

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ

КРАСНІЮК АНДРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ



УДК 627:691.175-404.5

**ВЛАСТИВОСТІ І ТЕХНОЛОГІЯ ПОЛІМЕРНИХ КАРБАМІДНИХ
РОЗЧИНІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД В ЗОНІ
ЗМІННОГО РІВНЯ ВОДИ**

Спеціальність 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2002

**НТБ
ДНУЗТ**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському державному технічному університеті залізничного транспорту (ДІТ) Міністерства транспорту України.

Науковий керівник: – кандидат технічних наук, професор **Пішінько Олександр Миколайович**, завідувач кафедру будівель та будівельних матеріалів, ректор, Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Офіційні опоненти:
доктор технічних наук, професор **Федоркін Сергій Іванович**, завідувач кафедру технологій будівельних конструкцій та будівельних матеріалів, Кримська академія природоохоронного і курортного будівництва Міністерства освіти і науки України;

кандидат технічних наук, доцент **Шишкін Олександр Олексійович**, завідувач кафедру виробництва будівельних виробів та конструкцій, Криворізький технічний університет Міністерства освіти і науки України.

Провідна установа:
Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури, кафедра фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів, Міністерство освіти і науки України, м. Харків.

Захист відбудеться "18" квітня 2002 р. о 13 годині на засіданні ізованої вченої ради Д 08.085.01 Придніпровської державної академії тва та архітектури за адресою: 49600, м. Дніпропетровськ, вул. ького, 24-а, ауд.202

тацією можна ознайомитись у бібліотеці Придніпровської демії будівництва та архітектури за адресою: 49600, м. вул. Чернишевського, 24-а
зісланий "05" березня 2002 р.



Баташева К.В.

НТБ
ДНУЗТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Міністерство транспорту України розпочало здійснення програм по відновленню і ремонту різних штучних транспортних споруд, що забезпечують проходження транспортних магістралей через водяні перешкоди. Виконання цієї програми повинно забезпечити рух транспортних потоків, незважаючи на вік і технічний стан транспортних споруд.

З часу зведення багатьох транспортних гідротехнічних споруд пройшли десятки років. За цей час під впливом різних руйнівних факторів більшість з них прийшли у незадовільний стан. Про це свідчать останні обстеження споруд.

Основна частина транспортних та гідротехнічних споруд, які експлуатуються, вимагає капітального ремонту. Особливо зазнали руйнування бетонні й залізобетонні штучні споруди та їхні окремі елементи, які експлуатуються в зоні змінного рівня води. Зона змінного рівня води розташована між рівнями високих і низьких вод.

Вплив природних та антропогенних агресивних факторів стає причиною зниження довговічності і несучої здатності штучних транспортних гідротехнічних споруд. Змінне зволоження та висихання, заморожування і відтавання, механічні впливи льодів, хімічні і біологічні впливи є основними причинами руйнування бетону в зоні змінного рівня води. Найбільш часто для відновлення поверхні бетону в зоні змінного рівня води застосовується метод торкретування.

Як показує досвід, використовувати традиційні цементні розчини для ремонту в зоні змінного рівня води не ефективно. Відремонтовані цементними розчинами конструкції через комплекс приведених вище впливів у цій зоні не довговічні. При цьому матеріал у зоні змінного рівня води повинний мати високі показники по міцності, стиранню, водонепроникності, морозостійкості, біостійкості, корозійній стійкості та забезпечувати високе зчеплення з поверхнею старого бетону. Ряд проведених досліджень показує, що всьому цьому комплексу вимог щонайкраще задовольняють полімеррозчини (фуранові, епоксидні, фенолоформальдегідні, поліефірні, карбамідні та ін.) .

Для застосування в різних регіонах України найбільший інтерес являють карбамідні смоли, тому що вони дешевше, малотоксичні (застосовуються в меблевій промисловості) і виробляються в Україні. При цьому по своїм фізико-механічним характеристикам не уступають іншим видам полімерів. Дотепер накопичений ряд даних по дослідженню властивостей і розробці рецептур різних карбамідних композитів. Однак, ці дослідження не висвітлюють питання ремонту і відновлення гідротехнічних споруд у зоні змінного рівня води, а також міцнісні й адгезійні властивості полімерних композицій при спільній їх роботі зі старим бетоном у відновлених гідротехнічних спорудах.

6127a

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконано відповідно з госпдоговірною темою № 0100U001375 “Розробка складів бетону, технології ремонту та відновлення підводних бетонних штучних споруд” (1999–2000 р.). Замовником є Укрзалізниця в особі Придніпровської залізниці. Автор є виконавцем робіт по розробці та дослідженню полімерних розчинів для ремонту транспортних споруд в зоні змінного рівня води.

Мета роботи і задачі дослідження. Метою роботи є розробка, дослідження й оптимізація карбамідних полімеррозчинів для відновлення цілісності бетонів транспортних споруд при ремонтно-відбудовних роботах в зоні змінного рівня води.

Для досягнення мети було поставлено та вирішено такі задачі:

- проведення аналізу процесів порушення цілісності бетону, а також розкрити закономірності структуроутворення карбамідних полімеррозчинів;
- виконання досліджень реологічних властивостей карбамідних полімеррозчинів та міцностних властивостей полімерного каменю;
- дослідження впливу складу карбамідного полімеррозчину на експлуатаційні властивості ремонтного шару;
- проведення досліджень адгезійних властивостей карбамідних полімеррозчинів до поверхні бетону;
- дослідження хімічної та біологічної стійкості карбамідних полімеррозчинів;
- розробка основних положень технології проведення ремонтно-відбудовних робіт способом торкретування в зоні змінного рівня води карбамідними полімеррозчинами.

Об'єкт дослідження: властивості і технологія карбамідних полімеррозчинів для ремонту транспортних бетонних споруд в зоні змінного рівня води.

Предмет дослідження: карбамідні полімеррозчини для відновлення цілісності бетонів транспортних споруд при ремонтно-відбудовних роботах в зоні змінного рівня води.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі було проведено експерименти наступними методами. Реологічні властивості карбамідних полімеррозчинів визначалися шляхом вивчення рухливості сумішей і термінів їх полімеризації. Дослідження міцностних характеристик полімерного каменю виконувалися шляхом іспитів його на стиск і вигин. Оптимізація складів виконувалась за допомогою математичного моделювання. Дослідження фізичних і експлуатаційних властивостей карбамідних полімеррозчинів виконувалась шляхом дослідження їх водопоглинення, водонепроникності, паропроникності та ізносостійкості. Деформативні

