

FTAMP 67.09.45

С.К. Нурпеисов¹ – негізгі автор, ©
А.К. Медетов², Н.Т. Карабаев³,
А.Б. Турмаханбетова⁴, Б.А. Карымсаков⁵



¹Техн. ғылым. канд., доцент, ^{2,3,4}Магистр, ст. преподаватель,

⁵Магистр, преподаватель

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0005-6780-0533> ²<https://orcid.org/0000-0002-5814-9874>

³<https://orcid.org/0000-0001-6382-6617> ⁴<https://orcid.org/0009-0008-6416-238X>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-9617-3066>



^{1,2,3,4,5}Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті,



Тараз қ., Қазақстан



³knurlan68@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/ZAOM5200>

ТЕРМОРЕАКТИВТІ ШАЙЫРЛАР НЕГІЗІНДЕГІ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Полиэфир және эпоксидті шайырларға негізделген полимерминералды композициялардың құрамы ұсынылған, оңтайлы толтырғыштар ретінде домна және түйіршіктелген фосфор шлактары қолданылады. Полимерлі композициялық материалдардың оңтайлы құрамы мен қасиеттері алынды. Толтырғыштардың химиялық құрамының беріктік көрсеткіштері мен композицияларды кату режимдеріне әсері анықталды. Алынған композициялар мелиоративтік және гидротехникалық құрылыстарды жөндеу кезінде шпаклевка құрамы ретінде, сондай-ақ беріктігі жоғары берік материалдар – полимербетондар алу кезінде тұтқыр ретінде ұсынылады.

Тірек сөздер: полимер минералды құрамы, шайыр, қатайтқыш, толтырғыш, макрофаза, қаптама, гипериз.



Нурпеисов, С.К. Термореактивті шайырлар негізіндегі полимерминералды композициялардың кейбір қасиеттері [Мәтін] / С.К. Нурпеисов, А.К. Медетов, Н.Т. Карабаев, А.Б. Турмаханбетова, Б.А. Карымсаков //Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №2(88). – Б.362-368. <https://doi.org/10.55956/ZAOM5200>

Кіріспе. Әр түрлі мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстарды салудың, жөндеудің және қайта құрудың жоғары қарқыны бетон және темірбетон конструкциялары мен бұйымдарының жаңадан салынып жатқан, сондай-ақ қайта жаңартылатын объектілер мен құрылыстардың беріктігін қамтамасыз ету проблемасын бірінші орынға қояды.

Гидротехникалық құрылыстардағы бетон мен темірбетон сыртқы жүктемелерден күш-салмақты қабылдайды, сонымен қатар материал құрылымының және сол арқылы бұйымдардың біртіндеп бұзылуына әкелетін әртүрлі қолайсыз факторларға ұшырайды. Мұндай факторларға мыналар жатады: бетон арқылы суды сүзу (шаймалауға ықпал ететін), оның мұзқатуы және еріуі, кезектесіп ылғалдандыру және кептіру, тоқтатылған және суға

тартылған бөлшектердің тозуы, химиялық агрессия (цемент тасы мен судағы заттар арасындағы химиялық реакциялардың салдарынан қирау), кавитациялық құбылыстар.

Кавитация – бұл ағып жатқан сұйықтықтың тұтастығын бұзу құбылысы, яғни критикалық қысымнан төмен қысымда көпіршіктердің пайда болуы. Жоғары қысым аймағына ауысқан жағдайда және көпіршік қабырғаларының кенеттен жабылуы сұйықтықпен жеңілдетілген дененің бетіне зақым келтіреді.

Демек, құрылымдардың қажетті беріктігі тек бетонның беріктігіне ғана емес, сонымен қатар оның көрсетілген қолайсыз факторларға төзімділігіне де байланысты. Сондықтан бетон су өткізбейтін, аязға төзімді, ал кейбір жағдайларда кавитацияға төзімділік, тозуға төзімділік сияқты көрсеткіштер бойынша таңдалады [1-4].

Осыған байланысты әр түрлі салаларда физика-химиялық төзімділікті беріктік пен ұзақмерзімділікті үйлестіретін құрылыс материалдарының жоқтығы айтарлықтай әсер етеді. Мұндай материалдарға, ең алдымен, мелиорациялық және гидротехникалық құрылыстардың сенімділігі мен беріктігі мәселелерін тиімді шешуге мүмкіндік беретін полимерлі бетондар, полимерлі ерітінділер және полимерминералды композициялар жатады.

