

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Українська державна академія залізничного транспорту

КАЧОМАНОВА МАРІЯ ПАВЛІВНА

УДК 691:628.2

**НАПОВНЕНІ ЕПОКСИПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ
НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТВЕРДІННЯ З ПОКРАЩЕНИМИ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Спеціальність 05.23.05 – будівельні матеріали і вироби

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському національному університеті будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Яковлєва Раїса Антонівна

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Вандоловський Олександр Георгійович,
Харківський національний
університет будівництва та архітектури,
завідувач кафедри будівельних
матеріалів і виробів;

кандидат технічних наук, професор
Золотов Михайло Сергійович,
Харківська національна академія
міського господарства,
професор кафедри теоретичної і
будівельної механіки.

Захист відбудеться “14” грудня 2012 р. о 15³⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д **64.820.02** при Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050.

Автореферат розісланий “___” листопада 2012 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н., доц.

Ватуля Г.Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У цей час на будівельному ринку України представлена величезна кількість композиційних будівельних матеріалів на основі полімерів. Однак більшість таких матеріалів не можуть комплексно вирішити поставлені завдання в певних умовах при реконструкції та ремонті будівельних об'єктів. Виходячи з умов експлуатації споруд, характеру робіт, матеріали для відновлення та ремонту повинні мати набір властивостей: низьку в'язкість, високу життєздатність, тверднути у широкому температурно-вологісному інтервалі, високу адгезію до різних поверхонь, низьку водопроникність, значну довгострокову міцність та стійкість до агресивних середовищ. Таким вимогам відповідають епоксидні полімери.

Зараз близько 80 % житлово-комунального фонду України вимагає відновлення та реставрації. Одним з найбільш широко застосовуваних методів посилення та відновлення конструкцій, ушкоджених тріщинами, є ін'єктування будівельними розчинами, відмінною рисою якого є перекачування розчину по трубопроводу до ін'єктора. Це обмежує застосування багатьох відомих будівельних матеріалів, особливо коли стоїть питання про проведення відновлювальних робіт у зимовий період і в умовах підвищеної вологості. Одним з перспективних напрямків під час розробки таких матеріалів є використання модифікованих епоксиполімерів низькотемпературного (268-298 К) твердіння із заданим комплексом властивостей. Відповідно розробка модифікованих епоксиполімерних матеріалів низькотемпературного твердіння є актуальним завданням, яке дозволить вирішити багато проблем, що пов'язані із проведенням відновлювальних робіт.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках бюджетної теми Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України «Створення полімерних будівельних матеріалів низькотемпературного твердіння для відновлення будівельних конструкцій і споруджень» (№ 0106U000169) і госпдоговірної теми № 1796 «Розробка корозійностійкої бактерицидної полімерної композиції для захисту бетону», у яких здобувач була виконавцем.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка наповнених епоксиполімерних матеріалів з вітчизняної сировини, які тверднуть при низьких температурах, з поліпшеними технологічними та експлуатаційними характеристиками, технології їх використання для посилення та відновлення будівельних конструкцій і цегельної кладки.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- провести аналітичний огляд сучасних будівельних матеріалів, добавок, наповнювачів і технологій для відновлення та реконструкції будівельних конструкцій і споруд при знижених температурах;
- вивчити кислотно-основні властивості дисперсних мінеральних наповнювачів для епоксиполімерних композицій;

- дослідити вплив поверхневих властивостей мінеральних дисперсних наповнювачів на реологічні властивості, кінетичні параметри процесу твердіння, технологічні та експлуатаційні властивості епоксидних композицій;

- розробити технологію посилення та відновлення будівельних конструкцій і цегельної кладки з використанням наповнених епоксиполімерних композицій, що тверднуть при знижених температурах;

- розробити рекомендації та технічну документацію щодо виробництва та застосування епоксидних будівельних матеріалів, що тверднуть у широкому температурно-вологістному інтервалі.

Об'єкт дослідження – наповнені епоксиполімерні композиції на основі епоксидіанового олігомера, бінарного твердника амінного типу та мінеральних дисперсних наповнювачів.

Предмет дослідження – технологічні та фізико-хімічні процеси отримання наповнених епоксиполімерів низькотемпературного твердіння.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач використовували спеціальні методи та прилади з урахуванням умов експлуатації розроблених композицій, а також стандартні методи дослідження фізико-механічних властивостей епоксиполімерів.

Наукова новизна одержаних результатів.

- Вперше показана можливість отримання дилатантно-ньютонівських структур на основі низьконаповнених олігоепоксиднаповнених систем у присутності неіоногенної ПАР диалкілоламідного типу та дисперсних наповнювачів: діабазового порошку і термічно обробленої (обпаленої) глини каолініто-гідрослюдиної групи, що характеризуються невисокою концентрацією поверхневих кислотно-основних центрів адсорбції;
- встановлено, що в умовах термодформаційного впливу епоксидний композиційний матеріал, який твердне у присутності діабазового порошку та випаленої глини Никифоровського родовища на фоні температури склування, що мало змінюється, та вузького температурного інтервалу альфа-переходу має підвищені значення модуля високоеластичності, що свідчить про утворення рівномірно зшитої щільної структури з підвищеною релаксаційною здатністю;
- показано, що наповнені епоксиамінні композиційні матеріали, які дають найбільш чіткі прояви дилатансії (низькі значення динамічної в'язкості, що зростають під час збільшення напруження зсуву) характеризуються підвищеною зносостійкістю, а також високим рівнем водо- і хімістійкості, адгезійно-міцнісних властивостей та низькою водопроникністю.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено технологію отримання наповнених епоксидних композицій для відновлення будівельних конструкцій, що тверднуть при знижених температурах. Розроблені композиції є багатофункціональними, мають комплекс властивостей, необхідних для рішення більшості завдань реконструкції та ремонту будівельних конструкцій.

Показано перспективність використання наповнених олігоепоксидних композицій, що тверднуть за допомогою бінарного амінного твердника, для ін'єктування тріщин будівельних конструкцій при низьких температурах, що

проявляють дилатантні властивості, які сприяють проведенню перекачування суміші по трубопроводу без закупорки, навіть при тривалій зупинці устаткування. Розроблено автоматизовану систему керування процесом ін'єктування із програмним забезпеченням устаткування та технічну документацію на використання наповнених олігоепоксидних композицій.

Розроблені епоксидні композиції знайшли практичне застосування в якості герметизуючих мастик та захисних покриттів на підприємствах м. Харкова: «Харківкомуночиствод», ТОВ «ВІА-ТЕЛОС». Розроблені композиції увійшли в проект пропозицій для ТОВ «АКВАХІМ» та були використані при відновленні цегельних стін Успенського собору методом ін'єктування.

Особистий внесок здобувача. Автором були обрані методики та об'єкти дослідження. Автор безпосередньо брав участь у проведенні експериментальної частини роботи, інтерпретації отриманих результатів, розробці технічної документації, впровадженні результатів роботи. Всі включені в дисертацію дослідження, що виконані в співавторстві, проведені при особистій участі автора на всіх етапах роботи.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на науково-технічних конференціях: МОК'46 „Моделирование в компьютерном материаловедении” (м. Одеса, 26-27 квітня 2007 р.), Міжнародній науковій конференції пам'яті Брика М. „Мембранні та сорбційні процеси і технології” (м. Київ, 5-7 березня 2007 р.), IV Міжнародному конгресі молодих учених по хімії та хімії технології “УССТ-2007-МКХТ” (Росія, м. Москва, 16 листопада 2007р.), III-й Міжнародній науковій конференції “Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель і споруд” (м. Харків, жовтень 2007 р.), I Міжнародній (III Всеукраїнській) конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (м. Київ, 23-25 квітня 2008 р.), 5-й і 6-й Московській Міжнародній конференції «Теория и практика технологии производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов (ТПКММ)» (Росія, м. Москва, 24-27 квітня 2007 р., 21-24 квітня 2009 р.), IV Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (м. Дніпропетровськ, 22-24 квітня 2009 р.).