властивості карбамідних полімеррозчинів вивчалися шляхом визначення коефіцієнта лінійного температурного розширення і показника усадки полімеррозчинного каменю. Адгезійні властивості полімеррозчинів до поверхні бетону визначалися шляхом відриву полімеррозчину від поверхні бетону. Хімічна і біологічна стійкість карбамідних полімеррозчинів визначалася шляхом їх експозиції в розчинах сірчаної кислоти і їдкого натру, а також у воді прибережної зони ріки Дніпро.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- розроблено моделі, які відображають реологічні та міцнісні характеристики карбамідних полімерних розчинів і дозволяють їх оптимізацію;
- встановлено, що за рахунок суттєвого впливу співвідношення затверджувача та наповнювача можливе керування властивостями полімеррозчинів на стадії готування та експлуатації, такими як водопоглинання, водонепроникність та міцність;
- визначено особливості формування контактної зони “бетонна поверхня–карбамідний полімеррозчин”, які полягають у зміцненні міжфазного шару за рахунок оптимального наповнення системи, що призводить до зростання міцності зчеплення ремонтного шару з бетонною поверхнею споруди;
- встановлено, що підвищення стійкості карбамідних полімеррозчинів в агресивному середовищі забезпечується утворенням тонкоплівкової структури полімеру з рівномірно розташованими частками мікронаповнювача;
- встановлено закономірності формування деформативних властивостей карбамідних полімеррозчинів сумісних з показниками бетону споруди, яка ремонтується, що досягається керуванням процесом структуроутворення полімерного розчину.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено склади карбамідних полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15 для відновлення і захисту бетону транспортних споруд в зоні змішного рівня води.

Розроблено основи технології нанесення карбамідних полімеррозчинів на поверхню бетону способом торкретування.

Доведено економічну ефективність застосування карбамідних полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15 для відновлення і захисту бетону транспортних споруд в зоні змінного рівня води.

Результати практичних розробок знайшли застосування при відновленні та захисті аварійних ділянок водоводу Дніпро – Західний Донбас в зоні змінного рівня води.

Особистий внесок здобувача полягає в наступному. Проведено аналіз процесів порушення цілісності бетону і матеріалів для його відновлення, а також розкриті закономірності структуроутворення полімеррозчинів. Оптимізовано реологічні та міцнісні властивості карбамідних

полімеррозчинів. Встановлено фізичні, експлуатаційні та деформативні властивості карбамідних полімеррозчинів, які прийнято для ремонту транспортних споруд в зоні змінного рівня води. Досліджено зміни міцностних і адгезійних характеристик полімеррозчинів при різних умовах експлуатації, а також їх хімічну і біологічну стійкість. Рекомендовано рецептури полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15 для відновлення бетону в зоні змінного рівня води і розроблені основні положення технології проведення ремонтно-відбудовних робіт способом торкретування.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати роботи доповідалися на науково-практичному семінарі “Добавки в бетон. Система “Релаксол” (м. Запоріжжя, 1999 р.), на науково-практичному семінарі “Енергосберегающие технологии цементов и бетонов” (м. Київ, 2000 р.), на науково-технічному семінарі “Армування ґрунту при будівництві, реконструкції, захисту будівель та споруд” (м. Вінниця, 2001 р.), на наукових семінарах кафедри будівель і будівельних матеріалів ДПТ (м. Дніпропетровськ, 1999–2001 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 5 наукових виданнях, що затверджені переліком ВАК України [1–5].

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел й одного додатка. Робота викладена на 159 сторінках, в тому числі 114 основного тексту, 53 рисунків, 18 таблиць, 139 найменувань використаних джерел та один додаток.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі наведено аналіз причинно-наслідкових зв'язків у процесі порушення цільності бетону. З проведеного аналізу випливає, що довговічність гідротехнічних споруд із бетону знаходиться в залежності від ряду факторів, характер яких обумовлений, з одного боку, технічною якістю проектних рішень будівельного виробництва, з іншого боку, звичайним чи передчасним руйнуванням, а також зниженням несучої здатності матеріалів, пов'язаним із порушенням нормальних умов експлуатації та появою екстремальних силових впливів. Таким чином, пошкодження в зоні змінного рівня води транспортних споруд, пов'язано з порушенням його цільності і є найбільш розповсюдженими і одночасно найбільш небезпечними, а також важко усуваються.

Для ліквідації пошкоджень, пов'язаних із порушенням цільності бетону, вимагаються, як спеціальні заходи, так і використання матеріалів, що мають необхідні властивості.

В результаті виконаного аналітичного огляду матеріалів, які

використовують в будівельній практиці для відновлення цілісності бетону гідротехнічних споруд в зоні змінного рівня води, встановлено, що використовувати традиційні цементні розчини для торкретування в цій зоні є малоефективним. Відремонтовані цементними розчинами конструкції через комплекс експлуатаційних впливів у цій зоні не довговічні. Матеріали для ремонту в зоні змінного рівня води повинні мати високі показники по міцності, здатності до стирання, водонепроникності, морозостійкості, біостійкості, корозійної стійкості та забезпечувати високий ступень зчеплення з поверхнею старого бетону. Проведені дослідження показують, що всьому комплексу вимог щонайкраще задовольняють полімеррозчини (фуранові, епоксидні, фенолоформальдегідні, поліефірні, карбамідні та ін.).

Попередні експерименти показали, що найбільш ефективним для вирішення проблеми є використання в практиці ремонтно-відбудовних робіт полімеррозчинів на основі карбамідних смол, тому що вони є малотоксичними, дешевими і полімеррозчини на їх основі мають необхідні фізико-механічні властивості для експлуатації в зоні змінного рівня води.

Виконаний аналіз встановлених закономірностей структуроутворення полімеррозчинів. Показано, що проектування оптимальних складів композитів на основі поліструктурної теорії включає дві стадії: оптимізація мікроструктури й оптимізація макроструктури. З цих позицій визначено основні напрямки оптимізації карбамідних полімеррозчинів: по рухливості, термінам полімеризації, міцності, морозостійкості, деформативності, хімічної стійкості та ін.

На підставі цього сформульована робоча гіпотеза дисертаційної роботи, що полягає в наступному. Відновлення несучої здатності конструкцій транспортних споруд і їхній захист у зоні змінного рівня води може забезпечуватися шляхом застосування полімеррозчинів на основі карбамідних смол за рахунок їх високих адгезійних властивостей до бетону, високої морозостійкості та хімічної стійкості, низького водопоглинання при власній деформативності близької до деформативності бетону, при цьому необхідно враховувати вибір матеріалів, оптимізацію складів і спеціальну технологію нанесення полімеррозчинів.

В другому розділі наведено основні характеристики матеріалів, що використовувались у дослідженнях. Використовувались стандартні методи досліджень основних властивостей полімеррозчинів, а також спеціально розроблені методики визначення рухливості полімеррозчинних сумішей термінів їх полімеризації. Обрано метод математичної оптимізації полімеррозчинів.

У третьому розділі виконано вибір факторів, які варіюються, та інтервалів варіювання, які наведено у табл. 1 і 2. Для проведення досліджень обрані

наступні компоненти. Карбамідна смола марки КФ–МТ–15 (Рубежанський хімічний завод), затверджувачи – шавлева кислота ($C_2H_2O_4$) та хлорне залізо ($FeCl_3$), наповнювач – пил газоочистки виробництва феросиліція (ПГВФ) (Стахановський завод виробництва феросплавів).

