

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОБАВОК ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕМОНТНИХ СОСТАВІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД НА ТРАНСПОРТІ

У статті розглянуто один із напрямів створення ремонтного матеріалу із заданими технологічними та експлуатаційними властивостями шляхом застосування модифікуючих добавок направленої або поліфункціональної дії. Встановлено вимоги до ремонтних складів спеціального призначення для різних умов експлуатації споруди і виділено категорії матеріалів для ремонту. Зроблено огляд сучасних синтетичних добавок і добавок-мікронаповнювачів для модифікації властивостей ремонтних складів спеціального призначення.

В статье рассмотрено одно из направлений создания ремонтного материала с заданными технологическими и эксплуатационными свойствами путем использования модифицирующих добавок направленного или полифункционального действия. Установлены требования к ремонтным составам специального назначения для разных условий эксплуатации сооружения и выделены категории материалов для ремонта. Проведен обзор современных синтетических добавок и добавок-микронаполнителей для модифицирования свойств ремонтных составов специального назначения.

In the article one of directions of creation of repair material with the set technological and operational properties by means of use of modifying additives of the directed or multifunctional action is considered. The requirements to repair compositions of special purpose for different conditions of operation of a construction are established and the categories of materials for repair are separated. The review of modern synthetic additives and ground-additives for modifying the properties of repair compositions of special purpose is carried out.

Сучасним напрямком створення ремонтного матеріалу із заданими технологічними та експлуатаційними властивостями є застосування модифікуючих добавок поліфункціональної дії і розробка ремонтних складів на їх основі. Доцільність використання модифікуючих добавок визначається досягненням широкого спектру технологічних та економічних показників ефективності при ремонті, захисті і відновленні кам'яних, бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд, а також при монолітному будівництві інженерних споруд.

На сьогоднішній день різноманітність матеріалів та модифікуючих добавок ставить інколи в тупик технологів і будівельників – за якими критеріями застосовувати ті чи інші добавки.

Тому дослідження і систематизація модифікуючих добавок, також розробка складів на їх основі дозволить більш раціонально підходити до вибору необхідного матеріалу, як за ціною, так і за ефективністю при використанні у технології ремонту, що дозволить отримати певний економічний ефект.

До ремонтних складів спеціального призначення відносяться склади, які крім заданого набору властивостей, що забезпечують їх експлуатаційну придатність, повинні характеризуватися

додатково властивостями, обумовленими специфічними умовами експлуатації конструкції у споруді, що ремонтується. Цими специфічними умовами є розташування матеріалу конструкції по відношенню до води і характер взаємодії з нею. З цього погляду матеріал конструкції споруди можна поділити на такі зони:

– Підводна (підземна) зона матеріалу конструкції – характерна тим, що постійно знаходиться у воді і взаємодіє з нею та її складовими з різною інтенсивністю, яка залежить від характеру дії води (під напором або без напору), хімічного складу (агресивності) водного середовища, а також від складу і будови безпосередньо матеріалу конструкції. Стійкість матеріалу конструкції або споруди у цьому випадку досягається правильним вибором складу матеріалу, підвищеною щільністю структури, яка досягається раціональним підбором складу матеріалу, у тому числі і ремонтного, зменшенням водов'язучого відношення, шляхом введення модифікуючих добавок синтетичного і мінерального походження.

– Зона змінного рівня води. Ця зона являється особливо жорсткою до дії сукупності природних факторів і до матеріалу цієї зони ставляться найбільш вибагливі вимоги з коро-

зійної стійкості, зносостійкості (абразивної і кавітаційної), морозостійкості, механічної міцності при стиску і розтягу, водостійкості. Стійкість матеріалу у даному випадку досягається більш ретельним вибором високоякісних вихідних матеріалів з підвищеними фізико-механічними властивостями, підвищенням щільності і механічної міцності матеріалу, мінімальною міжзерновою пустотністю, яка досягається раціональним підбором складу матеріалу, застосуванням модифікуючих добавок, полімерних матеріалів.

– Надводна зона. Матеріал надводної зони зазнає епізодичної дії води (бризок), сонячної радіації, вітру та ін. Тому для даних умов стійкість матеріалу досягається дотриманням визначеного класу за міцністю при стиску та атмосферостійкістю.

В якості ремонтних составів при ремонті будівель і інженерних споруд на транспорті використовуються ремонтні матеріали і системи, які можна поділити на три основні категорії, розподіл на які відбувається за видом основної в'язучої речовини і її впливом на експлуатаційні і фізико-механічні властивості ремонтних составів:

- 1 категорія – ремонтні матеріали на основі органічних і полімерних в'язучих речовин;
- 2 категорія – модифіковані полімерами матеріали на цементній в'язучій речовині;
- 3 категорія – ремонтні матеріали на цементній в'язучій речовині.