Ұсынылған жұмыста полимерлі композициялық материалдардың оңтайлы құрамы мен қасиеттері алынды, олар кейіннен бетон полимерін алу үшін кешенді байланыстырғыш ретінде ұсынылады. Толтырғыштар ретінде мынадай материалдардың жоғары дисперсті ($3200-3500 \text{ см}^2/\text{г}$) ұнтақтары пайдаланылды: домна қожы, күл-алып кету, түйіршікті фосфор қожы, фосфогипс, барит ұнтағы, химиялық құрамдар 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Шикізат материалдарының химиялық құрамы

Шикізат	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	P ₂ O ₅	F	BaSO ₄	K ₂ O	R ₂ O	H ₂ O	п.п.п	TiO ₂	MnO ₂
Фосфогипс	12,2	0,12	24,5	0,07	0,05	28,9	1,9	0,57	-	-	-	24,0	7,5	-	-
Түйіршікті фосфор қожы	38,6	5,8	5,4	2,7	0,45	0,44	1,5	-	-	0,45	0,42	-	-	-	-
Күл-алып кету	57,7	24,5	1,10	1,1	3,2	0,13	-	<0,1	-	-	1,57	-	-	-	-
Домна қожы	30	12,0	35	10	1,0	1,2	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0
Барит ұнтағы	2,8	1,2	2,1	0,36	3,4	-	-	-	87,2	0,25	-	-	-	-	-

Зерттеу шарттары мен әдістері. Полимерлі композициялық материалдар (ПКМ) – бұл әртүрлі қасиеттері бар полимерлі және басқа мономатериалдардан (толтырғыштардан) тұратын және осы комбинация нәтижесінде бастапқы материалдарға тән емес, бірақ анықтайтын түрде полимерлі байланыстырғышқа тәуелді мүлдем жаңа қасиеттер кешенін алатын күрделі құрылымды жасанды материалдар [5-6].

Біз ПКМ алу кезінде тұтқыр ретінде өнеркәсіптік өндірістегі терморективті шайырларды қолдандық: ЭД-20 эпоксидті шайыры және Norsodynec 13236A полиэфирлі шайыры.

Құрамында арнайы оттегі байланысы бар (эпоксидті топтар) соңғы топтары бар сызықтық құрылымның ЭД-20 эпоксиді.

Қанықпаған полиэфир шайырлары олигомерлер болып табылады гетероцепсті полиэфирлер класына жатады, поликонденсацияның бірінші

сатысындағы өнімдердің қанықпаған байланыстарының болуы бұл шайырлардың бөлме температурасында қатаю қабілетін түсіндіреді. 2-кестеде осы шайырлардың негізгі қасиеттері келтірілген.

Кесте 2

Шайырлардың негізгі сипаттамалары

Көрсеткіштер	ЭД-20	NorsodyneC 13236A
Тығыздық, г/см ³ :		
– 25°C болғанда	1,16-1,18	1,12-1,15
– 20°C болғанда		
20°C температурада өміршеңдік, мин	80-170	60-120
Құрамы%, гидроксил топтары	1.7	
Иілу кезіндегі беріктік шегі, МПа	60-130	80-110
Молекулалық салмағы	390-430	320-370

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Құрылыс композиттерінің заманауи технологиялары көпқұрылымдық теориядан туындайтын келесі принциптерге негізделген:

– қажетті дисперсиялық және физика-химиялық белсенділік толтырғыштарын дайындау және пайдалану, белсендірілген және екілік толтырғыштарды қолдану;

– байланыстырушы және басқа материалдардың минималды шығындары кезінде ПКМ-нің қажетті қасиеттерінің кешенін қамтамасыз ету үшін байланыстырғыштарды міндетті және оңтайлы толтыру;

– қоспаларды тығыздау және микро және макро деңгейлерде құрылымның оңтайлы жағдайларын қамтамасыз етуді ескере отырып, өнімдерді термиялық өңдеу режимдерін таңдау.

Композициялардың құрылымын қалыптастырудың жоғарыда аталған принциптерін ескере отырып, ПКМ-нің оңтайлы құрамдарын таңдау мақсатында жұқа дисперсті толтырғыштары бар ПКМ-нің негізгі қасиеттері дайындалды және анықталды (3-кестеде ДҚ, ТФҚ, БҰ, ФФ_c келтірілген).

