

FTAMP 67.09.55

С.К. Нурпеисов¹ – негізгі автор, | ©
А.К. Медетов², Ж.Т. Иманбердиева³¹Техн. ғылым. канд., доцент, ^{2,3}Магистр

ORCID

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

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹serik_nurpeisov.56@mail.ru<https://doi.org/10.55956/RDHX2078>

ТЕХНОГЕНДІК ӨНІМДЕР НЕГІЗІНДЕГІ ПОЛИМЕРЛІК КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТҮЗІЛІСІ

Аңдатпа. Мақалада полимерлі композициялық материалдардың оңтайлы композицияларын алу және олардың дисперсия қасиеттері мен толтырғыштардың табиғатына әсері қарастырылған.

Тірек сөздер: композициялық құрылыс материалдары, кварциттер, техногендік қалдықтар, полимербетон, құрылымы, байланыстығыштар, толтырғыштар.



Нурпеисов, С.К. Техногендік өнімдер негізіндегі полимерлік композициялық материалдардың құрылымдық түзілісі [Мәтін] / С.К. Нурпеисов, А.К. Медетов, Ж.Т. Иманбердиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2022. – №3(77). – Б.5-12. <https://doi.org/10.55956/RDHX2078>

Кіріспе. Заманауи құрылыс материалтануының негізгі міндеті - алдын ала анықталған қасиеттері және оларды өндірудің ұтымды технологиялары бар тиімді және үнемді материалдарды жасау.

Бұл мәселе минералды, органикалық, материалды және басқа байланыстырғыштар негізіндегі композициялық материалдарды алу жолында ең жақсы жолмен шешіледі.

Композиттік құрылыс материалдары (КҚМ) – қасиеттері әртүрлі екі немесе одан да көп мономатериалдардан тұратын және осы біріктіру нәтижесінде бастапқы материалдарға тән емес жаңа қасиеттер жиынтығын құрайтын күрделі құрылымдардың жасанды материалдары.

КҚМ ассортиментіне барлық типтегі бетондар мен ерітінділер, мастикалар, замазқалар, желімдер, құрылыс керамикалары, шыны пластмассалар мен ағаш пластмассалары және басқа да полимерлі материалдар кіреді.

Қазіргі уақытта Қазақстанның әртүрлі аймақтарында ірі тонналық қалдықтар шоғырланған, олардың жалпы көлемі 1,2 млрд. тоннадан астам. Ең үлкен тоннаж - фосфор шлактары, оның бір тонна дайын өнімге шаққанда шығымы 10-14 тонна шлак, фосфорит, кварцит, кварцит үгінділерінен тұрады.

Бұл қалдықтар осы аймақтардағы қоршаған ортаны ластаушы көздер болып табылады. Климаттық, биологиялық, өнеркәсіптік-химиялық және басқа да агрессивті әсерлерге төзімді, ұзақ мерзімді және пайдалану кезінде

сенімді жаңа композициялық материалдарды жасау ғылыми-техникалық маңызды мәселе. Бұл мәселені шешудің бірі полимерлі байланыстырғыштарды қолдану екені белгілі. Полимер бетон өндірісінде техногендік қалдықтарымен бірге полиэфир және эпоксидті шайырлар қолданады.

Зерттеу жағдайы мен әдістері. Өнеркәсіптік өндірісте қалдықтарды пайдалану табиғи шикізатты сақтауға, карьерлер мен үйінділерге бөлінген жер көлемін азайтуға, ауа мен су бассейндерінің ластануын төмендету және қоршаған ортадағы экологиялық тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді.

Полимерлердің негізінде жаңа жоғары берік композициялық материалдарды алудың композициялары мен технологияларын дамыту жоғары физикалық, механикалық, эксплуатациялық және технологиялық қасиеттері бар беріктігі жоғары конгломераттар алуға мүмкіндік береді.

Жаңа материалдар мұнай-газ және химия өнеркәсібінде беріктігі жоғары және химиялық төзімді құрылыс және ағызу ұңғымалары, сорғылардың іргетасы, ұңғыма қақпақтары, сақиналы коллекторлардың тозуға төзімді жабындарының қаптағыш материалдары ретінде пайдаланылады. Бұл полимер бетондар ішнәра бұзылған темірбетон құрылымдарын жөндеу және қалпына келтіру, жол төсемдерін жөндеу және қалпына келтіру және т.б. пайдаланады.

