұзақтығы 2,5-3,5 минут. Полимербетон қоспасын 15-30 минут ішінде қолдану керек.

Қоспаны дайындаудың тұрақты температуралық режимін қамтамасыз етудің маңыздылығын атап өту керек. Бұл шартты қоспаларды алу үшін қажет. Температура төмендеген кезде шайырлардың қаттылығы күрт артады, бұл араластыру процесін сапалы түрде өзгертеді, өйткені полимербетондардың құрамы мен қоспаны дайындау режимдері белгілі бір температура есептелген.

Жергілікті техногендік қалдықтардың композициялардың беріктігі мен төзімділігіне және сол арқылы полимербетондарға әсерін сандық және сапалық бағалау үшін арнайы зерттеулер жүргізілді.

Толтырғыштар ретінде келесі шикізаттың дисперсті ұнтақтары қолданылды: кварциттер, пиритті күйе, тығыз фосфор қожы және котрель шаңы, ал байланыстырғыш ретінде – қанықпаған полиэфирлі ПН-1 шайыры және эпоксидті ЭД-20 шайыры.

Ең оңтайлы толтырғыштар мен байланыстырғыштарды анықтау үшін композициялар дайындалып, олардың тұтқырлығы анықталды.

**Қорытынды.** Толтырғыштарды гранулометриялық құрамы бойынша сәйкестендіру үшін ұнтақтаудың жіңішкелігі 3200...3500 см<sup>2</sup>/г шегінде таңдалды.

Шайырдағы толтырғыштың аз мөлшері (5-15%) кезінде үстіңгі қабаттардың пайда болуына байланысты молекула аралық тәртіп бұзылады. Толтырғыштарды тұтынудың жоғарылауымен (75-80% мөлшерінде) толық сулануға қол жеткізілмейді, бұл композициялардың тығыздығы мен беріктігінің төмендеуімен бірге жүреді.

Полимерералды композициялардың оңтайлы құрамын жасау қысу беріктігі бойынша 26-28% өскендігін қамтамасыз етеді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Пластмассы в гидростроительстве [Текст]: Глоссарий. Обзор СССР. Бюро мелиорации США. – [?], 1994. - 143 с.
2. Технология полимербетона [Текст] / [?]. – М.: Стройиздат, 1997. – 240 с.
3. Соломатов, В.И. Разработка полиструктурной теории композиционных строительных материалов [Текст] / В.И. Соломатов // Строительство и архитектура. – 1995. - №8. - С. 58-64.

*Материал редакцияға 27.05.22 түсті.*

**С.К. Нурпеисов, А.К. Медетов, Ж.Т. Иманбердиева**

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

#### ВЫСОКОПРОЧНЫЕ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований полученных полимерно-минеральных композиций на основе ненасыщенных полиэфирных смол как продукты вязких и фосфорных производств: плотные электротермофосфорные шлаки, кварциты - как заполнители и наполнители.

**Ключевые слова:** композиционные строительные материалы, полимербетон, полиэфирная смола, отвердитель, вязкость.

**S.K. Nurpeisov, A.K. Medetov, Zh.T. Imanberdieva**

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

#### HIGH STRENGTH MODIFIED COMPOSITIONS FOR HYDRAULIC STRUCTURES

**Abstract.** Polymer-mineral compositions based on unsaturated polyester resins have been obtained and studied as products of viscous and phosphorus industries: dense electrothermophosphorus slags, quartzites - as fillers and fillers.

**Keywords:** composite building materials, polymer concrete, polyester resin, hardener, viscosity.

#### References

1. Plastmassy v gidrotekhnike [Plastics in hydraulic engineering] Glossariy. Obzor SSSR. Byuro melioratsii USA - 1994. PP. 143. [in Russian].
2. Tekhnologiya polimerbetona [Technology of polymer concrete] – Moscow: Stroyizdat, 1997. – 240 p. [in Russian].
3. Solomatov V.Ya. Razvitiye polistrukturnoy teorii kompozitsionnykh stroitel'nykh materialov [Development of a polystructural theory of composite building materials] // Stroitel'stvo i arkhitektura [Construction and architecture]. - 1995. - No.8. - PP. 58-64. [in Russian].