Таблиця 1

Фактори першого планованого експерименту, які варіюються

Рівні	Смола КФ–МТ–15, кг/м ³	Затверджувач $C_2H_2O_4$, кг/м ³	ПГВФ, кг/м ³
-1	500	35	0
0	600	70	75
+1	700	105	150

Таблиця 2

Фактори другого планованого експерименту, які варіюються

Рівні	Смола КФ–МТ–15, кг/м ³	Затверджувач $FeCl_3$, кг/м ³	ПГВФ, кг/м ³
-1	400	40	0
0	500	80	75
+1	600	120	150

Згідно з цими планами досліджувалася рухливість полімеррозчинної суміші, терміни її полімеризації, міцність на стиск і вигин полімеррозчинного каменю та обиралися оптимальні складі.

В результаті проведених експериментів було отримано моделі, що відображають реологічні та міцнісні властивості карбамідних полімеррозчинів.

Для першого планованого експерименту: Π_1 – рухливість полімеррозчинної суміші, мм; t_1 – час полімеризації полімеррозчинної суміші, хв; Y_{11} – міцність на стиск зразків у віці 2 доби – водного твердіння (тобто опущені у воду відразу після кінця полімеризації); Y_{12} – міцність на стиск зразків у віці 28 діб – водного твердіння; Y_{13} – міцність на вигин зразків у віці 2 доби – водного твердіння; Y_{14} – міцність на вигин зразків у віці 28 діб – водного твердіння; Y_{15} – міцність на стиск зразків у віці 2 доби – твердіння на суші (18...20°C, вологість 60...70%); Y_{16} – міцність на стиск зразків у віці 28 діб – твердіння на суші; Y_{17} – міцність на вигин зразків у віці 2 доби – твердіння на суші.

Для другого планованого експерименту: P_2 – рухливість полімеррозчинної суміші, мм; t_2 – час полімеризації полімеррозчинної суміші, хв; Y_{21} – міцність на стиск зразків у віці 2 доби – водного твердіння; Y_{22} – міцність на стиск зразків у віці 28 діб – водного твердіння; Y_{23} – міцність на вигин зразків у віці 2 доби – водного твердіння; Y_{24} – міцність на вигин зразків у віці 28 діб – водного твердіння; Y_{25} – міцність на стиск зразків у віці 2 доби – твердіння на суші (18...20°C, вологість 60...70%); Y_{26} – міцність на стиск зразків у віці 28 діб – твердіння на суші; Y_{27} – міцність на вигин зразків у віці 2 доби – твердіння на суші.

Нижче наведено моделі, що відображають реологічні та міцнісні характеристики полімеррозчинів.

Моделі першого планованого експерименту:

$$P_1 = 258,93 + 27,9 \cdot X_1 + 18,5 \cdot X_2 - 0,4 \cdot X_3 + 0,76 \cdot X_1^2 - 6,44 \cdot X_2^2 - 8,54 \cdot X_3^2 - 1,6 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1,6 \cdot X_1 \cdot X_3 - 1 \cdot X_2 \cdot X_3 - 1,2 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$t_1 = 19,51 + 13,9 \cdot X_1 - 46,7 \cdot X_2 + 0,7 \cdot X_3 + 5,255 \cdot X_1^2 + 28,65 \cdot X_2^2 + 1,06 \cdot X_3^2 - 12,5 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,5 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,3 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,7 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{11} = 35,97 + 2,99 \cdot X_1 + 7,41 \cdot X_2 - 2,63 \cdot X_3 - 5,12 \cdot X_1^2 - 10,78 \cdot X_2^2 - 3,63 \cdot X_3^2 + 0,09 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1 \cdot X_1 \cdot X_3 + 3,57 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,33 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{12} = 40,26 + 3,94 \cdot X_1 + 3,3 \cdot X_2 - 1,9 \cdot X_3 - 5,28 \cdot X_1^2 - 8,02 \cdot X_2^2 - 4,5 \cdot X_3^2 - 0,66 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,48 \cdot X_1 \cdot X_3 + 2,58 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,51 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{13} = 12,96 + 1,3 \cdot X_1 + 3,01 \cdot X_2 - 0,76 \cdot X_3 - 2,28 \cdot X_1^2 - 3,67 \cdot X_2^2 - 1,67 \cdot X_3^2 + 0,6 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,42 \cdot X_1 \cdot X_3 + 1,13 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,05 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{14} = 11,85 + 2,2 \cdot X_1 + 1,48 \cdot X_2 - 0,15 \cdot X_3 - 0,85 \cdot X_1^2 - 1,6 \cdot X_2^2 - 0,29 \cdot X_3^2 + 0,25 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,27 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,94 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,03 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{15} = 38,76 + 3,24 \cdot X_1 + 6,11 \cdot X_2 - 2,23 \cdot X_3 - 4,95 \cdot X_1^2 - 10,84 \cdot X_2^2 - 3,78 \cdot X_3^2 + 0,48 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1,76 \cdot X_1 \cdot X_3 + 3,22 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,06 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{16} = 42,98 + 3,2 \cdot X_1 - 0,77 \cdot X_2 - 0,4 \cdot X_3 - 1,43 \cdot X_1^2 - 2,05 \cdot X_2^2 - 1,91 \cdot X_3^2 - 0,08 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,62 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,2 \cdot X_2 \cdot X_3 + 1,74 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_{17} = 14,25 + 1,87 \cdot X_1 + 2,35 \cdot X_2 - 0,96 \cdot X_3 - 2,84 \cdot X_1^2 - 4,44 \cdot X_2^2 - 1,57 \cdot X_3^2 + 0,48 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,87 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,47 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,04 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Моделі другого планованого експерименту:

$$P_2 = 235,29 + 29,7 \cdot X_1 + 10,9 \cdot X_2 + 0,4 \cdot X_3 + 2,71 \cdot X_1^2 - 9,29 \cdot X_2^2 - 7,19 \cdot X_3^2 + \\ + 2,2 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,2 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,2 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,6 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$t_2 = 19,836 + 16,1 \cdot X_1 - 24,7 \cdot X_2 + 0,9 \cdot X_3 + 1,98 \cdot X_1^2 + 15,78 \cdot X_2^2 + 4,38 \cdot X_3^2 - \\ - 10,3 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,5 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,3 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,7 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{21} = 25,78 + 3,25 \cdot X_1 - 3,2 \cdot X_2 + 0,52 \cdot X_3 + 0,04 \cdot X_1^2 - 1,76 \cdot X_2^2 + 1,52 \cdot X_3^2 + 0,32 \cdot X_1 \cdot X_2 + \\ + 0,14 \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,36 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,52 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{22} = 28,06 + 2,06 \cdot X_1 - 3,17 \cdot X_2 + 0,21 \cdot X_3 + 1,52 \cdot X_1^2 + 0,47 \cdot X_2^2 + 1,81 \cdot X_3^2 - \\ - 0,51 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,33 \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,21 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,85 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{23} = 9,75 + 1,5 \cdot X_1 - 0,51 \cdot X_2 + 0,32 \cdot X_3 - 0,99 \cdot X_1^2 - 1,07 \cdot X_2^2 - 0,5 \cdot X_3^2 - 0,2 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\ - 0,15 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,4 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,21 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{24} = 9,82 + 1,01 \cdot X_1 - 0,8 \cdot X_2 + 0,33 \cdot X_3 - 0,15 \cdot X_1^2 - 0,25 \cdot X_2^2 - 0,25 \cdot X_3^2 + 0,06 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\ - 0,18 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,16 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,12 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{25} = 27,55 + 1,94 \cdot X_1 - 1,64 \cdot X_2 + 0,04 \cdot X_3 + 0,35 \cdot X_1^2 - 0,36 \cdot X_2^2 + 1,01 \cdot X_3^2 + \\ + 0,34 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,25 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,96 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,18 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_{26} = 31,14 + 2,41 \cdot X_1 - 1,78 \cdot X_2 + 0,84 \cdot X_3 + 0,51 \cdot X_1^2 - 0,35 \cdot X_2^2 + 2,72 \cdot X_3^2 + \\ + 0,22 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,06 \cdot X_1 \cdot X_3 - 2,48 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,54 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

$$Y_2 = 9,8 + 1,52 \cdot X_1 - 0,66 \cdot X_2 + 0,39 \cdot X_3 - 0,09 \cdot X_1^2 - 0,67 \cdot X_2^2 + 0,78 \cdot X_3^2 + 0,13 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\ - 0,13 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,58 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,16 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

де Y – показник міцності полімеррозчинного каменю, МПа;

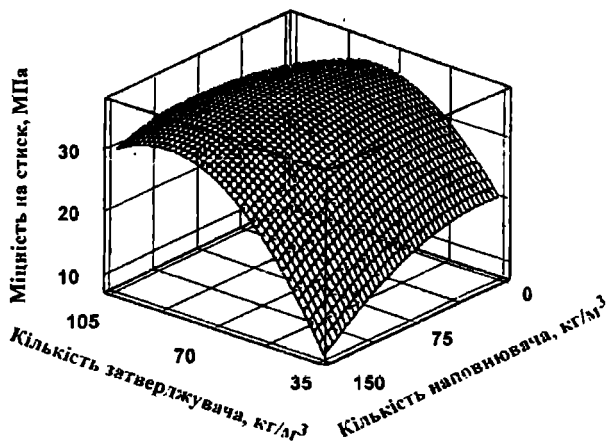
X_1 – кількість смоли в умовних одиницях (задається в межах від -1 до $+1$, включно);

X_2 – кількість затверджувача в умовних одиницях (задається в межах від -1 до $+1$, включно);

X_3 – кількість затверджувача в умовних одиницях (задається в межах від -1 до $+1$, включно).

За отриманими моделями було побудовано графічні залежності (наприклад рис.1) та за ними проведено вибір оптимальних складів.

а)



б)

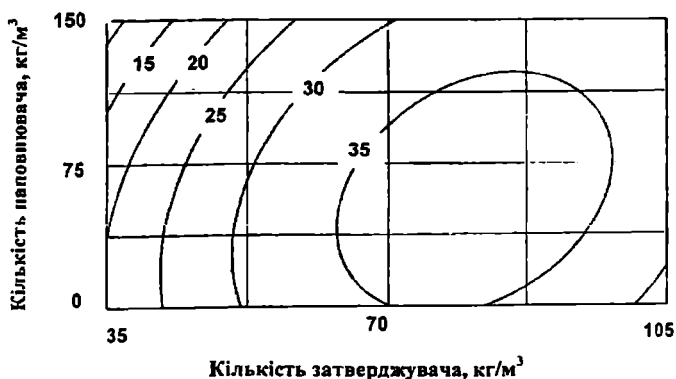


Рис. 1. Вплив кількості затверджувача ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) і наповнювача на міцність при стиску полімеррозчинного каменю у віці 2 доби – водного твердіння, при постійній кількості смоли, яка дорівнює 600 кг/м^3 :

- а – просторова форма графіку;
- б – графік у вигляді ізоліній.

Порівняння експериментальних даних з даними ізоліній рухливості, термінів полімеризації і міцності, побудованих за моделями показали, що їхнє відхилення знаходиться в межах 4...7%. Це свідчить про достатню адекватність отриманих моделей.

Дослідження реологічних властивостей карбамідних полімеррозчинів дозволили встановити, що для торкретування найбільш зручно застосовувати

полімеррозчинні суміші з рухливістю еквівалентної 200...250 мм розпливу суміші на стандартному струшуючому столі і термінами початку полімеризації більш 25 хв.

На підставі проведеного аналізу експериментальних даних встановлено, що характеристики міцності полімеррозчинного каменю на основі карбамідної смоли залежать від виду і змісту затверджувача, наповнювача, кількості смоли, змісту води в розчині й умов його експлуатації. В результаті обрано оптимальні склади за показниками міцності композитів, при цьому враховувалися реологічні характеристики сумішей й економічна та технологічна ефективність складів, що наведено в табл.3.

Таблиця 3

І граничні значення складових і властивостей полімеррозчинів на основі карбамідної смоли КФ–МТ–15

Найменування показника	Показники 1 планованого експерименту	Показники 2 планованого експерименту
Кількість смоли КФ–МТ–15, кг/м ³	500...584	454...543
Кількість затверджувача, кг/м ³	35...54	40...64
Кількість наповнювача – ПГВФ, кг/м ³	61...117	59...150
Кількість піску, кг/м ³	останнє	останнє
Рухливість, мм	223...245	208...236
Початок полімеризації, хв	34...95	21...67
Міцність на стиск у віці 2-ї доби при твердінні у воді, МПа	18...33	21...28
Міцність на вигін у віці 2-ї доби при твердінні у воді, МПа	6...12	7...10
Міцність на стиск у віці 2-ї доби при твердінні в сухих умовах, МПа	24...36	25...32
Міцність на вигін у віці 2-ї доби при твердінні в сухих умовах, МПа	8...16	9...13
Міцність на стиск у віці 28 діб при твердінні у воді, МПа	29...40	27...35
Міцність на стиск у віці 28 діб при твердінні в сухих умовах, МПа	36...46	29...40

У четвертому розділі досліджено фізичні й експлуатаційні властивості карбамідних полімеррозчинів для відновлення бетону в зоні змінного рівня води, які були оптимізовані в третьому розділі. Важливою характеристикою

полімерного каменю є його водонепроникність. На рис. 2 наведено залежність водонепроникності розчинів від кількості циклів змінного зволоження та висушування.