Дайындалу технологиясы бойынша синтетикалық байланыстырғыштар негізінде алынған полимерлі композиттер мен полимербетондар кәдімгі цемент - бетондардың технологияларынан еш айырмашылығы жоқ, бірақ физикалық және технологиялық көрсеткіштері бойынша олардан бірнеше есе асып түседі.

Бұл сала бойынша мына ғалымдар В.В. Патуроев, И.Е. Путляев, С.С. Давыдов (ТМД), Р. Крайс, Х. Пешке (Германия), К. Окада, К. Имамура (Жапония), Р. Барес, Л. Скупин (Словакия) және т.б. зерттеулер жүргізген.

Бірақатар авторлардың [1-3] пікірінше, бұл жаңа материалдарды ішінара құрылымдық (ұсақ пішіндер) және негізінен экономикалық тиімділігі күмән тудырмайтын қорғаныс материалдары түрінде пайдалануғы болыды. Экономикалық тиімділікті есептеу объектінің құрылыс құнын арттыратын, құрылымның беріктігінің өсуіне, оның өнімділігін арттыруға және жөндеу арасындағы уақытты ұзартуға ықпал ететін бір реттік капиталға негізделмеуі керек.

Полимерлі бетонның құрамына ірі толтырғыш ретінде, әдетте қиыршық тас енгізіледі, оның орташа тығыздығы мен гранулометриялық құрамы қалыптау процесінде тығыз орау шарттарына, өлшемдерге, геометриялық пішініне, нақты өнімдердің немесе құрылымдардың тығыздығын және орташа өлшемдерге байланысты таңдалуы керек.

Толтырғыштар сияқты қиыршық тастың химиялық құрамына бірдей талаптар қойылады.

1-кестеде полимербетон композицияларында толтырғыш ретінде пайдаланылатын Жамбыл облысының техногендік қалдықтарының химиялық құрамы көрсетілген.

1-кесте

Өндірістік қалдықтардың химиялық құрамы.

Шикізат	аО	iO ₂	I ₂ O ₃	gO	e ₂ O ₃	I ₂ O ₅	I	2O	K
Тығыз электротермиялық фосфор шлактары	7,4	0-42	2,7-2,9	-4,3	0,2	2,0	2	0	4,9-5
Кварцит	6-1	2-94	-1,2	0,1-0,2	0,9-1	8	1	0,2-0,4	5

Қабылданған классификациялар бойынша берілген материалдар кремнеземдік және негіздікке жатады, бұл оларды полиэфирмен және эпоксидті байланыстырғыштармен бірге қолданудың маңызды оң факторы болып табылады. Толтырғыштармен жоғары беріктікке, химиялық төзімділікті құруда төзімді материалдар үлкен мүмкіндіктер ашады.

Зерттеу нәтижелері. Осы зерттеуде пайдаланылған барлық шикізат рентгендік фазаға, дифференциалды термиялық талдауға, полимерминералды композициялар мен полимербетондарды алу үшін инфрақызыл және лазерлік спектроскопияға ұшырады. Осылайша, ПЕТФС минералогиялық құрамы псевдоволластонитпен (d/n) ұсынылған = 4,20; 3,20; 3,11; 3,06; 2,87; 2,79; 2,45; $2,30 \times 10^{-1}$ нм), мелилит ($d/n = 3,30; 3,06; 2,35; 2,30; 1,98; 1,88; 10^{-1}$ нм). Сандық қатынаста РЕТФС фазалық құрамы: псевдоволластонит - 45...50%, мелилит - 35...40%, күспидин - 10...15%. Фосфор модулі ірі деп жіктеледі, өлшемдері (M_k) 3-тен 3,9-ға дейін ауытқиды, (2-кесте).

2-кесте

Материал	Қалдықтар, %							
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,14	к
ПЭТФШ	8,5	4,3	11,4	3,9	8,2	2,8	8,9	2,9

Орташа тығыздық, қысымға беріктік, кеуектілік, суды сіңіру, аязға төзімділік және қождың бостығы жалпы қабылданған әдістер бойынша анықталды.