Кесте 3

Полимерминералды композициялардың құрамы мен қасиеттері

Қасиеттері	Құрамы, салмағы %							
	Полиэфирлі шайрыдағы композиция				Эпоксидті шайрыдағы композиция			
	ПН:ДҚ 25:75	ПН:ТФҚ 25:75	ПН:БҰ 25:75	ПН:ФГ 30:70	ЭД:ДҚ 25:75	ЭД:ТФҚ 25:75	ЭД:БҰ 25:75	ЭД:ФГ 30:70
Тығыздық, кг/м ³	2030- 2050	1850- 1880	2060- 2110	1640- 1680	1740- 1780	1850- 1920	2040- 2100	1630- 1650
Сығылуға беріктігі, МПа	116-124	110-120	100-92	86-84	110-118	100-118	96-108	84-86
Иілу кезіндегі беріктік, МПа	36-46	29-33	30-32	28-30	28-31	32-34	28-31	28-31
Меншікті соққы беріктігі, Дж/м ²	2,24x10 ⁴	2,16x10 ⁴	1,85x10 ⁴	2,02x10 ⁴	-	-	-	-

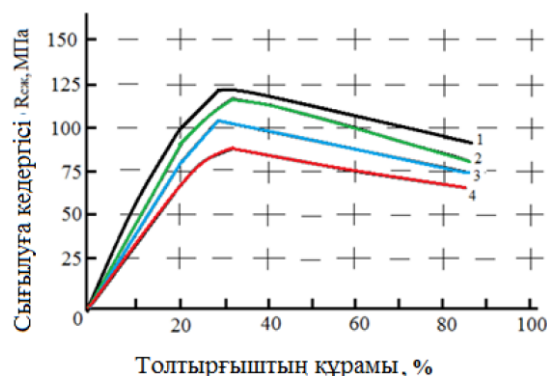
мұндағы: ДҚ – Домна қожы; ТФҚ – түйіршікті фосфор қожы; БҰ – барит ұнтағы; ФГ – фосфогипс.

ПКМ оңтайландыру «құрамы-қасиеттері» қисығындағы максималды мәндердің экстремумын іздеумен байланысты.

ПКМ құрылымының қатаюы толтырғыштарды енгізу кезінде пайда болады, полимерлі байланыстырғыштың көлемдік күйден пленкаға ауысуы кезінде одан әрі қатаю байқалады және «байланыстырушы-толтырғыш» сандық қатынасына, олардың дисперсиясына және толтырғыштардың химиялық құрамына байланысты болады.

ПКМ беріктігі негізінен полимер матрицасының беріктігімен анықталады. Полиэфирлі, эпоксидті, фенолды және басқа терморективті шайырлар сияқты полимерлі байланыстырғыштар, көбінесе ПКМ байланыстырғыш ретінде пайдаланылады, тығыздығы жоғары глобулалардан немесе мицеллалардан және құрылымсыз және бос макромолекулалық қаптамасы бар кристаллитаралық аморфты фазадан тұратын тығыз торлы, кеңістіктік айқаспалы екі фазалы заттар. Осы позициялардан полимер матрицасының өзі «молекулалық композит» ретінде қарастырылуы керек [7-9].

Толтырғыш мөлшерінің ПКМ тұтқырлығы мен беріктік көрсеткіштеріне әсері туралы жүргізілген зерттеулер полиэфирлі және эпоксидті шайырларға тән 20-80, 30-70 аралығында болатын байланыстырғыш-толтырғыштың оңтайлы қатынасын анықтауға мүмкіндік берді.

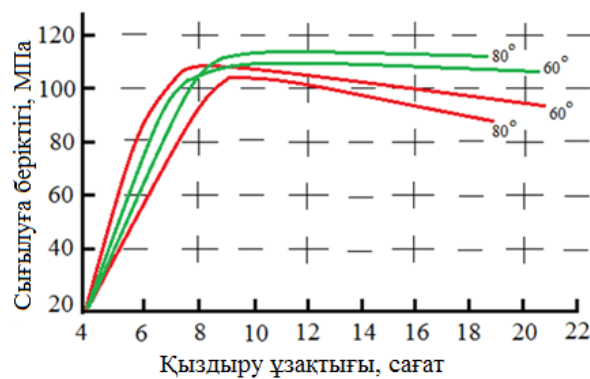


Толтырғыштың құрамы: 1 – домна пешінің шлағы; 2 – түйіршікті фосфор шлағы; 3 – барит ұнтағы; 4 – фосфогипс.