Отримані експериментальні дані підтверджують те, що велике значення для підвищення непроникності карбамідного полімеррозчинного каменю мають його однорідність і збереження цілності матеріалу в процесі його твердіння й експлуатації. Однак при відхиленні від рецептури і технології укладання карбамідного полімеррозчину можлива поява мікротріщин внаслідок наявності усадочних деформацій, у результаті чого при змінному зволоженні і заморожуванні, впливу підвищених температур, чи від дії інших факторів може істотно знизитися непроникність та стійкість до стирання карбамідних полімеррозчинів. Тому дуже важливо дотримуватися всіх рекомендацій розроблених технологами для конкретних відбудовних робіт транспортних споруд в зоні змінного рівня води.

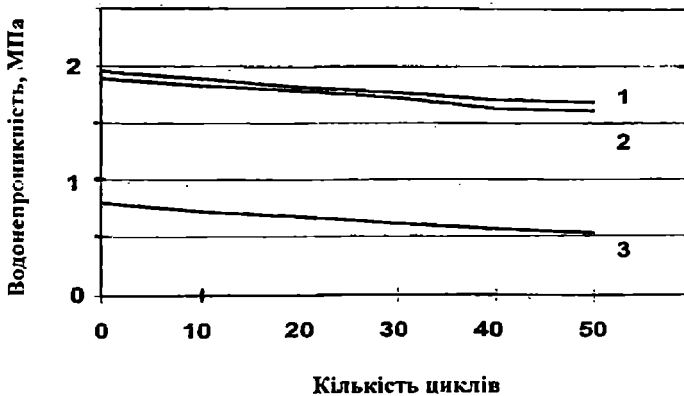


Рис. 2. Зміна водонепроникності розчинів від кількості циклів змінного зволоження і висушування:

- 1 – карбамідний полімеррозчин, затверджувач – шавлева кислота, наповнювач – ПГВФ;
- 2 – карбамідний полімеррозчин, затверджувач – хлорне залізо, наповнитель – ПГВФ;
- 3 – цементний розчин ($C/P=1:3$, $B/C=0,5$).

Виконано дослідження деформативних властивостей полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15. Встановлено, що введення мікронаповнювачів і дрібних заповнювачів дозволяє знизити величину усадки та коефіцієнта

термічного розширення карбамідних полімеррозчинів до рівня значень основного матеріалу зони змінного рівня води – бетону.

Проведено дослідження зміни характеристик міцності карбамідних полімеррозчинів при різних умовах експлуатації (повітряно-сухі умови, водяні умови, змінне заморожування і відтавання). На рис. 3 наведено залежність міцності на стиск карбамідних полімеррозчинів від часу твердіння у воді. Характерно, що найбільші показники по міцності мають полімеррозчини, в яких затверджувачем була щавлева кислота, а кількість наповнювача (ІПГВФ) було близько 90 кг/м^3 . Така ж закономірність спостерігалася при інших випробуваннях.

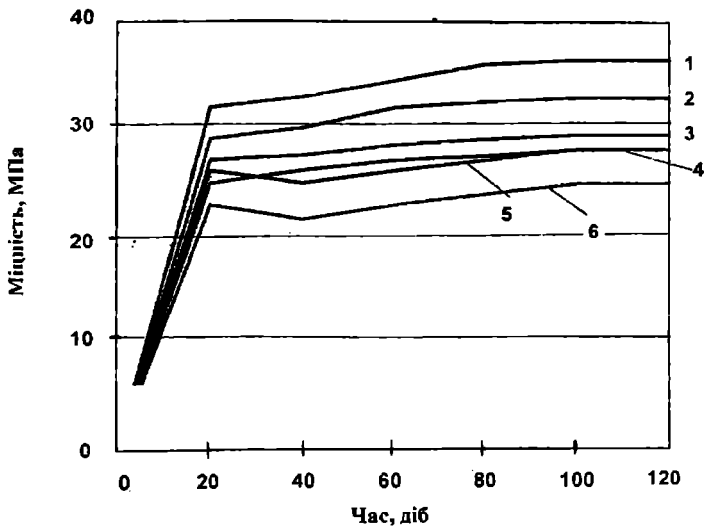


Рис. 3. Залежність міцності на стиск карбамідних полімеррозчинів від часу твердіння у воді:

- 1 – затверджувач – щавлева кислота, наповнювач – 90 кг/м^3 ;
- 2 – затверджувач – хлорне залізо, наповнювач – 90 кг/м^3 ;
- 3 – затверджувач – щавлева кислота, наповнювач – 140 кг/м^3 ;
- 4 – затверджувач – хлорне залізо, наповнювач – 140 кг/м^3 ;
- 5 – затверджувач – щавлева кислота, без наповнювача;
- 6 – затверджувач – хлорне залізо, без наповнювача.

За результатами досліджень зроблено висновок про збереження характеристик міцності карбамідних полімеррозчинів в зоні змінного рівня

води.

Вивчено адгезійні властивості карбамідних полімеррозчинів до поверхні бетону при різних умовах експлуатації (повітряно-сухі умови, водяні умови, змінне заморожування і відтавання). На рис. 4. наведено залежність адгезійної міцності карбамідних полімеррозчинів від часу перебування у воді.

Характерно, що найбільші показники адгезійної міцності до поверхні бетону, як при дослідженнях характеристик міцності, мають полімеррозчини, в яких у якості затверджувача застосовувалася шавлева кислота, а кількість наповнювача (ПГВФ) було близько 90 кг/м^3 .

Проведені експерименти показують, що розроблені полімеррозчини на основі смоли КФ-МГ-15 є надійними адгезивами для відбудовних і захисних робіт в зоні змінного рівня води.

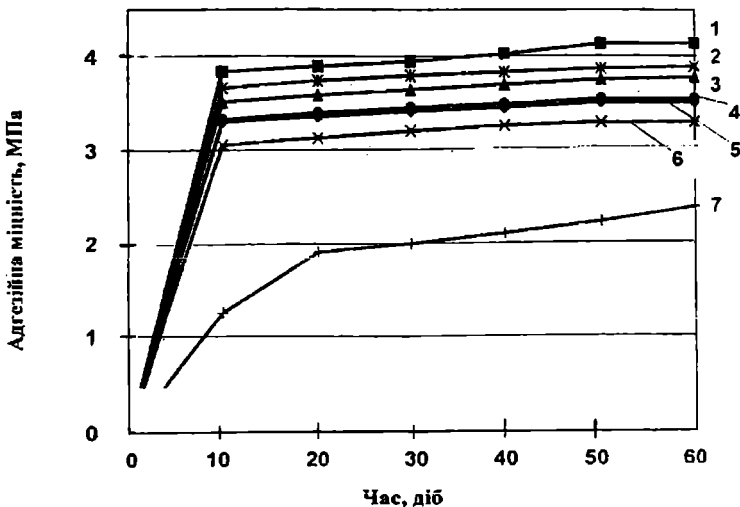


Рис. 4. Залежність адгезійної міцності карбамідних полімеррозчинів від часу перебування у воді:

- 1 – затверджувач – шавлева кислота, наповнювач (ПГВФ) – 90 кг/м^3 ;
- 2 – затверджувач – хлорне залізо, наповнювач (ПГВФ) – 90 кг/м^3 ;
- 3 – затверджувач – шавлева кислота, наповнювач (ПГВФ) – 140 кг/м^3 ;
- 4 – затверджувач – хлорне залізо, наповнювач (ПГВФ) – 140 кг/м^3 ;
- 5 – затверджувач – шавлева кислота, без наповнювача;
- 6 – затверджувач – хлорне залізо, без наповнювача;
- 7 – цементний розчин (Ц:П=1:3, В/Ц=0,47, цемент -М500).