Кварциттен, толтырғыштардан және шайырлы агрегаттардан алынған ПБ оңтайлы құрамын, сонымен қатар араластыру температурасының әсерін анықтау үшін тәжірибені жоспарлау әдістері қолданылды, атап айтқанда Бокс - Хантер екінші ретті айналу жоспары қолданылды.

Мақсатты шығыс айнымалысы ретінде қысудағы R беріктігінің көрсеткіштері МПа ($R_{сж}$), суды сіңіру, % (W), аязға төзімділік циклдері, (F) және тозуға төзімділік $г/сағ см^2 \cdot 10^3$ (U).

Факторлар ретінде келесі кіріс параметрлері пайдаланылады:

X₁ – толтырғыш құм мен құмның құрамдас бөліктерінің қосындысына қатынасы;

X₂ – шайыр мен қатайтқыш мөлшеріндегі құм, толтырғыш мөлшеріне қатынасы;

X₃ – қоспаны араластыру температурасы, °С.

Зерттелетін жүйені талдау негізінде фактор өзгерістерінің келесі диапазондары таңдалды (3-кесте).

3-кесте

Тәжірибе жүргізу шарттары

Фактор	X ₁	X ₂	X ₃
Төменгі деңгей(-1)	0,20	0,007	60
Жоғарғы деңгей(+1)	0,30	0,11	100
Нөлдік деңгей (0)	0,25	0,09	80
Вариация аралығы (Δx)	0,05	0,01	20
Иық +2	0,3341	0,12	113
Иық -2	0,1659	0,06	41

Бұл зерттеудің мақсаты регрессия тендеуі түріндегі зерттелетін процесті барабар сипаттайтын математикалық модельдегі маңызды коэффициенттерді анықтайды:

$$Ч = v_0 + v_1 \cdot X_1 + v_2 \cdot X_2 + v_3 \cdot X_3 + v_{11} \cdot x_1^2 + v_{22} \cdot x_2^2 + v_{33} \cdot x_3^2 + v_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + v_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + v_{23} \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$B = \frac{nN}{(n+2)(N-N_0)} = \frac{3 \cdot 20}{(3+2)(20-6)} = \frac{60}{70} = 0.857$$

$$A = \frac{1}{2B[(n+2)B-n]} = \frac{1}{2 \cdot 0.857[(3+2) \cdot 0.857 - 3]} = 0.45$$

$$C = \frac{N}{(N-N_0)} \frac{20}{14} = 1.42$$

мұндағы: n – факторлардың саны; M – тәжірибелердің жалпы саны; N – жоспардың ортасындағы тәжірибелер саны.

Бұл формулаларды талдасақ полимер байланыстырғыш қоспасы мен бірге ірі және ұсақ дәндердің композициядағы бөлінуі беріктік, суды сіңіру, тозуға төзімділік, оларды пайдалану қасиеттерді қамтамасыз ететін негізгі факторларына жатқызуға болады.

Ең жоғары көрсеткіштер нөлдік деңгейдегі композицияларға ие, яғни негізгі (15-20 пайыздар). Бұл композициялар келесі қасиеттерге ие: R - 92.3 – 92.7 МПа, V - 0.45 - 0.5 г/ч см²; W - 1,7-1,8; F - 450-470 цикл.

Ғылыми зерттеу нәтижелерін талқылау. Физикалық-механикалық қасиеттердің жоғары көрсеткіштері, полимер қасиеттерінің жоғары толтырғышқа қосылуымен байланысты. Көптеген зерттеулердің нәтижесінде полимербетондардың құрылымын қалыптастыру негіздері және алдын ала анықталған минералды органикалық конгломераттардың оңтайлы құрылымын басқару принциптері дамыған.

Осы теорияға сәйкес, полимерлі бетон, басқа бетондар сияқты, полиструктуралық болып көрінеді, яғни «Құрылымдағы құрылым» принципі бойынша бірінен-бірі өтетін көптеген құрылымдардан (атомдық және молекулалықтан ірі макроқұрылымдарға дейін) тұрады [4].