Рекомендації щодо використання різних категорій матеріалів для ремонту будівель і інженерних споруд наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Зведені рекомендації щодо використання різних категорій матеріалів
для ремонту будівель інженерних споруд**

Назва матеріалу	Основні властивості	Рекомендації щодо використання
Цементні розчини та бетони	Нормальна щільність та міцність, нормальне бетонування; мала адгезія до старого бетону. Вимагають ретельного і тривалого догляду при твердінні, або застосування захисних покриттів.	Ремонт і посилення великих елементів (опор мостів); виконання залізобетонних сорочок, поясів; виконання зливів; ремонт захисного шару елементів, що працюють тільки на постійне навантаження; ремонт раковин, порожнин, затірка тріщин у невідповідальних елементах, що працюють на постійне навантаження.
Полімерцементні розчини та бетони	Підвищена в'язкість, добре повітряутримування. Нормальна (у порівнянні з цементними) щільність і міцність, підвищена адгезія до бетону. Не вимагає при твердінні ретельного догляду. При використанні пігментів вид поверхні відповідає підвищеним естетичним вимогам.	Ремонт ушкоджених елементів мостів та труб у зонах, де є оголена попередньо напружена арматура; затірка тріщин; для виготовлення ін'єкційних розчинів; відновлення захисного шару до проектного розміру і т.п.
Полімерні розчини та бетони	Висока міцність, щільність та непроникиність, стійкість у агресивному середовищі. Підвищена адгезія до сухого бетону. Знижений термін придатності приготовленої суміші 30...40 хв.	Ремонт сколів бетону у зонах, де необхідне відновлення його розрахункової міцності при стисканні та згині; або коли необхідно досягнення високої хімічної та механічної стійкості відремонтованого елемента; або для бетонування збірних підсилюючих елементів до залізобетонних конструкцій; для виготовлення ін'єкційних розчинів; для виготовлення захисних лаків і т.п.

Ремонтні состави повинні відповідати певним вимогам за властивостями, які визначають галузь застосування даного составу. До них відносяться технологічні і експлуатаційні властивості ремонтних составів. До технологічних властивостей відносяться характеристики ремонтних составів, що забезпечують можливість їх застосування для певних технологій нане-

сення, достатній термін придатності та оброблюваності матеріалу, збереження однорідності властивостей матеріалу у всьому об'ємі протягом періоду укладання (протягом виконання всіх технологічних операцій). Тобто властивості, якими повинен володіти матеріал до початку процесу твердіння (утворення початкової міцності).

До основних технологічних характеристик відносяться [1]: реологічні – в'язкість, пластичність ремонтного составу (розплив або осадка конуса суміші і т.д.); життєздатність суміші (характеризується зміною реологічних властивостей протягом часу) – забезпечення достатнього терміну придатності матеріалу до застосування (допустиме зниження осадки конуса); седиментаційна (сегрегаційна) стійкість – збереження однорідності розподілу компонентів у всьому об'ємі матеріалу до початку утворення структури (відсутність процесів розшаровування та осідання компонентів різної густини).

Основні технологічні властивості ремонтних составів впливають на подальше формування структурно-механічних властивостей та показника ефективної площі контакту з матеріалом основи-підкладки (достатньої щільності прилягання ремонтного матеріалу до поверхні, повноти заповнення дефектів матеріалу конструкції, глибини проникнення та ін.).

Експлуатаційні властивості ремонтного составу спеціального призначення повинні забезпечувати ефективну та довговічну сумісну роботу ремонтного матеріалу з матеріалом конструкції, що включає:

- можливість перерозподілу навантажень між старим та новим бетоном без порушення контакту при відновленні робочої площі перерізу (геометрії конструкції);
- збереження суцільності контакту між матеріалами при виникненні деформацій, викликаних зовнішніми факторами та внутрішніми процесами, що протікають в матеріалах;
- підвищення стійкості відремонтованих ділянок, що до ремонту піддавались інтенсивним агресивним впливам.

До експлуатаційних властивостей ремонтних составів відносяться наступні: модуль пружності, показники усадкових деформацій; повзучість (при стиску та розтягу); коефіцієнт термічного розширення; проникність (водо-, паро-, газо-); морозостійкість; корозійна стійкість в середовищі експлуатації конструкції; зносостійкість; адгезійна міцність контакту зі «старим» бетоном; міцність та інтенсивність її набору.