Виконано дослідження хімічної і біологічної стійкості карбамідних полімеррозчинів. Встановлено, що розроблені полімеррозчини можна кваліфікувати як матеріал, що відрізняється хімічною стійкістю до 10% розчинів лугів і кислот, біологічною стійкістю та є прийнятним для використання в якості захисного шару транспортних споруд в зоні змінного рівня води.

В п'ятому розділі наведено оптимальні рецептури полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15 для відновлення бетону в зоні змінного рівня води (див. табл. 4) та їх середні фізико-механічні показники (див. табл. 5).

Таблиця 4

Рецептури розроблених карбамідних полімеррозчинів для відновлення бетонних поверхонь транспортних споруд в зоні змінного рівня води

Зміст рецептурних компонентів полімеррозчинної суміші, кг/м ³				
смола КФ–МТ–15	затверджувач (C ₂ H ₂ O ₄)	затверджувач (FeCl ₃)	наповнювач ПГВФ	пісок
513	38	–	77	1387
525	42	–	85	1341
542	45	–	90	1296
566	49	–	92	1230
581	53	–	95	1185
475	–	42	71	1464
488	–	48	76	1414
504	–	54	81	1358
526	–	59	89	1289
541	–	63	97	1237

Для забезпечення високої якості карбамідних полімеррозчинів та ремонтного шару на їх основі розроблена і перевірена в дослідно-виробничому впровадженні наступна технологічна схема готування суміші.

Показано, що на першому етапі при температурі не нижче 18 °С виконується інтенсивне перемішування смоли з наповнювачем, з метою забезпечення покриття смолою його часток. Перемішування здійснюється бетономішалками примусової дії протягом 8...10 хв. Після цього додається

затверджувач, суміш перемішується 1...2 хвилини, потім додається заповнювач (пісок) і перемішується до однорідної маси. Перед кожною технологічною перервою в готуванні полімеррозчину рекомендується робити промивання бетономішалки водою з додаванням піску. Якість промивання визначається візуально.

Таблиця 5

Середні фізико-механічні показники розроблених
полімерних розчинів

Найменування показника	Полімеррозчини з отверджувачем— FeCl_3	Полімеррозчини з отверджувачем— $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
Міцність на стиск, МПа	28...37	36...43
Міцність на вигін, МПа	9...14	12...19
Модуль пружності при стисканні, $\text{МПа} \cdot 10^3$	11...17	14...19
Водопоглинання, %	0,7...1,5	0,4...0,9
Водонепроникність, МПа	1,4...1,7	1,6...1,9
Стійкість до стирання, г/см^2	0,017...0,019	0,014...0,016
Коефіцієнт термічного розширення, $\alpha_t \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	8...14	6...10
Відносна усадка ϵ , мм/м	0,4...0,9	0,3...0,6
Адгезійна міцність до поверхні бетону, МПа	3,3...4,4	4,1...5,3
Морозостійкість, циклів	300...350	350...400

Розроблено основні положення технології проведення ремонтно-відбудовних робіт методом торкретування в зоні змінного рівня води карбамідними полімеррозчинами на основі смоли КФ—МТ—15. Важливо, щоб усі роботи з торкретування поверхні бетону в зоні змінного рівня води проводилися в період низького рівня води, якщо нема можливості виконати водозниження на ділянці ремонту. У цьому зв'язку найбільш прийнятний для проведення ремонтних робіт, є липень—серпень місяці. Нижче наведені основні особливості технології.

Поверхня споруди перед нанесенням торкретного шару вимагає спеціальної підготовки. Необхідно очистити її від бруду, пилу, плям мазуту та

інших масляних плям (масляні плями вирубують до чистої кладки).

Оброблена поверхня перед нанесенням торкрету продувається стисненим повітрям і обробляється 3% розчином щавлевої кислоти для нейтралізації лужного середовища на поверхні бетону з метою збільшення адгезії карбамідного полімеррозчину до поверхні старого бетону.

Торкретування треба проводити при температурі масиву конструкції і повітря не нижче 18°C. Перед нанесенням торкрету перевіряється стан підготовленої до торкретування поверхні споруди.

Для проведення робіт з торкретування розроблено спеціальний торкрет-пристрій, схема якого наведена на рис. 5. Пристрій містить в собі: живильник (1), компресорну станцію (2), трубопровід (3) та розчинозмішувач (4).

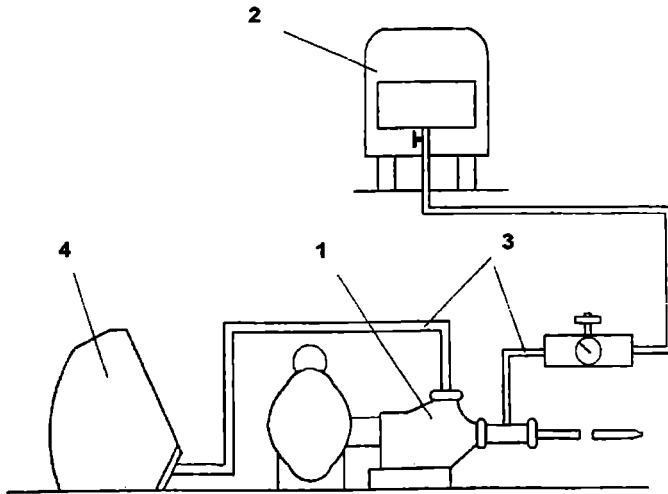


Рис. 5. Схема торкрет-пристрою:

- 1 – живильник;
- 2 – компресорна станція;
- 3 – трубопровід;
- 4 – розчинозмішувач.

Живильник, призначений для рівномірного зашлюзування суміші в трубопровід, являє собою плунжерний розчинонасос, який виробляється серійно. Компресорна станція передбачена для постачання установки стисненим повітрям, за допомогою якого прискорюється транспортування

суміші по трубопроводу, після чого в зваженому стані вона наноситься на бетонну поверхню.

Принцип дії пристрою такий. Суміш подається в бункер живильника. Під дією плунжера і плоскої гумової діафрагми суміш, проходячи через усмоктувальний і нагнітальний кульові клапани, надходить у змішувальну камеру, куди від компресора подається також стиснене повітря. У змішувальній камері відбувається перемішування суміші зі стисненим повітрям, після чого вона різко знижує свою в'язкість і легко транспортується по трубопроводу з нанесенням на споруду, яка ремонтується.