Публікації. Основний зміст дисертаційної роботи викладений у 13 друкованих працях, з них 6 статей у спеціалізованих виданнях, що рекомендовані ДАК МОНмолодьспорту України, 3 статті в інших виданнях та 4 тези доповідей науково-технічних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 238 сторінок, включає 55 рисунків, 21 таблицю, список використаних джерел з 258 найменувань, 8 додатків на 42 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** показана проблема, обґрунтована актуальність, сформульовані мета та завдання дослідження, наведені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі проведений аналіз наукових публікацій і праць Ліпатова Ю.С., Осіпчика В.С., Яковлевої Р.А., та інш., що присвячені методам фізико-хімічної модифікації та теоретичним основам створення епоксиполімерів низькотемпературного твердіння, а також особливості модифікації епоксидних композицій дисперсними мінеральними наповнювачами, впливу процесів на границі розподілу фаз полімер-наповнювач на твердіння та фізико-механічні властивості епоксидних композицій. Розглянуто методи з питань відновлення та реконструкції будинків та споруд і використання будівельних матеріалів, які приведені в роботах Шагіна О.Л., Бабушкіна В.І., Гончаренка Д.Ф. та інш.

Показано доцільність розробки хімічностійкої наповненої епоксиамінної композиції низькотемпературного твердіння для відновлення бетонних і залізобетонних будівельних конструкцій.

У другому розділі наведена інформація про використані матеріали та методи дослідження.

Для проведення досліджень використовувався епоксидіановий олігомер марки ЕД-20, змішаний з триглициділовим ефіром поліоксипропілентриолу марки Лапроксид-503. Для отримання бактерицидних властивостей до композиції вводили неіоногенну поверхнево-активну речовину марки Амірол М, що є продуктом взаємодії модифікованих вищих жирних кислот з диетаноламіном.

В якості твердника використовували бінарний твердник амінного типу, що складається із суміші моноціанетилдиетилентриаміну марки УП-0633М і 2-диметиламінометилфенолу та 2,6-б-біс (диметиламінометил)-фенолу переамінованого етилендіаміном марки АФ-2. Для випробувань готувались двокомпонентні епоксиполімерні композиції, де компонент І – суміш модифікованого ПАР епоксидного зв'язуючого та мінеральних дисперсних наповнювачів; компонент ІІ – бінарний твердник.

З метою регулювання експлуатаційних властивостей епоксиполімеру, а також для поліпшення міцнісних характеристик були використані наступні мінеральні дисперсні наповнювачі: діабазовий порошок (ДП); маршаліт; глина тугоплавка Никифоровського родовища (ГНРО); модифікований катіоноактивним ПАР бентоніт (органобентоніт) і червоний шлам, що є відходами алюмінієвого виробництва – повітряно-сухий (ОЗАН) і обпалений (ОЗАО).

Наповнювачі та наповнені епоксиполімерні композиції досліджували індикаторним методом за допомогою спектрофотометра СФ-46, рентгенофазовим методом (дифрактометр ДРОН-3). Реологічні дослідження проводили на приладі «Реотест-2». Кінетичні параметри початкової стадії процесу полімеризації досліджували діелектричним методом, термомеханічні дослідження проведені за допомогою консистометра Хепплера. Водопроникність бетону з розробленими епоксидними покриттями проводили за стандартною методикою з використанням приладу АГАМА-2Р, фізико-механічні властивості та адгезійну міцність епоксиполімерів визначали за стандартними методиками.

У третьому розділі проведено аналіз хімічного та мінерального складу дисперсних мінеральних наповнювачів.

Мінеральні наповнювачі мають різноманітні хімічні та фазові склади. Для кількісної оцінки їх поверхневих властивостей досліджували спектр розподілу активних центрів на поверхні за кислотно-основними типами. У табл.1 наведені кислотно-основні властивості поверхні наповнювачів.

Таблиця 1

Кислотно-основні властивості поверхні наповнювачів

Назва наповнювача	Питома поверхня, м ² /г	Концентрація активних центрів с рK _a , n · 10 ¹⁴ , 1/м ²										
		-0,29	+1,5	+5	+6,4	Кіл.- сть КЦ*	+7,3	+8,0	+10,5	+12,8	Кіл.- сть ОЦ*	Сума
Маршаліт	0,26	1,3	0,73	41,4	7,2	49,3	78,5	59,1	82,2	311,1	530,9	581,5
Глина	0,50	2,4	0,96	7,7	8,0	16,7	6,31	34,8	50,6	305,9	397,6	416,7
Діабазовий порошок	0,46	3,6	1,6	0,84	6,5	8,9	1,68	58,7	56,2	107,4	224,0	236,7
ОЗАН	0,17	6,2	4,7	26,3	23,5	54,5	130,9	46,9	71,0	586,3	835,1	895,8
ОЗАО	0,3	4,9	22,8	21,9	10,0	53,7	46,0	49,8	36,8	391,2	523,8	583,4
Органобентоніт	9,4	1,1	9,2	-	1,7	10,9	21,9	3,7	-	57,6	83,2	95,8

*КЦ –кислотні центри; ОЦ – основні центри.

З табл. 1 видно, що кислотно-основні властивості поверхні наповнювачів залежать як від хімічного та мінерального складу, так і від їхньої термічної передісторії. Досліджувані природні та техногенні наповнювачі є суміш оксидів і природних мінералів, тому інтерпретація отриманих даних про їх поверхневі кислотно-основні властивості, на відміну від індивідуальних оксидів, є менш строгою. Однак простежуються певні закономірності під час порівняння близьких за хімічним складом наповнювачів, що мають різну термічну передісторію.

Установлено, що в порядку зменшення загальної кількості кислотно-основних центрів наповнювачі розташовуються в наступній послідовності:

ОЗАН > ОЗАО > маршаліт > ГНРО > діабазовий порошок > органобентоніт.

З технічної літератури відомо, що мінеральні наповнювачі, які мають на своїй поверхні кислотні центри різної сили та природи, можуть впливати на процеси твердіння епоксидного зв'язуючого, внаслідок того, що амінний твердник буде хемосорбуватися на цих центрах.

Четвертий розділ присвячений вивченню впливу поверхневих властивостей наповнювачів на реологічні властивості, кінетичні параметри процесу твердіння, технологічні та експлуатаційні властивості епоксидних композицій. Реологічні дослідження показали (рис.1), що вихідна система на основі олігоепоксиду є слабоструктурованою в'язкотекучою (псевдопластичною) рідиною, в'язкість якої в

присутності неіоногенної ПАР знижується в 1,6 рази. Введення наповнювачів у вихідну олігомерну систему більшою мірою впливає на ефективну в'язкість, ніж на граничне напруження зсуву. Встановлено, що системи, які містять наповнювачі з невисокою концентрацією центрів адсорбції такі як ДП, ГНРО і органобентоніт, виявляють дилатантні властивості. При використанні в якості наповнювачів маршаліту, ОЗАН, ОЗАО, які характеризуються вищою концентрацією поверхневих активних центрів і низькою питомою поверхнею, практично не змінюють характер плинності ненаповненої системи.