Проведеними дослідженнями і аналізом практичного досвіду експлуатації, утримання і ремонту будівель і інженерних споруд на залізничному транспорті України встановлено, що особливими вимогами, які ставляться до ремонтних составів, є наступні: водонепроникність, морозостійкість, обмежена усадка і набрякання, механічна деформація, помірне виділення тепла при твердінні, стійкість проти агресивної дії

солей або інших речовин, розчинених у воді. Вимоги по водонепроникності і морозостійкості диференційовані в залежності від характеру конструкцій і умов їх роботи. У специфічних умовах експлуатації до цих бетонів можуть пред'являтися і додаткові вимоги: гідродинамічна стійкість (зносостійкість, абразивна і кавітаційна стійкість), альгїцидність і бактерицидність та ін. У транспортному будівництві застосовують бетон класів В10...В40. За водонепроникністю в 180-добовому віці бетон для транспортних споруд поділяють на шість марок: W2, W4, W6, W8, W10, W12. Вимоги за морозостійкістю пред'являються лише до тих бетонів для будівництва і ремонту транспортних штучних споруд, які у конструкціях піддаються спільній дії води і морозу. За морозостійкістю бетон поділяють на марки: F50, F100, F200, F300.

Для забезпечення комплексу технологічних і експлуатаційних вимог, що ставляться до бетонів і розчинів спеціального призначення, використовують додаткові речовини, здатні модифікувати ремонтні состави за критерієм експлуатаційної придатності.

В залежності від придатності (основного ефекту дії) добавки для модифікації властивостей ремонтних сумішей, згідно ДСТУ Б В.2.7-65-97 [2], поділяються на види: добавки, що регулюють властивості бетонних і розчинних сумішей: пластифікуючі, стабілізуючі, водоутримуючі; добавки, що покращують перекачування; добавки, що регулюють зберігання сумішей; добавки, що сповільнюють або прискорюють тужавлення; поризуючі добавки; добавки, які регулюють тверднення бетонів і розчинів; добавки, що сповільнюють або прискорюють тверднення; добавки, які підвищують міцність і (або) корозійну стійкість, морозостійкість бетону або залізобетону та знижують проникність бетону; добавки, які надають бетонам і розчинам спеціальні властивості.

Виробниками пластифікуючих добавок являються як українські хімічні комбінати міст та обласних центрів Луганська, Запоріжжя, Рівного, Вінниці та ін., так і російські виробники у Северодонецьку, Краснокамську, Новосибірську, Новочебоксарську та ін. регіонах Росії.

В табл. 2 наведено найбільш розповсюджені добавки-модифікатори, що рекомендовані для застосування при ремонті будівель і інженерних споруд.

За характером дії розрізняють гідрофільно- (ЛСТ – лігно-сульфонат технічний та добавки на його основі) і гідрофобно-пластифікуючі добавки (ГКЖ-10, ГКЖ-94, милонафт та ін.) [1].

**Добавки, що рекомендовані для застосування при ремонті
бетонних та залізобетонних штучних споруд**

Найменування, марка	Клас добавки	Вплив на фізико-механічні характеристики розчинів та бетонів	Кількість добав- ки (у %) від маси цементу
Вітчизняні добавки			
Комплек- сна доба- вка ПЛКП-С	Пластифікатор, прискорювач твердіння, збільшення водостійкості та морозостійкості	1. Збільшує рухливість бетонної суміші до 15...17 см. 2. Збільшує міцність на стиск при однаковій рухливості на 22...25 %. 3. Збільшує морозостійкість на 36...40 %. 4. Збільшує водонепроникність на одну одиницю за маркою.	0,8...1,5
АМКІ- РОЗ	Пластифікатор	1. Зменшує на 15...20 % витрати води на приготування бетонної суміші без зміни її рухливості. 2. Збільшує міцність на стиск при однаковій рухливості на 20...27 %.	0,5...1,5
Релаксол ТЕМП 3	Прискорювач твердіння	1. Інтенсифікує гідратацію. 2. Зменшує терміни твердіння цементу. 3. Збільшує ранню міцність бетону.	1,0...1,8
Релаксол НОРМА ПЛЮС	Пластифікатор	1. Знижує водопотребу цементу. 2. Знижує розшарування бетонної суміші. 3. Збільшує ранню та кінцеву міцність бетону. 4. Знижує утворення тріщин.	1,0...2,0
Ультра – СИ	Стабілізатор	1. Збільшує однорідність та зв'язність суміші. 2. Збільшує міцність бетону на 15...20 %. 3. Збільшується адгезія до старого бетону на 20...25 %.	0,2...2
Закордонні добавки			
Sika Vis- coCrete5	Суперпластифікатор	1. Зменшує на 30...33 % витрати води на приготування бетонної суміші без зміни її рухливості. 2. Збільшення міцності на стиск при однаковій рухливості на 38...45 %. 3. Зниження усадочних деформацій.	0,3...0,8
Mapfluid- N200	Суперпластифікатор	1. Зменшує на 27...30 % витрати води на приготування бетонної суміші без зміни її рухливості. 2. Збільшує міцність на стиск при однаковій рухливості на 35...40 %. 3. Знижує водонепроникність.	0,5...1,5
С-3	Суперпластифікатор	1. Знижує водопотребу бетонної суміші на 15 % для отримання рівнорухливого бетону 2. Підвищує міцність (на 10...15 МПа), щільність бетону, покращує його структуру. 3. Збільшує зчеплення нового бетону із старим.	0,2...0,7