Розроблена технологія дозволяє виконувати ремонт бетонних конструкцій полімеррозчинами якісно та в короткі терміни, а також забезпечити тривалу і надійну експлуатацію відновлених конструкцій.

У липні 2001 року було впроваджено полімеррозчини на основі смоли КФ-МТ-15 для відновлення і захисту 68 м² аварійних ділянок бетону водовода Дніпро – Західний Донбас в зоні змінного рівня води. Фактичний економічний ефект від впровадження склав 189,04 грн, а очікуваний економічний ефект – близько 6 тис. грн.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі викладені результати науково обґрунтованих досліджень, спрямованих на вирішення актуальної проблеми відновлення цілісності бетонів транспортних споруд при ремонтно-відбудовних роботах в зоні змінного рівня води.

1. В результаті проведеного аналізу процесів порушення цілісності бетону, а також розкриття закономірностей структуроутворення карбамідних полімеррозчинів було встановлене наступне. Ушкодження конструкцій транспортних споруд пов'язано з порушенням цілісності бетону, вони є найбільш розповсюдженими і, одночасно, найбільш небезпечними дефектами, які важко ремонтувати. Перспективним для усунення руйнувань є використання в практиці ремонтно-відбудовних робіт полімеррозчинів на основі карбамідних смол. З позицій сучасної теорії структуроутворення полімерних композицій визначені основні напрямки оптимізації карбамідних полімеррозчинів за рухливістю, термінами полімеризації, міцністю, морозостійкістю, деформативністю, хімічною стійкістю та ін.

2. Досліджено реологічні властивості полімеррозчинів на основі карбамідної смоли КФ-МТ-15 та властивості міцності полімерного каменю. Встановлено, що для проведення ремонтних робіт необхідно застосовувати

полімеррозчинні суміші з рухливістю еквівалентною 200...250 мм розпливу суміші на стандартному струшуючому столі і термінами початку полімеризації більш 25 хв., а характеристики міцності полімеррозчинного каменю на основі карбамідної смоли КФ–МТ–15 залежать від виду і змісту затверджувача, кількості смоли і наповнювача (ПГВФ), кількості води в одиниці об'єму розчину й умов його експлуатації. На підставі проведеного аналізу результатів експериментів обрані оптимальні склади за реологічними і міцностним показниками полімеррозчинів

4. В результаті досліджень впливу складу карбамідного полімеррозчину на експлуатаційні властивості ремонтного шару в зоні змінного рівня води встановлено, що розроблені полімеррозчини відрізняються низьким водопоглиненням 0,9...1,5%, високою водонепроникністю 1,8...2,2 МПа і є стійкими до стирання матеріалами. Також встановлено, що введення мікронаповнювача і дрібнозернистого заповнювача дозволяє знизити значення усадки і коефіцієнта термічного розширення карбамідних полімеррозчинів до рівня значень бетону, який ремонтується.

5. Визначено адгезійні властивості карбамідних полімеррозчинів до поверхні бетону при різних умовах експлуатації. Показано, що їх адгезійна міцність в 2...2,5 рази вище, ніж у цементних розчинів.

6. У результаті досліджень хімічної і біологічної стійкості карбамідних полімеррозчинів встановлено, що розроблені розчини на основі смоли КФ–МТ–15 можна кваліфікувати як матеріал, що відрізняється хімічною стійкістю до слабких (до 10%) розчинів лугів і кислот ($K_{\text{ср}}=0,77...0,8$), біологічною стійкістю, що є прийнятним для використання його в якості захисного шару транспортних споруд в зоні змінного рівня води.

7. Розроблено основні положення технології проведення ремонтно-відбудовних робіт способом торкретування в зоні змінного рівня води.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ

1. Заяць Ю.Л., Макаров Б.С., Сущенко В.В., Краснюк А.В. Використання полімерних матеріалів для ремонту бетону в зоні змінного рівня води // Автомобильные дороги и дорожное строительство. – Киев: УГУ. – 2000. – № 59, – С. 59–61. (Автором розроблені склади полімерних розчинів для ремонту бетону в зоні змінного рівня води та брав участь розробці технології ремонтних робіт).

2. Краснюк А.В. Основы технологии торкретирования карбамидоформальдегидными растворами и исследование их свойств // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСиА. – 2001. – Вып. 15. – С.51–61.

3. Краснюк А.В. Разработка полимерных составов на основе различных марок карбамидных смол для закрепления трещиноватых бетонных массивов // Строительство. – Днепропетровск: ДИИТ. – 2000. – Вып.8. – С.223–228.

4. Краснюк А.В. Инъекционный способ ремонта надводной части опор мостов // Строительство. – Днепропетровск: ДИИТ. – 1999. – Вып.7. – С.115–119.

5. Пат. 34074 А, МПК 6 С 04 В 26/00. Полімерцементна суміш / О. М. Пішнінко, В. М. Пунагін, Н. М. Руденко, А.В. Краснюк, О. В. Громова (Україна). - № 99052957; Заявл. 28.05.99; Опубл. 15.02.2001; Бюл.№1. – 4 с. (Автором проводилися дослідження властивостей полімерцементних сумішей).

6. Пат. 34364 А України, МПК 6 С 04В 14/04. Комплексна домішка / О.М. Пішнінко, В.І. Чернік, Н. М. Руденко, І.І. Колесниченко, А. В. Краснюк, О. В. Громова (Україна). – №99063684; Заявлено 30.06.99; Опубл. 15.02.2001; Бюл.№1. – 3 с. (Автор приймав участь в дослідженнях властивостей комплексної домішки).

7. Пат. 34366 А України, МПК 6 С 04 В 40/00. Спосіб активації цементної в'язучої системи / О. М. Пішнінко, А. М. Таран, В.М. Пунагін, І.І. М. Руденко, А. В. Краснюк, О. В. Громова (Україна). – №99063686; Заявлено 30.06.99; Опубл. 15.02.2001; Бюл.№1. – 3 с. (Автор виконував літературний аналіз існуючих способів).

8. Пилинко А.Н., Пунагін В.Н., Краснюк А.В. Особенности назначения и оптимизации составов бетона для подводных ремонтных работ // Строительство. – Днепропетровск: ДИИТ. – 2000. – Вып.6. – С.19–27. (Автор виконував роботи по оптимізації складів бетону).

АНОТАЦІЯ

Краснюк А.В. Властивості і технологія полімерних карбамідних розчинів для ремонту транспортних споруд в зоні змінного рівня води. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали і вироби. – Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. Дніпропетровськ, 2001.