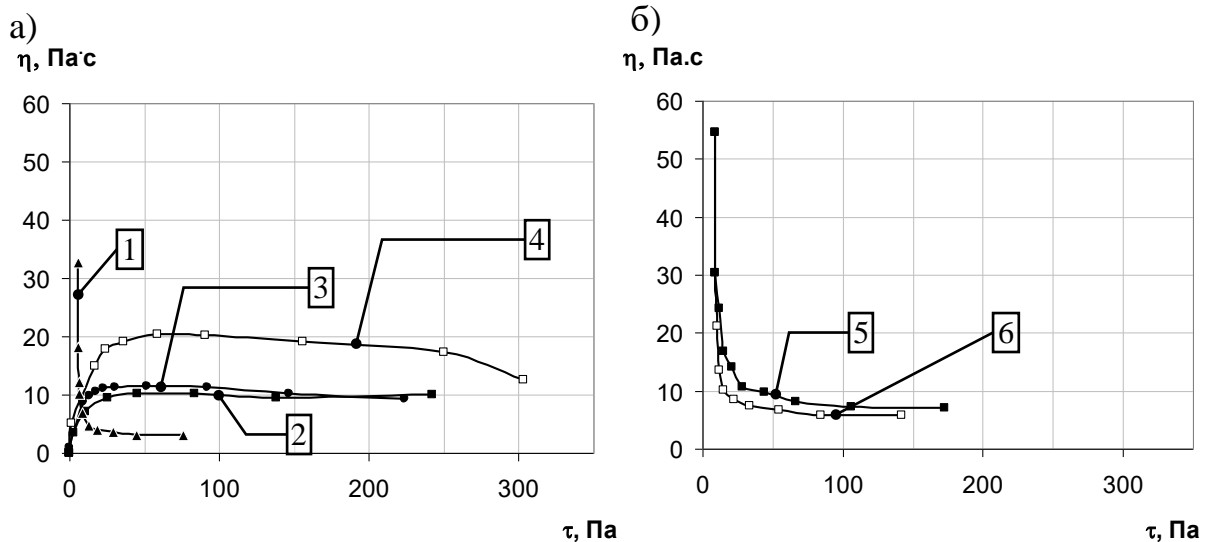


Рис. 1. Залежність в'язкості (η) від напруження зсуву (τ) олігомеру ЕД+ПАР (1) наповненого: діабазовим порошком (2); ГНРО (3); органобентонітом (4); ОЗАН (5); ОЗАО (6)

Результати досліджень дозволяють сказати, що склади, які містять діабазовий порошок і ГНРО і виявляють дилатантні властивості у процесі плинності є перспективними для використання в якості компонентів для ін'єкційних сумішей. Тому що у випадку непередбаченої зупинки процесу ін'єктування знижується ймовірність забивання каналів трубопроводу та композиції в тріщинах завдяки тому, що в'язкість композиції не збільшиться, а, навпаки, зменшиться.

Для визначення параметрів процесу структурування досліджено вплив поверхнево-активних центрів наповнювача на процеси твердіння епоксидних олігомерів. Результати електрокінетичних досліджень показують, що наповнення досліджуваної композиції дисперсними мінеральними наповнювачами різної природи впливає на початкову стадію процесу твердіння. Найбільшу каталітичну дію на процес твердіння мають наповнювачі ОЗАН і маршаліт, що пов'язано з більшою кількістю кислих центрів Бренстеда на їх поверхні. Меншу каталітичну дію мають ДП і ГНРО, що характеризуються невеликою кількістю кислотно-основних центрів поверхні. Введення органобентоніту виявляє інгібуєчий ефект на початкову стадію процесу структурування епоксиполімеру, про що свідчить значне зниження умовної швидкості реакції твердіння, і може бути пояснено низькою концентрацією активних центрів на його поверхні, а також високою в'язкістю самої системи. Під час введення наповнювачів відбувається зміна ефективної енергії активації полімеризації: зі збільшенням кількості наповнювача вона зменшується в

присутності глини та ОЗАН, носить екстремальний характер при використанні діабазового порошку та маршаліту і збільшується в присутності органобентоніту. При цьому в композиціях з максимальним наповненням (15,32 об.%) ефективна енергія активації полімеризації зменшується у всіх випадках, а у випадку органобентоніту збільшується.

Природа наповнювача, його поверхневі кислотно-основні центри в значній мірі впливають на процес формування сітчастого полімеру, а отже на його структуру і властивості. На рис. 2. приведено термомеханічні криві наповнених діабазовим порошком (а) і ОЗАН (б) епоксиполімерів.

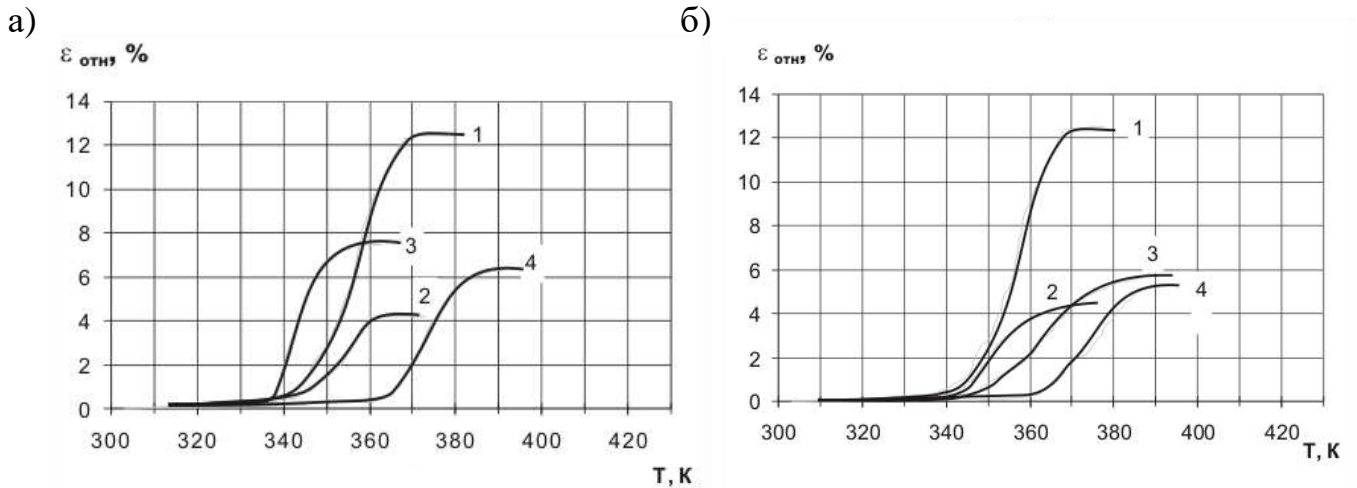


Рис. 2. Термомеханічні криві епоксиполімера (1) наповненого діабазовим порошком (а) і ОЗАН (б): 2- 8,14 об.%; 3- 11,73 об.%; 4 - 15,32 об.%

На основі даних термомеханічних досліджень визначені: температура склування (T_c), величина відносної деформації (ϵ), модуль високоеластичності (E_∞) і величина температурного інтервалу переходу полімеру зі склоподібного в високоеластичний стан ΔT_{BEC-C} (альфа-перехід). Фізичні властивості та структурно-механічні параметри епоксиполімерів залежно від природи наповнювачів представлено в табл. 2.

Усі досліджувані наповнені композиції за температури нижче 70 °С перебувають у склоподібному стані. Для всіх наповнених систем відзначається зниження $\epsilon_{\text{ста}}$ у високоеластичному стані, збільшення E_∞ , різна зміна T_c і ΔT_{BEC-C} у порівнянні з ненаповненим епоксиполімером, але величина ефекту залежить від природи та концентрації активних центрів на поверхні (КЦП) відповідних наповнювачів, а також від величини їх питомої поверхні. Діабазовий порошок, що характеризується найнижчою концентрацією кислотних і основних центрів, у разі введення в композицію 8,14 і 11,32 % практично не змінює температуру склування епоксиполімеру та зменшує величину $\epsilon_{\text{ста}}$ в 3 і 1,7 рази відповідно. Зі збільшенням вмісту в полімері діабазу до 15,32 % температура склування збільшується на 24 град., а $\epsilon_{\text{ста}}$ знижується в 2 рази в порівнянні з ненаповненим епоксиполімером.

