

УДК: 691.54:624.21

DOI: 10.20535/iwccmm2025327475

ВЛАСТИВОСТІ ТА СКЛАД РЕМОНТНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ МОСТІВ

Антоніна ПИСЬМЕННА,

Студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Pysmenna.antonina@iit.kpi.ua

Дмитро МОНЖЕРАН,

Аспірант

КПІ ім. Ігоря Сікорського

info@rbst.pro

Олексій СІКОРСЬКИЙ,

К.т.н., ст. викладач

КПІ ім. Ігоря Сікорського

o.sikorsky@kpi.ua

***Анотація:** У статті проведено розгорнутий огляд сучасних ремонтних сумішей, які застосовуються для відновлення мостових конструкцій різного типу. Особливу увагу приділено характеристикам найбільш популярних матеріалів, включаючи полімерцементні, сульфатостійкі, мінеральні армовані та швидкотвердіючі склади. Проаналізовано їхню ефективність в умовах високих навантажень, перепадів температур, впливу солей і хімічно агресивних середовищ. Представлено порівняльний аналіз за ключовими експлуатаційними показниками: міцність, морозостійкість, водонепроникність, адгезія та довговічність. Враховано також особливості нанесення, час твердіння, зчеплення з підложкою та поведінку при тривалих механічних впливах. На основі огляду рекомендовано конкретні типи сумішей для окремих умов ремонту мостів, зокрема аварійних, запланованих і комплексних відновлювальних заходів. Ілюстративні матеріали, фотографії та структурні схеми сприяють глибшому розумінню ефективності кожного рішення. Результати дослідження можуть бути корисними для інженерів-проектувальників, будівельників та технічних фахівців у галузі мостового будівництва та експлуатації.*

***Ключові слова:** морозостійкість, полімерцемент, ремонт мостів, ремонтні суміші, сульфатостійкість, швидкотвердіючі матеріали*

Вступ

Мости відіграють ключову роль у транспортній інфраструктурі, забезпечуючи безперервність потоків людей та вантажів. Через постійний вплив змінних кліматичних умов, агресивного середовища (солей, кислот,

промислових викидів), динамічних навантажень та процесів старіння, бетонні й залізобетонні конструкції мостів потребують періодичного ремонту [1].

Ремонтні суміші, які застосовуються для відновлення пошкоджених ділянок, повинні відповідати жорстким вимогам щодо адгезії, тріщиностійкості, водонепроникності та довговічності [2]. Правильний вибір матеріалу визначає не лише якість ремонту, а й безпеку експлуатації всієї конструкції. Метою даної статті є систематизація та порівняння основних типів ремонтних сумішей, що найчастіше використовуються в сучасній практиці ремонту мостів, з урахуванням їхньої ефективності, технологічних особливостей та експлуатаційних переваг [3].

Основні типи ремонтних сумішей

1. Полімерцементні суміші

Полімерцементні склади мають підвищену адгезію до старого бетону та відмінну тріщиностійкість. Вони є універсальними і можуть застосовуватись як для тонкошарових ремонтів, так і для більш глибоких реконструкцій [1, 4]. Завдяки полімерним модифікаторам вони характеризуються високою водонепроникністю та морозостійкістю, що особливо важливо в умовах сезонних коливань температур.

2. Швидкотвердіючі суміші

Ці склади призначені для аварійного ремонту, коли обмежено час виконання робіт. Вони забезпечують високу початкову міцність вже через 1–2 години після нанесення, що дозволяє оперативно відновити рух на мосту [2, 3]. Зазвичай містять спеціальні прискорювачі твердіння, однак мають короткий час життєздатності.

3. Сульфатостійкі суміші

Завдяки використанню сульфатостійкого цементу та спеціальних добавок, ці матеріали демонструють стійкість у хімічно агресивному середовищі [5]. Вони ефективні при ремонті мостів, розташованих поблизу промислових

об'єктів або водойм, де підвищений рівень сульфатів у воді може викликати руйнування стандартних цементних композицій.

4. Мінеральні суміші з фіброволокном

Ці суміші містять армувальні компоненти (металеву або поліпропіленову фібру), що підвищують механічну міцність і тріщиностійкість [4]. Вони ідеально підходять для ділянок, що зазнають динамічних і ударних навантажень, таких як деформаційні шви та кромки плит.