Сурет 1. Полимерминералды композицияның беріктігінің ($R_{сж}$) толтырғыштың құрамына тәуелділігі

Толтырғыштардың химиялық құрамының беріктік көрсеткіштеріне әсерін анықтау ПКМ, онда толтырғыштар ретінде домна қожы, түйіршікті фосфор қожы қызмет етті, беріктігін 100-125 МПа дейін арттырды, бұл олардың құрамындағы элементтермен байланысты болуы мүмкін: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO .

Қалыпты жағдайда жоғарыда аталған толтырғыштары бар композицияларды ішінара қату құюдан кейін 20-30 минуттан кейін болды, бұл жоғарыда келтірілген тұжырымдарды растайды.



1 – түйіршікті фосфор шлагы; 2 – домна шлагы.

Сурет 2. Беріктіктің қыздыру уақыты мен температурасына тәуелділігі

Әрі қарай зерттеу үшін келесі қату режимі қабылданды: қалыпты жағдайда 1-3 күн, содан кейін 60-80°C температурада 6-10 сағат бойы термиялық өңдеумен.

Қорытынды. Жоғары беріктік сипаттамалары бар полимерминералды композициялардың оңтайлы композициялары алынды, онда толтырғыш ретінде жұқа дисперсті түйіршікті фосфор және домна шлактары қолданылады, кейінірек полимербетондарға байланыстырғыш ретінде ұсынылады. Композицияларды емдеу режимі анықталды: қалыпты жағдайда 1-3 күн, 8 сағат ішінде 60-80°C температурада кейінгі термиялық өңдеу полимерминералды композициялар мелиорациялық және гидротехникалық құрылыстарды жөндеу кезінде шпаклевка түрінде қолданылады.

Алынған полимер-минералдық композициялар полимербетондарды алу кезінде байланыстырушы ретінде пайдаланылатын болады, онда табиғи материалдар да, әр түрлі салалардың қайталама өнімдері де толтырғыш ретінде қолданылатын болады, бұл әрі қарайғы зерттеулердің тақырыбы болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

- Игнатова, О.А. Технология полимерных строительных материалов [Текст]: учеб. пособие / О.А. Игнатова. – М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 204 с.
- Слюсарь, О.А. Коллоидная химия полимеров [Текст]: учеб. пособие / О.А. Слюсарь. – Белгород: Белгородский гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. – 126 с.
- Имамов, А.Л. Полимерные и композиционные материалы [Текст]: учеб. пособие / А.Л. Имамов, А.Ж. Сарсенбаева. – Астана: Казах. ун-т технологии и бизнеса, 2014. – 124 с.
- Зуев, В.В. Физика и химия полимеров [Текст]: учеб. пособие / В.В. Зуев, М.В. Успенская, А.О. Олехнович. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 45 с.
- Косточко, А.В. Прогнозирование совместимости в системе полимер-растворитель [Текст]: учеб. пособие / А.В. Косточко, З.Т. Валишина, О.Т. Шипина. – Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2014. – 84 с.
- Заикин, А.Е. Полимерные композиционные материалы [Текст]: учеб. пособие / А.Е. Заикин. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. – 292 с.
- Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы [Текст]: учеб. пособие. Ч. 2 / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2020. – 130 с.

8. Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы [Текст]: учеб. пособие. Ч. 1. / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2013. – 118 с.
9. Соколова, Ю.А. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминокислотными соединениями [Текст] / Ю.А. Соколова, В.Т. Ерофеева, В.Т. Ерофеев, А.Д. Богатов [и др.]. – М.: Палеотип, 2008. – 244 с.

Зерттеу жұмыстары ҚР ҒЖБМ Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылған BR24992867 «Қазақстанның су шаруашылығын және қайта өңдеу өнеркәсібін дамыту мен басқаруға арналған ресурсты үнемдейтін технологияларды әзірлеу, инновациялық инжинирингтік орталық құру» жоба аясында орындалды.

Материал редакцияға 15.04.25 түсті, 27.06.25 қабылданды.