Фізичні властивості та структурно-механічні параметри наповнених епоксиполімерів

Наповнювач	ρ , кг/м ³	ν_s , її ³ /ї	$\sigma_{\text{дсд}}$, МПа	α , кДж/м ²	D_{H_2O} ·10 ⁸	T_c , К	$\varepsilon_{\text{дсд}}$, %	$\Delta T_{\text{BEC-C}}$ ($T_{\text{BEC}} - T_c$), К	E_{∞} , МПа
ЕД	1,389	3,36	35,85	2,8	7,70	345,0	12,5	21,0	113,2
ЕД+Діабазовий порошок									
8,14 % об.	1,435	1,35	35,15	2,8	6,13	343,0	4,2	17,0	229,6
11,73 % об.	1,435	3,22	21,90	3,4	3,26	338,0	7,5	12,0	236,3
15,32 % об.	1,461	2,89	30,90	0,9	3,89	364,0	6,3	17,5	201,8
ЕД+Маршаліт									
8,14 % об.	1,448		40,56	0,7	9,85	346,0	4,7	18,0	198,3
11,73 % об.	1,447		29,77	0,8	3,51	355,0	5,5	43,0	177,0
15,32 % об.	1,503		34,21	1,3	6,52	382,0	3,5	33,0	158,5
ЕД+ГНРО									
8,14 % об.	1,443	2,65	29,62	2,0	3,33	356,0	6,3	16,0	251,9
11,73 % об.	1,474	2,66	27,26	0,6	3,25	354,5	6,8	12,5	207,2
15,32 % об.	1,480	3,69	32,12	0,6	5,17	365,0	5,8	20,0	257,7
ЕД+ОЗАН									
8,14 % об.	1,398	4,70	24,28	1,8	4,22	363,0	6,1	17,0	267,3
11,73 % об.	1,440	4,65	26,71	1,3	3,55	378,0	6,8	27,0	197,6
15,32 % об.	1,354	4,85	24,93	1,6	5,58	387,0	5,9	23,0	145,2
ЕД+Органобентоніт									
8,14 % об.	1,400		18,21	0,7	1,45	343,0	4,5	24,0	193,6
11,73 % об.	1,455		12,22	0,6	4,81	351,0	5,8	19,0	186,6
15,32 % об.	1,474		9,22	1,3	4,36	363,0	5,3	26,5	264,8

Введення в епоксиполімер 8,14 та 11,5 об.% ГНРО, що має більшу концентрацію центрів адсорбції в порівнянні з діабазом, приводить до подальшого зростання жорсткості полімерної матриці, про що свідчить зниження амплітуди деформації в високоеластичному стані, та підвищення T_c у порівнянні з полімером, який наповнений діабазовим порошком. Збільшення жорсткості макромолекул ярного ланцюга відбувається на фоні вузького температурного інтервалу α – переходу, причому його величина мінімальна для ГНРО та ДП, у разі використання яких спостерігаються ефекти ділатансії під час плинину олігоепоксиднаповнених систем, що вказує на їх більш однорідну структуру та високу релаксаційну здатність. Присутність в епоксиполімерній композиції маршаліту та ОЗАНу, поверхня яких містить найбільшу кількість центрів адсорбції в порівнянні з іншими наповнювачами, значно підвищує T_c і температурний інтервал переходу $\Delta T_{\text{BEC-C}}$. Температурний інтервал альфа-переходу для полімерів, що містять наповнювачі (ДП, глину) з невисокою концентрацією, становить 12-20 °С, а з найбільшою кількістю поверхневих центрів (маршаліт, ОЗАН) – 23-40 °С. Це свідчить про міцну адсорбційну взаємодію на межі поділу фаз полімер-наповнювач у випадку використання твердої поверхні з високою КЦП та зменшення релаксаційної здатності наповненої епоксиполімерної матриці. В присутності органобентоніту, що

має низьку КЦП і високу дисперсність, спостерігається незначне збільшення T_c у разі збільшення ступеня наповнення. Це вказує на те, що збільшення ступеня дисперсності впливає на T_c , аналогічно збільшенню концентрації наповнювача, а незначне підвищення температури склування зі збільшенням ступеня наповнення органобентоніту можна пояснити низькою КЦП. Досліджено вплив ступеня наповнення епоксидних композицій дисперсними мінеральними наповнювачами на їх водо- і кислотостійкість до (10 %-го розчину H_2SO_4). Максимальний час експозиції становив 3650 год. Встановлено, що найкращі кислото- і водостійкість мають композиції, в яких наповнювачем є діабазовий порошок. Це пов'язано з тим, що на його поверхні переважають основні активні центри, які добре адсорбують молекули ПАР, і це дозволяє зменшити вільний об'єм у наповненому епоксиолімері. Ці дані добре корелюють із отриманими результатами термомеханічних досліджень. Таким чином, знижений коефіцієнт дифузії (D_{H_2O}) в композиціях із ДП і ГНРО, очевидно, пов'язаний з тим, що під час структурування утворюється більш щільна впорядкована структура сітки полімеру, що приводить до зменшення вільного об'єму та зниження коефіцієнта дифузії.

Для встановлення залежності між структурними характеристиками та експлуатаційними властивостями епоксиолімерів вивчені деякі міцнісні показники: границя міцності на вигин ($\sigma_{\text{вгв}}$), ударна в'язкість (α), показник стирання (v_s) і адгезія до вологого та сухого бетону і до Ст. 3. Введення в полімерну матрицю 8,14 об.% діабазового порошку приводить до зниження показника стирання (v_s) в 2,5 рази в порівнянні з ненаповненою композицією. Підвищення ступеня наповнення полімерної матриці приводить до зменшення міцності при вигині ($\sigma_{\text{вгв}}$) і ударної в'язкості (α). Всі композиції мають високу адгезійну міцність до вологого та сухого бетону, що перевищує його міцність, характер розриву зразків когезійний (по тілу бетону). Ця властивість зберігається як під час твердіння в нормальних умовах, так і за знижених температур (268 К). Введення ДП в епоксиолімерну композицію підвищує адгезійну міцність до Ст. 3 на 20 % у порівнянні з ненаповненим епоксиолімером.

Визначено закономірності впливу вмісту і природи наповнювачів на адгезійну міцність епоксиолімерної композиції до Ст. 3 в умовах знижених температур. Для цього виконано повнофакторний експеримент та побудовано поверхні відгуку, які наведені на рис. 3. На підставі отриманих на практиці результатів виведено рівняння регресії, які адекватно описують вплив вмісту і природи наповнювачів, за температури 268 К, а також часу твердіння епоксиолімерів на адгезійну міцність до Ст. 3:

– для композиції, що наповнена діабазовим порошком:

$$Y_1 = 4.3811 + 1.1950 \cdot X_1 - 0.0667 \cdot X_2 - 0.8283 \cdot X_1^2 + 0.8267 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

– для композиції, що наповнена ГНРО:

$$Y_2 = 3.9888 + 0.9650 \cdot X_1 + 0.0450 \cdot X_2 - 0.7217 \cdot X_1^2 - 0.6716 \cdot X_2^2 + 0.0075 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (2)$$

– для композиції, що наповнена органобентонітом:

$$Y_3 = 2.8777 + 0.9667 \cdot X_1 - 0.1900 \cdot X_2 - 0.5933 \cdot X_1^2 + 0.1967 \cdot X_2^2 - 0.0750 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (3)$$

де Y_1, Y_2, Y_3 – адгезійна міцність наповнених епоксидних композицій; X_1 – час твердіння композиції; X_2 – вміст наповнювачів.