Дисертація присвячена розробці, дослідженню й оптимізації карбамідних полімеррозчинів для відновлення та захисту бетону транспортних споруд в зоні змінного рівня води. Проведено аналіз процесів порушення цілісності бетону і матеріалів для його відновлення, а також розкриті закономірності структуроутворення полімеррозчинів. Оптимізовано реологічні та міцнісні властивості карбамідних полімеррозчинів. Встановлено фізичні, експлуатаційні та деформативні властивості карбамідних полімеррозчинів, які прийнято для ремонту транспортних споруд в зоні змінного рівня води. Досліджено зміни міцнісних і адгезійних характеристик полімеррозчинів при різних умовах експлуатації, а також їх хімічну і біологічну стійкість. Рекомендовано рецептури полімеррозчинів на основі смоли КФ–МТ–15 для відновлення бетону в зоні змінного рівня води і розроблені основні положення технології проведення ремонтно-відбудовних робіт способом торкретування. Наведено техніко-економічне обґрунтування застосування розроблених полімеррозчинів.

Результати практичних розробок знайшли застосування для відновлення і захисту аварійних ділянок бетону водоводу Дніпро – Західний Донбас в зоні змінного рівня води.

Ключові слова: карбамідні полімеррозчини, зона змінного рівня води, ремонтно-відбудовні роботи, смола, затверджувач, наповнювач, фізико-механічні характеристики.

АННОТАЦИЯ

Краснюк А.В. Свойства и технология полимерных карбамидных растворов для ремонта транспортных сооружений в зоне переменного уровня воды. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. – Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры. Днепропетровск, 2001.

Диссертация посвящена разработке, исследованию и оптимизации карбамидных полимеррастворов для восстановления сплошности бетонов гидротехнических сооружений при ремонтно-восстановительных работах в зоне переменного уровня воды различных регионов Украины. Проведены следующие исследования для разработки оптимальных рецептур

полимеррастворов на основе смолы КФ–МТ–15 для восстановления бетона в зоне переменного уровня воды.

Исследованы реологические свойства полимеррастворов на основе карбамидной смолы КФ–МТ–15. Установлено, что для проведения ремонтных работ наиболее удобно применять полимеррастворные смеси с подвижностью эквивалентной 200...250 мм расплыва смеси на стандартном встряхивающем столе и сроками начала полимеризации более 25 мин.

Оптимизированы прочностные свойства полимерного камня. Установлено, что прочностные характеристики полимеррастворного камня на основе карбамидной смолы КФ–МТ–15 зависят от вида и содержания отвердителя, количества смолы и наполнителя ПГПФ, содержания воды в единице объема раствора и условий его эксплуатации. На основании проведенного анализа результатов экспериментов выбраны оптимальные составы по реологическим и прочностным показателям полимеррастворов.

В результате исследований основных физико-механических свойств карбамидных полимеррастворов для восстановления бетона в зоне переменного уровня воды установлено, что они отличаются низким водопоглощением 0,9...1,5%, высокой водонепроницаемостью 1,8...2,2 МПа и являются износостойким материалом.

Исследованиями деформативных свойств полимеррастворов на основе смолы КФ–МТ–15 установлено, что введение микронаполнителя и мелкозернистого заполнителя позволяет снизить значения усадки и коэффициента термического расширения карбамидных полимеррастворов до уровня значений ремонтируемого материала зоны переменного уровня воды – бетона.

По результатам исследований карбамидных полимеррастворов во времени при различных условиях эксплуатации, сделан вывод о сохранении их прочностных характеристик в зоне переменного уровня воды.

Проведенные эксперименты по определению адгезионных свойств карбамидных полимеррастворов к поверхности бетона при различных условиях эксплуатации показали, что разработанные полимеррастворы на основе смолы КФ–МТ–15 являются надежными адгезивами для восстановительных и защитных работ в зоне переменного уровня воды. Их адгезионная прочность в 2...2,5 раза выше, чем у цементных растворов.

В результате исследований химической и биологической стойкости карбамидных полимеррастворов установлено, что разработанные

полимеррастворы на основе смолы КФ–МТ–15 можно квалифицировать как материал, отличающийся химической стойкостью к слабым растворам щелочей и кислот, биологической стойкостью, который является приемлемым при эксплуатации в качестве защитного слоя транспортных сооружений в зоне переменного уровня воды.

Рекомендованы оптимальные рецептуры полимеррастворов на основе смолы КФ–МТ–15 для восстановления бетона в зоне переменного уровня воды.

Разработаны основные положения технологии проведения ремонтно-восстановительных работ способом торкретирования в зоне переменного уровня воды.

Приведено технико-экономическое обоснование применения разработанных полимеррастворов для восстановления и защиты бетона транспортных сооружений в зоне переменного уровня воды.

Результаты практических разработок нашли применение для восстановления и защиты аварийных участков бетона водовода Днепр – Западный Донбасс в зоне переменного уровня воды.

Ключевые слова: карбамидные полимеррастворы, зона переменного уровня воды, ремонтно-восстановительные работы, смола, отвердитель, наполнитель, физико-механические характеристики.

SUMMARY

Krasnyuk A.V. Characteristics and technology polymeric carbamide compositions for the transport erecting repair in the area of variable level of water. – Manuscript.

The thesis for competition on the degree of Ph.D. in Technical Sciences on Speciality 05.23.05 – Building materials and products. – Pridneprovsky State Academy of Civil Engineering and Architecture. Dnepropetrovsk, 2001.

Thesis is denote development, study and optimization of carbamide polymeric compositions for recovering a ruined concrete of transport erecting in the area of variable water level. Conduct analysis of processes of breaking wholeness of concrete and materials for its reconstruction and open regularities of structured forming polymeric compositions. Flowing and toughness characteristics of carbamide polymeric compositions are optimized. Physical, field-performance and deformation

characteristic of carbamide polymeric compositions, which are accepted for the transport erecting repair in the area of variable water level are installed. Change of toughness and traction features polymeric compositions under different conditions of usages and their chemical and biological stability are explored. As result of conducted studies are recommend optimum recipes of polymeric compositions on the base an carbamide resin KF-MT-15. Designed main positions of technology of undertaking is repair-reconstruction work by the way spattering in the area of variable water level. Brought feasibility study of using developped of polymeric compositions.

Results of practical developments have found an using for recovering and protection of emergency areas of concrete water channel Dnepr - West Donbas in the area of variable water level.

Keywords: carbamide polymeric compositions, area of variable water level, is repair-reconstruction work, resin, hardener, filler, physical and mechanical characteristics.

КРАСНЮК АНДРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

**ВЛАСТИВОСТІ І ТЕХНОЛОГІЯ ПОЛІМЕРНИХ КАРБАМІДНИХ
РОЗЧИНІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД В ЗОНІ
ЗМІННОГО РІВНЯ ВОДИ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Підписано до друку 20.02.2002 р. Формат 60х84 1/16.

Папір для множних апаратів. Різограф.

Ум. друк. арк. 1,2. Обл. видав. арк. 1,2.

Тираж 100 прим. Зам. № 385. Безкоштовно.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Адреса академії: 49600, м. Дніпропетровськ,

вул. Чернишевського, 24-а.

Адреса дільниці оперативної поліграфії: 49010, м. Дніпропетровськ,

вул. Акад. В.А. Лазаряна, 2.

Сканувала Кам'янська Н.О.

НТБ
ДНУЗТ