Полиқұрылымдық теорияға сәйкес полимербетон композицияларын жобалау екі кезеңнен тұрады: полимерлі байланыстырғыш композицияларды таңдау (микроқұрылымды оңтайландыру) және жалпы полимербетон композицияларын таңдау (макроқұрылымды оңтайландыру). Полиқұрылымдық теориясында түйіршік құрамын таңдауда үздікті болу шарты көрсетіледі

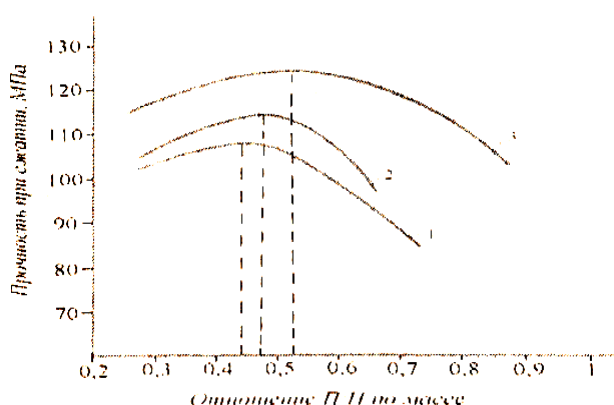
Шайырлар мен басқа да полимерлі компоненттердің (қатайтқыштар, инициаторлар, пластификаторлар) тұтқырлығы байланыстырғыш заттардың құрылымын қалыптастыру процесіне айтарлықтай әсер етеді, бұл өз кезегінде еріткіштерді енгізу немесе температураны өзгерту арқылы кең шектерде реттеледі тұрақты температура, полимер байланыстырғыш заттардың (полиэфир, эпоксид) физикалық және техникалық қасиеті, мысалы, беріктік келесі факторлармен анықталады:

$$R_{св} = R \left(\frac{P}{N}, S, Y, C, p \right);$$

мұндағы: P/N – полимер-толтырғыш қатынасы байланыстырғыштағы сұйық және қатты компоненттердің (шайыр мен толтырғыш) сапасының қатынасын білдіреді; S – толтырғыштың жұқалығы; Y – толтырғыш бетінің белсенділігі (химиялық және минералогиялық құрамына байланысты); C – байланыстырғыштың катаю дәрежесі; p – байланыстырғыштың кеуектілігі.

Бірінші құрылымды құрайтын фактор - полимер мен толтырғыш мөлшерінің қатынасы - P/N . Тәуелділіктің ең маңызды белгісі P/N қатынасының әртүрлі аралық беттерінде полиэфир және эпоксидті байланыстырғыштар үшін ($2700 \text{ см}^2/\text{г}$, $2900 \text{ см}^2/\text{г}$, $3200 \text{ см}^2/\text{г}$).

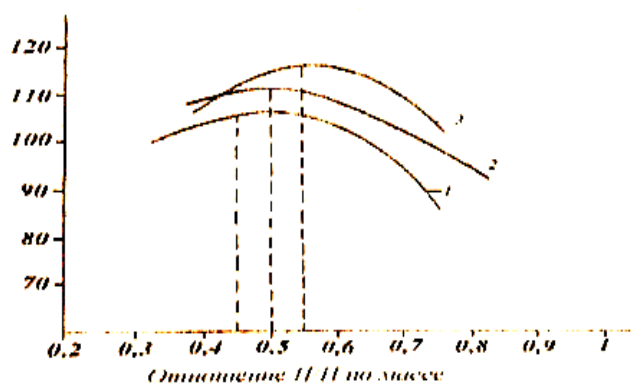
Бұл байланыстырғыштар үшін қисықтардың шығу тегі координаттардың басымен сәйкес келмейді, өйткені полимердің өте төмен мөлшерінің өзінде оның біркелкі таралуының өзінде бір бөлігі ғана суланады, толтырғыш бөлшектер мен микроконгломераттың беттері түзілмейді (0,35-0,4). Үздіксіз полимерлі қабықша түзу мүмкін және микроқұрылым когезия мен механикалық беріктікке ие болады. Одан әрі шайыр мөлшерінің ұлғаюымен беріктік $P/N=0,48-0,56$ (полиэстер мен эпоксид үшін) артады полимерлер максимумға жетеді. Оң жақтағы қисық сызықтың түсу тармағы құрылымдағы «көлемдік» полимер үлесінің ұлғаю дәрежесін сипаттайды. Соңғы беріктік мәні толтырылмаған полимердің беріктігіне сәйкес келеді. Қисықтың бұл бөлігінде толтырғыштың төмен дозаларында құрылымның гетерогенділігіне байланысты, полимер беріктігі деңгейінен төмен төмендеу жиі байқалады.