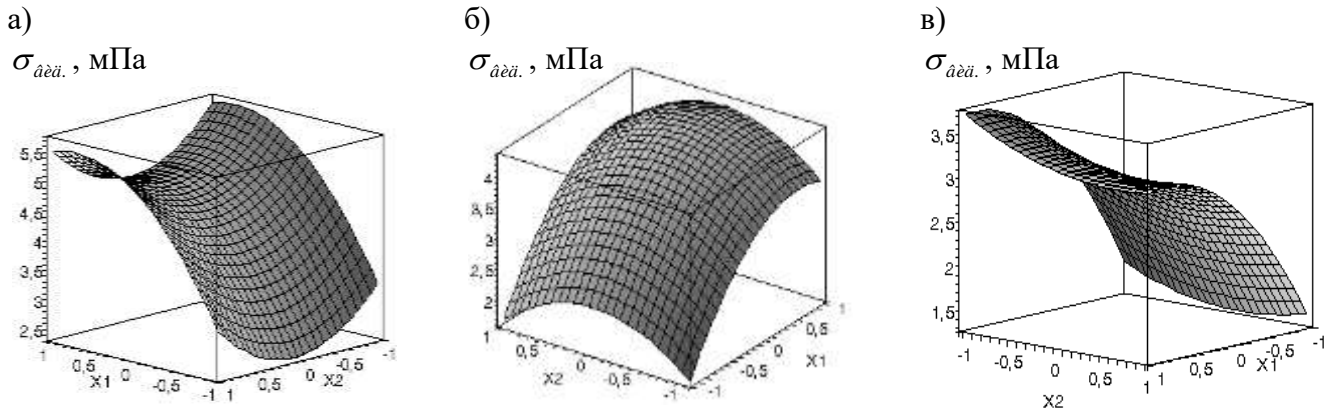


Рис. 3. Залежність адгезійної міцності до Ст. 3 епоксидних полімерів, що наповнені: діабазовим порошком (а), ГНРО (б), органобентонітом (в) від часу твердіння композиції (X_1) та вмісту наповнювачів (X_2)

Найбільший вплив на адгезійні властивості наповнених епоксидних полімерів має вміст наповнювача та його природа. З отриманих залежностей визначено раціональні рецептури композицій, що досягають максимальної адгезії до сталі вже в кінці 3-ої доби під час твердіння в умовах зниженої температури. Таким чином найкращими є епоксидні композиції, що містять діабазовий порошок та ГНРО.

У п'ятому розділі вибрано раціональні склади епоксидних полімерних композицій ЕПАКОНТ-Д (з діабазовим порошком) та ВІАТРОН-5 (з ГНРО), технічні та захисні властивості яких приведено в табл. 3. Дані композиції мають комплекс необхідних властивостей, що дозволяє використовувати їх в якості розчинів для ін'єктування та захисних покриттів для бетону. Приведені композиції не уступають за властивостями своїм закордонним аналогам: мають низьку в'язкість у широкому температурному інтервалі твердіння (268-310 К), а також високу життєздатність під час роботи в умовах знижених температур і підвищеної вологості, та підвищені експлуатаційні властивості.

Проведено експериментальні дослідження з визначення деформаційно-міцнісних властивостей в умовах статичного та малоциклового навантаження кладки, яку посилено методом ін'єктування композицією ЕПАКОНТ-Д. Загальний вигляд випробувань наведено на рис. 4. Результати випробувань наведено на рис. 5, 6.

Технічні та захисні властивості розроблених композицій

Показник	ЕПАКОНТ-Д	ВІАТРОН-5	ЕД-20 +ДБФ+ ПЭПА (по Снп 2.03. 11- 85)
В'язкість, Іа ·ñ, 273 К 298 К	221,70 7,1	288,21 25,6	- 15,7
Життєздатність (початок/кінець, хв.), 298 К 273 К	55/60 100/110	55/60 100/110	60/70 150/180
ρ , кг/м ³	1,435	1,443	-
Водопоглинання через 24 години за 298 К, %	0,04	0,05	0,08
Адгезійна міцність при рівномірному відриві від вологого бетону, МПа	Перевищує міцність бетону	Перевищує міцність бетону	Перевищує міцність бетону
Зносостійкість, мм ³ /м	1,35	2,65	-
Марка водонепроникності бетону з покриттям	W 12	W 12	W 12
Руйнівне напруження бетонних балок при вигині, МПа (бетон/ бетон, з покриттям)	-	7,4/12,8	-
Приріст маси бетонних балок, захищених епоксидними композиціями, в 10% H ₂ SO ₄ при експозиції 360 діб, %	-	0,7	-
Коефіцієнт хімічної стійкості, після 360 діб експозиції в 10% H ₂ SO ₄	-	0,98	-



Рис. 4. Загальний вид випробувань деформаційно-міцнісних властивостей при статичному (а) та малоцикловому (б) навантаженні цегляної кладки

Під час збільшення навантаження у поздовжньому напрямку деформації різко збільшуються (I1, I5, I7), а в поперечному (I2, I6, I8) розвиток деформацій відбувається менш інтенсивно. Очевидно, це пов'язано з появою і розкриттям нових подовжніх магістральних тріщин.

За статичного навантаження поява тріщин у зразках як посиленних, так і без посилення відбувалася при однаковому навантаженні 500 кН. Руйнування зразків як на першій стадії випробувань, так і ін'єктованих, відбувалося приблизно при навантаженні 910-1000 кН. Проведені дослідження цегельної кладки показали зниження її несучої здатності на 10 – 15 % при малоцикловому навантаженні.

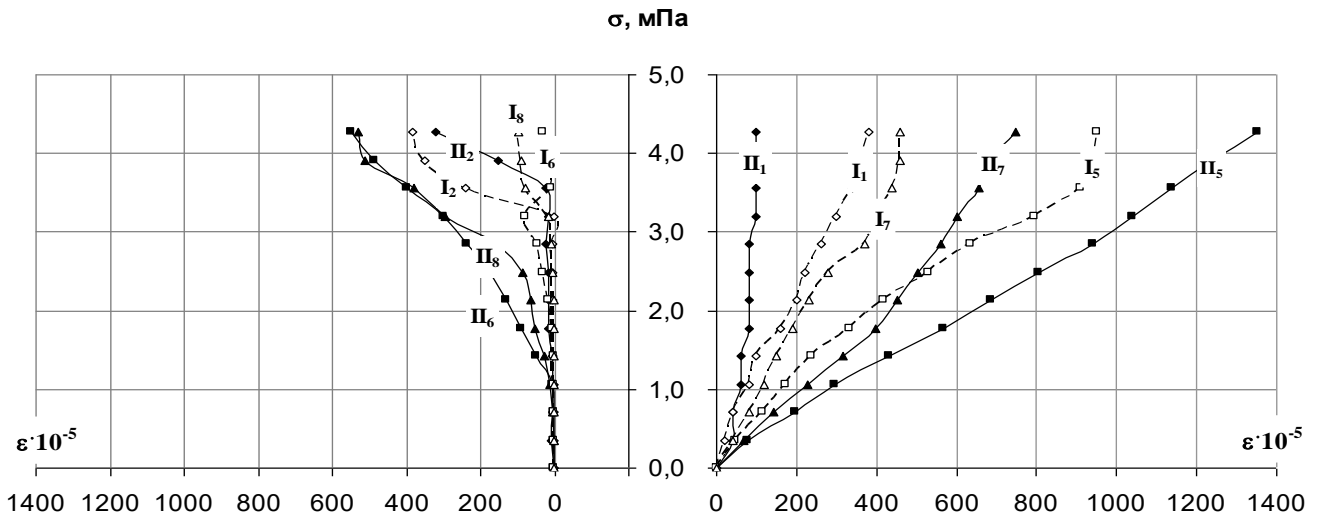


Рис. 5. Залежність « $\sigma - \varepsilon$ » для поздовжніх (1, 5, 7) і поперечних (2, 6, 8) деформацій до процесу ін'єктування (I1, I5, I7, I2, I6, I8) та після (II1, II5, II7, II2, II6, II8)