**С.К. Нурпеисов¹, А.К. Медетов¹, Н.Т. Карабаев¹,
А.Б. Турмаханбетова¹, Б.А. Карымсаков¹**

*¹Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации,
г. Тараз, Казахстан*

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ

Аннотация. Представлены составы полимерминеральных композиций на основе полиэфирных и эпоксидных смол, в качестве оптимальных наполнителей использованы доменный и гранулированный фосфорные шлаки. Получены оптимальные составы и свойства полимерных композиционных материалов. Определены влияние химического состава наполнителей на прочностные показатели и режимы отверждения композиций. Полученные композиции рекомендуются в качестве шпаклевочных составов при ремонте мелиоративных и гидротехнических сооружений, а также в качестве вяжущих при получении высокопрочных долговечных материалов – полимербетонов.

Ключевые слова: полимерминеральная композиция, смола, отвердитель, наполнитель, макрофаза, упаковка, гипериз.

**S.K. Nurpeissov¹, A.K. Medetov¹, N.T. Karabaev¹,
A.B. Turmakhanbetova¹, B.A. Karymsakov¹**

¹Kazakh National University of Water Management and Irrigation, Taraz, Kazakhstan

SOME PROPERTIES OF POLYMERMINERAL COMPOSITIONS BASED ON THERMOSETTING RESINS

Abstract. The compositions of polymer-mineral compositions based on polyester and epoxy resins are presented, blast furnace and granulated phosphorous slags are used as optimal fillers. Optimal compositions and properties of polymer composite materials have been obtained. The influence of the chemical composition of the fillers on the strength characteristics and curing modes of the compositions has been determined. The resulting compositions are recommended as filler compounds in the repair of reclamation and hydraulic structures, as well as as binders in the production of high-strength, durable materials – polymer concrete.

Keywords: polymermineral composition, resin, hardener, filler, macrophase, packaging, hyperiz.

References

1. Ignatova, O.A. Tekhnologiya polimernykh stroitel'nykh materialov [Technology of Polymeric Building Materials]: textbook. – Moscow, Vologda: Infra-Engineering, 2024. – 204 p. [in Russian].
2. Slyusar', O.A. Kolloidnaya khimiya polimerov [Colloidal Chemistry of Polymers]: textbook. – Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, ASV Digital Library, 2017. – 126 p. [in Russian].
3. Imamov, A.L., Sarsenbaeva, A.Zh. Polimernye i kompozitsionnye materialy [Polymeric and Composite Materials]: textbook. – Astana: Kazakh University of Technology and Business, 2014. – 124 p. [in Russian].
4. Zuev, V.V., Uspenskaya, M.V., Olekhovich, A.O. Fizika i khimiya polimerov [Physics and Chemistry of Polymers]: textbook. – Saint Petersburg: ITMO University, 2010. – 45 p. [in Russian].
5. Kostochko, A.V., Valishina, Z.T., Shipina, O.T. Prognozirovaniye sovmestimosti v sisteme polimer–rastvoritel' [Prediction of Compatibility in the Polymer–Solvent System]: textbook. – Kazan: Kazan National Research Technological University, 2014. – 84 p. [in Russian].
6. Zaikin, A.E. Polimernye kompozitsionnye materialy [Polymer Composite Materials]: textbook. – Kazan: KNRTU Publishing House, 2018. – 292 p. [in Russian].
7. Bondaletova, L.I., Bondaletov, V.G. Polimernye kompozitsionnye materialy. Ch. 2 [Polymer Composite Materials. Part 2]: textbook. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2020. – 130 p. [in Russian].
8. Bondaletova, L.I., Bondaletov, V.G. Polimernye kompozitsionnye materialy. Ch. 1 [Polymer Composite Materials. Part 1]: textbook. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2013. – 118 p. [in Russian].
9. Sokolova, Yu.A., Erofeeva, V.T., Erofeev, V.T., Bogatov, A.D. et al. Epoksidnye polimerbetony, modifitsirovannye neftyanymi bitumami, kamennougol'noy i karbamidnoy smolami i aminoproizvodstvennymi soedineniyami [Epoxy Polymer Concretes Modified with Petroleum Bitumen, Coal and Urea Resins, and Amine Compounds]. – Moscow: Paleotip, 2008. – 244 p. [in Russian].