1-сурет. Полиэстер байланыстырғыштың беріктігінің P/N қатынасына тәуелділігі - толтырғыштың белгілі бір бетімен $2700 \text{ см}^2/\text{г}$ (1), $2900 \text{ см}^2/\text{г}$ (2) және $3200 \text{ см}^2/\text{г}$ (3).

Физикалық аспектіде функциялардың максимумы полимердің ең аз мөлшері бар толтырғыш бөлшектерін толығымен жабатын жұқа бағытталған үздіксіз қабықшалар түріндегі полимердің күйін көрсетеді [5].

Сандық тұрғыдан алғанда, оңтайлы құрылым беріктік көрсеткіштерінің және басқа да қасиеттердің ең аз дисперсиясына сәйкес келеді. Деформацияланғыштығы, кедергісі және басқа физикалық-техникалық қасиеттері бойынша микроқұрылымды оңтайландыру бірдей немесе ұқсас мәндерді береді, құрылымды қалыптастырудың бұл маңызды үлгісі «теңестіру ережесі» расталды.



2-сурет. Полиэстер байланыстырғыштың беріктігінің P/N қатынасына тәуелділігі - толтырғыштың белгілі бір бетімен 2700 см²/г (1), 2900 см²/г (2) және 3200 см²/г (3).

Функциялардың максимумы (1-ші және 2-суреттер) оңтайлы микроқұрылымға сәйкес келеді.

Сандық тұрғыдан алғанда, оңтайлы құрылым беріктік көрсеткіштерінің және басқа да қасиеттердің ең аз дисперсиясына сәйкес келеді. Деформацияланғыштығы, кедергісі және басқа физикалық-техникалық қасиеттері бойынша микроқұрылымды оңтайландыру бірдей немесе ұқсас мәндерді береді, құрылымды қалыптастырудың бұл маңызды үлгісі «теңестіру ережесі» расталды.

Дисперсияның практикалық диапазонындағы байланыстырушы заттың беріктігінің толтырғыштың дисперсиясына тәуелділігі $R_{cb}=R(S)$ экспоненциалды функциямен сипатталады. Дисперстік 5000 см²/г дейін жоғарылағанда, бөлшектердің өздігінен адгезиясы және біркелкі араластыру мүмкін еместігі нәтижесінде беріктік өсуі баяулайды.

Тәуелділіктің максимумы $R_{cb} = R_{cb} = R\left(\frac{P}{N}\right)$ толтырғыш бетінің модулінің функциясы және белгілі бір толтырғыш бөлшектерінің өлшемдерінде дисперсияның төмендеуі мен төмендейтінін атап өту маңызды, қатаю әсері мүлдем жоғалады, сондықтан шайырды ірі түйіршікті толтырғыштармен біріктіргенде, тіпті беріктіктің төмендеуінің теріс әсері де көрінеді.

Бұл ұғымдардың макроқұрылымға берілуі ақталмайды, макроқұрылымның оңтайлылығы басқа факторлармен анықталады, ал микроқұрылымның оңтайлылығының сипатталған ерекшелігі қажет, бірақ бұл макроқұрылым үшін жеткілікті емес.

Дегенмен, жанасатын фазалардың өзара әрекеттесуін бағалау әдетте нақты шайырлар мен полимерлерге қолданылатын толтырғыш бетінің физика-химиялық және энергетикалық сипаттамаларына байланысты. Мұндай тәуелділіктердің болуы полимерлі бетондардың полимер түзілу құрылымының сандық теорияларын негіздеу үшін өте қажет.