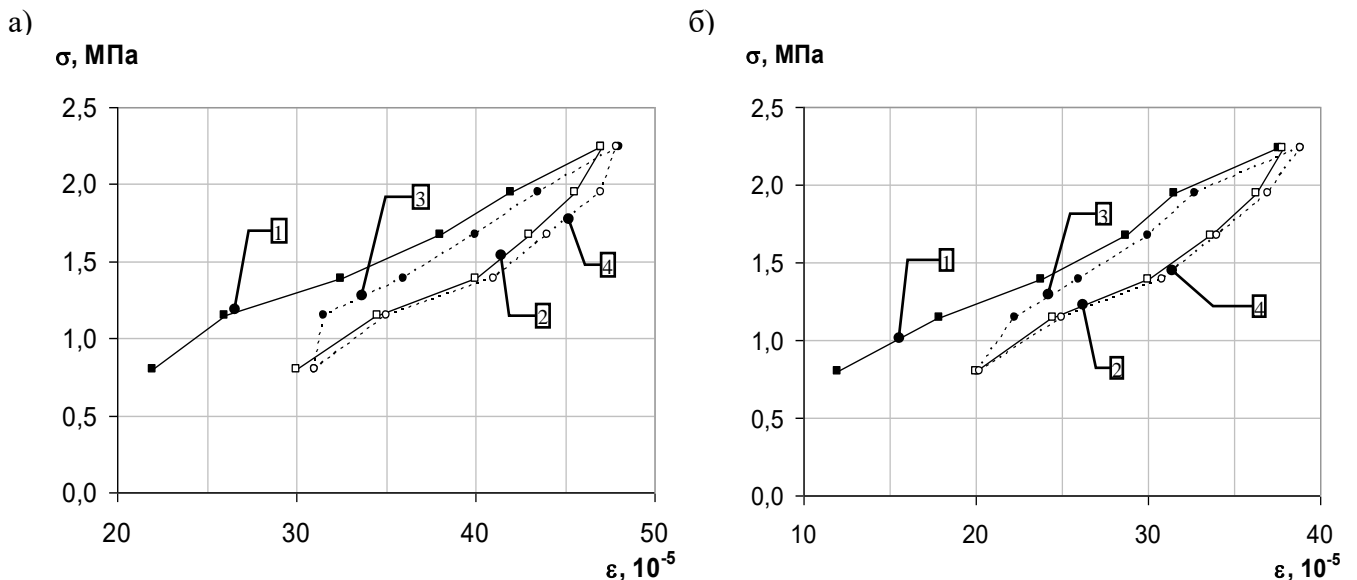


Рис. 6. Залежність « $\sigma - \varepsilon$ » для випробуваного цеглового стовпа до (а) та після (б) ін'єктування при малоцикловому навантаженні, де:

- 1 - цикл №1 навантаження (0,15R-0,35R);
- 2 - цикл №1 розвантаження (0,15R-0,35R);
- 3 - цикл №10 навантаження (0,15R-0,35R);
- 4 - цикл №10 розвантаження (0,15R-0,35R).

Після посилення кладки ін'єктуванням несуча здатність була відновлена, повне руйнування кладки відбулося при малоциклового навантаженні 1588 кН.

Розріз цегляних зразків після ін'єктування показав щільне та рівномірне заповнення тріщин полімерною композицією.

Таким чином, у разі ін'єктування цегельної кладки полімерною композицією ЕПАКОНТ-Д практично повністю відновлюється несуча здатність кам'яних конструкцій за статичних навантажень. Результати, що отримані при малоциклового навантаженні, свідчать не тільки про відновлення несучої здатності цегельної кладки, але й про збільшення її в 2,4 рази.

Розроблено схему автоматизації технологічного процесу ін'єктування. Спроектовано комплекс автоматизації, що містить технічні засоби автоматизації, мікропроцесорне устаткування та спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє враховувати особливості кожної стадії у випадку відновлення будівельної конструкції. Проведено підбір устаткування з урахуванням особливостей технологічного процесу ін'єктування. Розроблено оригінальне програмне забезпечення в середовищі LabVIEW і в середовищі розробки Microsoft Visual Studio мовою програмування C#, що може бути ініційоване на будь-якому IBM-сумісному комп'ютері та в будь-якій операційній системі. Програма призначена для розрахунку дозування компонентів, збору інформації від первинних перетворювачів, обробки та видачі керуючих впливів, контролю правильності функціонування устаткування, контролю рівня в резервуарах, сигналізації у випадках виходу з ладу устаткування, відхилення параметрів технологічного процесу від заданих.

Приведено результати експериментальних досліджень з визначення захисних властивостей композицій, що використані в якості антикорозійних покриттів згідно ДСТУ Б В.2.7-213:2009. Показано, що розроблене антикорозійне покриття ВІАТРОН-5, яке витримало довготривалу дію 10%-го розчину H_2SO_4 впродовж року, може забезпечувати ефективний захист бетонних поверхонь строком до 10 років

Установлено, що бетон з покриттям ВІАТРОН-5 за показниками водонепроникності відноситься до марки W 12. Композиції ВІАТРОН-5 і ЕПАКОНТ-Д досить стійкі до стирання і мають високі показники міцності на вигин і на стиск, що дозволяє застосовувати їх як наливні підлоги.

Розроблені епоксидні композиції ВІАТРОН-5 і ЕПАКОНТ-Д знайшли практичне застосування в якості герметизуючих мастик, як захисне покриття на підприємствах м. Харкова: «Харківкомуночиствод», ТОВ «ВІА-ТЕЛОС». Композиція ЕПАКОНТ-Д увійшла в проект пропозицій по відновленню несучої здатності цегельних стін Успенського собору на ТОВ «АКВАХІМ» і була використана для посилення несучої здатності цегельних стін Успенського собору методом ін'єктування.

Висновки

1. У роботі представлено нове рішення науково-практичного завдання – створення ефективних ін'єкційних епоксидних складів для відновлення будівельних конструкцій, що тверднуть при знижених температурах, на основі модифікованого неіоногенною ПАР олігоепоксиамінного зв'язуючого і дисперсних

мінеральних наповнювачів, вибір яких обумовлений наявністю на їх поверхні кислотно-основних адсорбційних центрів, що впливають на реологічні властивості, процеси твердіння і формування структури епоксиполімерного композиційного матеріалу.

У результаті виконаних наукових досліджень розроблено нові наповнені епоксиполімерні матеріали для будівництва з вітчизняної сировини, що тверднуть за знижених температур, з поліпшеними технологічними та експлуатаційними характеристиками.

2. На підставі результатів досліджень поверхневої активності мінеральних наповнювачів встановлено, що в напрямку зменшення концентрації кислотних і основних центрів адсорбції наповнювачі розташовуються в наступній послідовності: ОЗАН > ОЗАО > маршаліт > ГНРО > діабазовий порошок > органобентоніт.

3. У результаті реологічних досліджень олігоепокси наповнених композицій, модифікованих неіоногенною ПАР, встановлено, що в присутності наповнювачів з високою концентрацією активних центрів (ОЗАН, маршаліт) композиції мають псевдопластичний характер плинності, а у разі введення наповнювачів з низькою концентрацією поверхневих активних центрів, таких як діабазовий порошок, ГНМО і органобентоніт системи переходять в дилатантний і далі в ньютонівський режим плинності за відносно низьких значень ефективної в'язкості в широкому діапазоні напружень зсуву. Показано, що виявлені ефекти дилатансії для наповнених олігоепоксидних систем мають істотний вплив на процес твердіння, формування структури і макроскопічних властивостей епоксидноамінних наповнених матеріалів.

4. Реокінетичні дослідження показали, що швидкість твердіння епоксидноамінних композицій при 273 К збільшується в присутності діабазового порошку в 1,3 рази і ГНРО в 2,3 рази в порівнянні з композицією, яка наповнена традиційним маршалітом.