Для зменшення витрати цементу (до 30 % за масою), а отже, зменшення тепловиділення й об'ємних деформацій бетону при збереженні необхідної рухливості бетонної суміші і щільності бетону в ремонтні состави необхідно додавати активні мінеральні добавки-мікронаповнювачі, які складаються в основному з аморфного кремнезему.

Ефективність застосування добавок і можливість заміни ними частини клінкерних цементів засновані на їх пластифікуючій і ущільнюючій дії, на хімічній взаємодії активного

аморфного кремнезему з гідроксидом кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При ремонті будівель і інженерних споруд у якості такої добавки рекомендуємо використовувати золу-виносу, доменні гранульовані або відвальні шлаки, золи ТЕС, ГРЕС, аморфізований кремнезем (ПГВФ – побічний продукт газоочищення при виробництві феросиліцію Стаханівського та Нікопольського феросплавних заводів), активні мінеральні мікронаповнювачі – діатоміти, опока, трепел, вулканічний попіл, туф, пемза та ін. Високодисперсні промислові відходи в значній кількості накопи-

чуються на металургійних підприємствах нашого регіону (Дніпропетровськ, Донецьк, Дніпродзержинськ, Кривий Ріг та ін.). Родовища діатоміту, трепелу, опоки знаходяться у Винницькій, Хмельницькій, Кіровоградській, Миколаївській, Донецькій та Сумській областях.

Проведено збір та аналіз інформації про виробництво та застосування пластифікуючих добавок. Як пластифікатори використовують поверхнево-активні речовини (ПАР), які найчастіше одержують із вторинних продуктів та відходів хімічної промисловості.

Пластифікуючі добавки являють собою органічні полярні сполуки вуглеводневого радикалу, який надає гідрофобних властивостей, і поляризуючої групи з гідрофільними властивостями і з зарядом в залежності від рН середовища чи твердої фази, що разом спричиняють структуруючий вплив у матеріалі. Дія пластифікуючих добавок полягає у зменшенні в'язкості цементного тіста в бетонних і розчинових сумішах, поліпшенні легкоукладальності (при незмінній міцності бетону) та збільшенні міцності бетону чи розчину за рахунок зниження витрати води (при незмінній витраті цементу).

За результатами проведеного аналізу встановлено, що сучасна промисловість випускає значну кількість пластифікаторів, з них найрозповсюдженіші такі: СДБ, УПБ, ВРП, апласан, милонафт, 30-03, моноліт, ПДК, ПДКО, ЛСТ, ЛСТМ-2, ГКЖ-10, ГКЖ-94, ПФС та ін.

Висновки

Проведеними попередніми дослідженнями встановлено, що спеціальні властивості ремонтних составів для ремонту будівель і інженерних споруд на транспорті забезпечуються:

1) правильним вибором ремонтних матеріалів, які надають необхідні технологічні умови нанесення і фізико-механічні властивості ремонтного матеріалу в заданих умовах експлуатації;

2) вибором ремонтних матеріалів, сумісних до матеріалу основної конструкції для довговічної роботи в моноліті;

3) застосуванням додаткових речовин-мікронаповнювачів, що зменшують тепловиділення й об'ємні деформації, зменшують водовідділення і ущільнюють структуру ремонтного составу;

4) застосуванням додаткових синтетичних речовин направленої або поліфункціональної дії для модифікації технологічних і експлуатаційних властивостей ремонтних составів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Афанасьєв, Н. Ф. Добавки в бетоны и растворы. [Текст] / Н. Ф. Афанасьєв, М. К. Целуйко. – К.: Будівельник, 1989. – 128 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-65-97 Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Класифікація [Текст]. – К.: Держбуд України, 2000. – 18 с.

Надійшла до редколегії 19.09.2008.