Бұл толтырылған композиттердің құрылымы айқын глобулярлы супрамолекулалық құрылымға ие болатыны анықталды. Мұндай құрылымдық элементтер қаттылық пен орау тығыздығының жоғарылауымен, толтырғыш бөлшектермен жоғары адгезиялық әрекеттесуімен (және осылайша төмен кеуектілігімен) сипатталады. Бөлек реттелген фибриллярлық құрылымдар

орналасқан. Полиэфирдің толтырғыштармен шекарасы, оның субстратқа адгезиясы полимердің негізгі массасындағы құрылымынан әлдеқайда жоғары. Супрамолекулалық құрылымдардың мұндай құрылымдық морфологиясының адгезиясына толтырғыштардың табиғаты-ұнтақталған кварцит айтарлықтай әсер етеді.

Қорытынды. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, СММ физика-механикалық сипаттамаларының жоғарылауы материалдың микроқұрылымында, сонымен қатар фазалардың жанасуында болатын процестерге байланысты деген ұсыныс жасауға болады: байланыстырғыш-толтырғыш қасиеттердің тартылуына толтырғыштардың дисперсиясы мен табиғаты да әсер етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Сарницкая, С.З. Байланыстырғыш негізіндегі полимерлі бетонның құрылымы мен механикалық қасиеттеріне толтырғыштардың әсері [Мәтін] // С.З. Сарницкая, М.К. Тахиров // Құрылыс және сәулет. - 1990. - №1. - Б. 67-70.
2. Логинов, В.С. Пластичные бетоны на основе полиэфирных смол [Текст] / В.С. Логинов // Бетон и железобетон. – 1993. - №16. - С.17-19.
3. Эргашев, С.А. Вяжущее для полимербетона и полимерных растворов [Текст] / С.А. Эргашев // Новые эффективные материалы и конструкции в строительстве. - 1990. - [?]. – С.29-30.
4. Ляшенко, Т.В. Оптимизация наполнителей для полиэфирных вяжущих на основе нового класса моделей [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук / Т.В. Ляшенко. – [?], 1994. – 24 с.
5. Толстая, С.Н. Структура наполненных полимерных систем [Текст] / С.Н. Толстая, В.Н. Бородин // Физико-химическая механика дисперсных структур. - 1996. - [?]. - С.45-48.

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

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В статье освещены вопросы получения оптимальных составов полимерных композиционных материалов и влияние на их свойства дисперсности и природы наполнителей.

Ключевые слова: композиционные строительные материалы, кварциты, пиратный отарок, техногенные отходы, полимербетоны, структура, связующее, наполнители.

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

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

STRUCTURIZATION OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS BASED ON TECHNOGENIC PRODUCTS

Abstract. The article deals with the issues of obtaining optimal compositions of polymer composite materials and the influence on the properties of dispersion and the nature of fillers.

Keywords: composite building materials, quartzites, pirated oat, industrial waste, polymer concrete, structure, binder, fillers.

References

1. Sarnitskaya S.Z., Takhirov M.K. Baylanystyrgysh negizindegi polimerli betonnyng kurylymy men mekhanikalyk kasiyetterine tolytyrgyshtardyg aseri [Effect of fillers on the structure and mechanical properties of binder-based polymer concrete] // Kurylys zhane saulet [Construction and architecture]. – 1990. No.1. – PP. 67-70. [in Kazakh].
2. Loginov V.S. Plastichnyye betony na osnove poliefirnykh smol [Plastic concrete based on polyether resin] // Beton i zhelezobeton [Concrete and reinforced concrete]. – 1993. – No.16. PP. 17-19. [in Russian].
3. Ergashev S.A. Vyazhushcheye dlya polimerbetona i polimernykh rastvorov [Binding agent for polymer concrete and polymer solutions] // Novyye effektivnyye materialy i konstruksii v stroitel'stve [New effective materials and structures in construction]. - 1990. [?]. PP. 29-30. [in Russian].
4. Lyashenko T.V. Optimizatsiya napolniteley dlya poliefirnykh vyazhushchikh na osnove novogo klassa modeley [Optimization of fillers for polyester binders based on new class models]. Autoref. diss. Cand. Tech. sciense. - 1994. 24 p. [in Russian].
5. Tolstaya S.N., Borodina V.N. Struktura napolnennykh polimernykh system [The structure of filled polymer systems] // Fiziko-khimicheskaya mekhanika dispersnykh struktur [Physical and chemical mechanics of disperse structures]. - 1996. [?]. PP. 45-48. [in Russian].