5. Встановлено, що наповнені діабазовим порошком і ГНРО олігоепоксидні системи, які проявляють дилатантні властивості, мають низькі значення ефективної в'язкості, і дозволяють одержувати епоксиполімери з однорідною та щільною структурою. Вони мають підвищену водо- і хімістійкість, зносостійкість у 2,5 та 1,5 рази відповідно, а також високий рівень адгезійно-міцнісних властивостей та низьку водопроникність.

6. Розроблено технологію посилення та відновлення будівельних конструкцій і цегельної кладки з використанням наповнених епоксиполімерних композицій, що тверднуть при знижених температурах. Показано, що застосування розробленої композиції ЕПАКОНТ-Д дозволяє не тільки повністю відновити несучу здатність об'єкта, але й збільшити її в 2,4 рази. Створено комплекс автоматизації із програмним забезпеченням, що дозволяє заощадити час і витрати матеріалу в процесі ін'єктування. Запропоновано технологію виготовлення та нанесення багатофункціонального покриття «ВІАТРОН-5» для захисту бетону та залізобетону від агресивних середовищ, яке може забезпечувати ефективний захист бетонних поверхонь строком до 10 років.

7. Розроблено рекомендації та технічну документацію для виробництва та застосування епоксиполімерних композицій будівельного призначення, що

тверднуть у широкому температурно – вологісному інтервалі. Розроблені епоксидні композиції знайшли практичне застосування в якості герметизуючих мастик та захисних покриттів на підприємствах м. Харкова: «Харківкомуночиствод», ТОВ «ВІА-ТЕЛОС». Розроблені композиції увійшли в проект пропозицій для ТОВ «АКВАХІМ» та були використані під час відновлення цегельних стін Успенського собору методом ін'єктування. Розроблено автоматизовану систему керування процесом ін'єктування із програмним забезпеченням устаткування та технічну документацію на використання наповнених олігоепоксидних композицій.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні публікації:

1. Яковлева Р.А. Влияние поверхностно-активных веществ и дисперсных минеральных наполнителей на реологические характеристики эпоксидианового олигомера/ Р.А. Яковлева, Ю.М. Данченко, М.П. Качоманова [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2007. – № 43. – С. 100-106.

Особистий внесок: досліджено вплив деяких мінеральних наповнювачів на реологічні властивості епоксидних олігомерів. Визначено характер кривих плинності.

2. Яковлева Р.А. Восстановление кирпичной кладки методом инъецирования наполненной полимерной композицией низкотемпературного отверждения / Р.А. Яковлева, А.Е. Копейко, М.П. Качоманова [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2009. – № 51. – С. 337-341.

Особистий внесок: обґрунтовано оптимальний склад наповненої композиції для ін'єктування та приведено результати натурального експерименту по відновленню цегляної кладки методом ін'єктування в умовах холоду.

3. Яковлева Р.А. Композиційні матеріали для реставрації, відновлення і посилення будівельних конструкцій / Р.А. Яковлева, Т.О. Костюк, М.П. Качоманова [та інш.] // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – К., 2009. – № 34. – С. 84-89.

Особистий внесок: запропоновано нові захисні композиційні матеріали для бетону. Показано ефективність спільного використання захисної композиції проникної дії «ВІАТРОН» та композиційного матеріалу для покращення захисту споруд. Приведені дані щодо деформування цегляної кладки до та після відновлення.

4. Яковлева Р.А. Эффективные полимерные материалы низкотемпературного отверждения для восстановления кирпичных сооружений / Р.А. Яковлева, А.Е. Копейко, М.П. Качоманова [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2009. – № 55. – С. 58-62.

Особистий внесок: розроблено оптимальний склад наповненої композиції для ін'єктування, одержано результати дослідження кінетичних параметрів процесу структурування композиту. Приведено результати натурального експерименту відновлення цегляної кладки методом ін'єктування в умовах холоду, показано залежності « σ - ε » статичного деформування цегляної кладки до та після відновлен-

ня. Обґрунтовано ефективність використання наповненої епоксиполімерної композиції.

5. Яковлева Р.А. Прочность и деформативность кирпичной кладки усиленной методом инъектирования, при статическом и малоцикловом нагружении / Р.А. Яковлева, А.Е. Копейко, М.П. Качоманова [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2009. – №56. – С. 90-95.

Особистий внесок: досліджено деформаційно-міцнісні властивості цегляної кладки, відновленої з використанням полімерних композицій низькотемпературного твердіння у разі статичного та малоциклового навантаження. Встановлено специфіку роботи цегляної кладки в умовах малоциклового навантаження. Показано ефективність метода відновлення цегельної кладки.

6. Яковлева Р.А. Наполненные полимерные материалы для восстановления и реконструкции зданий и сооружений / Р.А. Яковлева, М.П. Качоманова, Р.А. Биков [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2010. – № 60. – С. 90-95.

Особистий внесок: досліджено експлуатаційні властивості наповнених полімерних композицій. Розглянуто питання одержання наповнених полімерних композитів широкого спектру дії з високими адгезійними властивостями до вологих поверхонь.

Апробаційного характеру:

7. Моделирование в компьютерном материаловедении: Материалы к 46-му междунар. семинару по моделированию и оптимизации композитов - МОК'46, 26-27 апр. 2007 г. – Одесса: Астропринт, 2007. – 232 с.

Особистий внесок: запропоновано програму на основі накопичувальних баз даних для подальшої обробки отриманих результатів у графічному та чисельному вигляді з визначенням оптимальних складів та моделей протікання процесів твердіння.

8. Дослідження механізму адсорбції ПАР на поверхні мінерального наповнювача: Збірка тез доповідей Міжнар. наук. конф. пам. Брика М. „Мембранні та сорбційні процеси і технології” 5-7 березня 2007 р. – К.: НаУКМА, 2007. – С. 81.

Особистий внесок: досліджено вплив ПАР на активні центри кислотостійкого наповнювача.

9. Влияние поверхностно-активных веществ и дисперсных минеральных наполнителей на реологические свойства эпоксидианового олигомера: Збірка тез доповідей учасників I Міжнар. (III Всеукраїн.) конф. студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 23-25 квіт. 2008 р. – Київ: «Політехніка», 2008. – С. 230.

Особистий внесок: показаний вплив ПАР та дисперсних мінеральних наповнювачів на реологічні властивості епоксидіанового олігомеру.

10. Бактеріцидні епоксиполімери для захисту від агресивних середовищ: Збірка тез доповідей учасників IV Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 22-24 квіт. 2009 р. – Дніпропетровськ, 2009. – С. 181.

Особистий внесок: показано результати досліджень впливу ПАР на фізико-механічні характеристики епоксиполімерів. Визначено оптимальний вміст ПАР та виявлено бактерицидний ефект при їх використанні.

Додаткові публікації:

11. Яковлева Р.А. Исследование влияния поверхностных свойств бентонита на процессы отверждения эпоксидных композиций / Р.А. Яковлева, Ю.В. Попов, М.П. Качоманова [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – М., 2007. – Т. XXI. – №6. – С. 40-43

Особистий внесок: визначено кількість та типи активних центрів на поверхні бентоніту та органобентоніту. Показано вплив активних центрів поверхні наповнювачів на початкову стадію процесу твердіння епоксиполімерів.

12. Исследование физических и физико-химических взаимодействий в наполненных эпоксидных смолах: Труды 5-й Московской Междунар. конф. «Теория и практика технологии производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов (ТПКММ)», 24-27 апр. 2007 г. – М.: Изд. «Знание», 2008. – С. 210-216.

Особистий внесок: запропоновано дослідження впливу ступеня наповнення епоксидного олігомера мінеральними наповнювачами як в присутності ПАР, так і без нього. Крім того, запропоновано закономірності взаємодії ПАР з наповнювачами, які значно впливають на зміну властивостей епоксидного олігомеру.

13. Многофункциональные композиционные материалы «ВИАТРОН»: Труды 6-й Московской Междунар. конф. «Теория и практика технологии производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов (ТПКММ)», 21-24 апр. 2009 г. – М.: «МАСКА», –2011. – Т. 1. – С. 337-341.

Особистий внесок: досліджено фізико-механічні властивості матеріалу «ВИАТРОН», міцнісні та хімічні властивості захищених наповненим епоксиполімером зразків з бетону та «ВИАТРОНу», зроблено висновки щодо поліпшення властивостей захисних покриттів та доцільності їх використання.

АНОТАЦІЯ

Качоманова М. П. Наповнені епоксиполімерні матеріали низькотемпературного твердіння з поліпшеними технологічними та експлуатаційними характеристиками. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - будівельні матеріали та вироби. Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків, 2012.

Дисертація присвячена розробці наповнених епоксиполімерних матеріалів з вітчизняної сировини, що твердіють при знижених температурах, з поліпшеними технологічними та експлуатаційними характеристиками для використання їх в якості будівельних матеріалів.

У дисертаційній роботі розглянуто основні напрямки розробки епоксиполімерів низькотемпературного твердіння та особливості модифікації полімерних композиційних матеріалів дисперсними мінеральними наповнювачами.

Вивчено кислотно-основні властивості поверхні деяких дисперсних мінеральних наповнювачів та проведено оцінку їх хімічного та мінерального складу.

Досліджено реологічні властивості олігомерної системи на основі ЕД-20, ПАР і дисперсних мінеральних наповнювачів. Досліджено вплив дисперсних мінеральних наповнювачів на кінетику процесу твердіння, структуру, термомеханічні та адгезійно-міцнісні властивості епоксиполімерів. Показано вплив дисперсних мінеральних наповнювачів на експлуатаційні властивості епоксиполімерів.

Розроблено склад наповнених полімерних композицій низькотемпературного твердіння для ін'єктування кам'яних конструкцій, а також для захисту бетонних поверхонь. Наведено експериментальні дані щодо методу оцінки ефективності та застосування наповнених епоксиполімерів як ін'єкційних складів. Проведено автоматизацію процесу ін'єктування. Наведено результати дослідження антикорозійних наповнених епоксиполімерних покриттів, що розроблені для захисту бетону та залізобетонних конструкцій.

Ключові слова: епоксидні олігомери, захисні покриття, ін'єктування, наповнені епоксиполімери низькотемпературного твердіння, композиційні матеріали для будівництва та реконструкції.

АННОТАЦИЯ

Качоманова М. П. Наполненные эпоксиполимерные материалы низкотемпературного отверждения с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. – Рукопись.

Диссертация на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков, 2012.

Диссертация посвящена разработке наполненных эпоксиполимерных материалов из отечественного сырья, отверждающихся при низких температурах, с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками и технологии их использования для усиления и восстановления строительных конструкций и кирпичной кладки.

В работе представлено новое решение научно-практической задачи – создание эффективных инъекционных эпоксидных составов для восстановления строительных конструкций, которые отверждаются при низких температурах, на основе модифицированного неионогенным ПАВ олигоэпоксиаминного связующего и дисперсных минеральных наполнителей. Выбор наполнителей обусловлен наличием на их поверхности кислотно-основных адсорбционных центров, которые влияют на реологические свойства, процессы отверждения и формирования структуры эпоксиполимерного композиционного материала.

Установлено, что в направлении уменьшения концентрации кислотных и основных центров адсорбции минеральные наполнители располагаются в

следующей последовательности: ОЖАН >ОЖАО > маршаллит > ГНМО > диабазовый порошок > органобентонит.

Установлено, что в присутствии наполнителей с высокой концентрацией активных центров (ОЖАН, маршаллит) композиции имеют псевдопластический характер текучести, а при введении наполнителей с низкой концентрацией поверхностных активных центров, таких как диабазовый порошок, ГНМО и органобентонит системы переходят в дилатантный и дальше в ньютоновский режим текучести при относительно низких значениях эффективной вязкости в широком диапазоне напряжений сдвига. Показано, что выявленные эффекты дилатансии для наполненных олигоэпоксидных систем имеют важное влияние на процесс твердения, формирование структуры и макроскопических свойств отверждающихся наполненных материалов.

Показано, что скорость отверждения эпоксиаминных композиций при 273 К увеличивается в присутствии диабазового порошка в 1,3 раза и ГНМО в 2,3 раза в сравнении с композицией, наполненной традиционным маршаллитом.

Установлено, что наполненные диабазовым порошком и ГНМО олигоэпоксидные системы, которые проявляют дилатантные свойства, имеют низкие значения эффективной вязкости, дают возможность получать эпоксиполимеры с однородной и плотной структурой. Они имеют повышенную водо- и химстойкость, износостойкость, а также высокий уровень адгезионно-прочностных свойств и низкую водопроницаемость.

Предложена технология усиления и восстановления строительных конструкций и кирпичной кладки с использованием разработанных композиций, отверждающихся при отрицательных температурах. Показано, что применение разработанной композиции ЭПАКОНТ-Д позволяет не только полностью восстановить несущую способность объекта, но увеличить ее в 2,4 раза. Создан комплекс автоматизации с программным обеспечением, который позволяет сэкономить время и затраты материалов в процессе инъектирования. Предложена технология изготовления и нанесения многофункционального покрытия «ВИАТРОН-5» для защиты бетона и железобетона от агрессивных сред, которое может обеспечивать эффективную защиту бетонных поверхностей сроком до 10 лет.

Разработаны рекомендации и техническая документация для производства и применения наполненных эпоксиполимерных композиций строительного назначения. Разработанные эпоксидные композиции нашли практическое применение в качестве герметизирующих мастик и защитных покрытий на предприятиях г. Харькова: «Харьковкомуночиствод», ООО «ВИА-ТЕЛОС», а также вошли в проект предложений для ООО «АКВАХИМ» и были использованы при восстановлении методом инъектирования кирпичных стен Успенского собора.

Ключевые слова: эпоксидные олигомеры, наполненные эпоксиполимеры низкотемпературного отверждения, защитные покрытия, инъектирование, композиционные материалы для строительства и реконструкции.

ABSTRACT

Kachomanova Maria P. Filled epoxy polymer materials by low-temperature hardening with improved technological and field-performance data. - Manuscript.

Thesis for Candidate of Technical Degree on the specialty 05.23.05 - building materials and products. Kharkiv National University of Engineering and Architecture, Kharkiv, 2012.

The dissertation is devoted to the elaboration of filled epoxy polymer materials made from domestic raw materials, which are hardening at negative temperatures, and due to improved technological and field-performance data can be used as building materials.

It is examined the main approaches of epoxy polymeric materials design by low temperature hardening, and peculiarities of its modification process using the disperse mineral fillers.

The acid-base properties of some mineral fillers and its chemical and phase composition have been studied,

It has been researched the rheological properties of oligomer composition based on ED-20, SAC and fine mineral fillers. It has been studied the influence of fine mineral fillers on structure, kinetics of hardening process, thermo mechanical and adherent properties of designed epoxy polymeric materials. It is shown the influence of fine mineral fillers on the service properties of epoxy polymeric materials.

It has been designed the phase composition of the filled polymeric compositions by low-temperature hardening for building construction recovery by injection method.

The all-round automation of injection process has been carried out.

Key word: epoxy polymeric materials, protective coatings, injection process, filled epoxy polymeric materials by low-temperature hardening, compositional materials for building and reconstruction.

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

**НАПОВНЕНІ ЕПОКСИПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ
НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТВЕРДІННЯ З ПОКРАЩЕНИМИ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Качоманова Марія Павлівна

.....
Підписано до друку _____.____.____ Формат паперу 60×84 1/16.

Обсяг 0,9 ум.-друк.арк. Папір офісний. Друк різнограф.

Наклад 100 прим. Зам. №
.....