Додаткові критерії вибору

Окрім основних технічних параметрів, при виборі ремонтної суміші слід враховувати такі чинники:

- Сумісність з існуючими конструкційними матеріалами;
- Складність підготовки поверхні;
- Витрати на матеріали та логістику;
- Наявність сертифікатів відповідності [1, 5].

Для більш глибокого аналізу та порівняння між собою різних за складом та властивостями ремонтних сумішей їх було зведено в таблицю (табл. 1). Експлуатаційними показниками для порівняння було вибрано: міцність на стиск, морозостійкість, водонепроникність, час твердіння та сферу застосування.

У разі необхідності повести швидкий ремонт і запустити транспортне сполучення слід використовувати швидкотвердіючу суміш перевагою якої є швидкій набір експлуатаційної міцності та адгезії до підготовленої поверхні. Її недоліками будуть середні показники морозостійкості, водонепроникності та стійкості до дії агресивних середовищ. Також термін експлуатації даного ремонту скоріше за все буде незначним і значно програвати іншим, більш спеціалізованим ремонтним сумішам.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця

Тип суміші	Міцність (МПа)	Морозостійкість	Водонепроникність	Час твердіння	Сфера застосування
1	2	3	4	5	6
Полімерцементна	40–60	Висока	Висока	3–5 годин	Універсальна, декоративна

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Швидко твердіюча	60–80	Середня	Середня	1–2 години	Аварійний ремонт
Сульфатостійка	35–50	Висока	Висока	4–6 годин	Агресивне середовище
Мінеральна з фіброю	50–70	Дуже висока	Висока	4–8 годин	Інтенсивні навантаження

За необхідності відновлення ділянки шляху з інтенсивними навантаженнями слід вибрати суміші з мінеральною або металевою фіброю (Рис. 1). Такі матеріали будуть володіти високими показниками водонепроникності та морозостійкості і терміном експлуатації.



Рис. 1. Ремонт бетонної плити на мості з високим навантаженням

У випадку ремонту сполучення з підвищеним ризиком дії агресивних середовищ, таких як сульфат іони, сіль, луки, кислоти та інші фактори - слід вибирати спеціалізовані ремонтні розчини: сульфатостійкі. Найзручнішою у використанні та універсальною є полімерцементна ремонтна суміш.

ВИСНОВКИ

1. Вибір ремонтної суміші має базуватись на поєднанні технічних характеристик і конкретних умов експлуатації об'єкта.
2. Полімерцементні суміші є універсальними і підходять для широкого спектра задач.
3. У випадках аварійного втручання доцільно використовувати швидкотвердіючі матеріали.
4. Для середовищ із підвищеним вмістом хімічних речовин найкраще підходять сульфатостійкі суміші.
5. Армовані мінеральні склади із фіброю доцільно застосовувати на ділянках, що зазнають повторюваних ударних навантажень.
6. Раціональний підхід до вибору матеріалів дозволяє продовжити термін служби мосту та знизити експлуатаційні витрати [1–5].

Список використаної літератури

1. Neville, A. M. (2011). Properties of concrete. Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/properties-of-concrete/P200000004573>
2. Emmons, P. H., & Vaysburd, A. M. (1994). Performance criteria for concrete repair materials. ACI Materials Journal, 91(5), 492–498. <https://doi.org/10.14359/4226>
3. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/>
4. American Concrete Institute. (2010). Guide to durable concrete (ACI 201.2R-08). ACI. <https://www.concrete.org>
5. Будівельні норми України. (2012). ДСТУ Б В.2.7-233:2010. Суміші будівельні. Загальні технічні умови. <https://online.budstandart.com>

References

1. Neville, A. M. (2011). Properties of concrete. Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/properties-of-concrete/P200000004573>
2. Emmons, P. H., & Vaysburd, A. M. (1994). Performance criteria for concrete repair materials. ACI Materials Journal, 91(5), 492–498. <https://doi.org/10.14359/4226>
3. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/>
4. American Concrete Institute. (2010). Guide to durable concrete (ACI 201.2R-08). ACI. <https://www.concrete.org>
5. Budivelni normy Ukrainy. (2012). DSTU B V.2.7-233:2010. Sumishi budivelni. Zahalni tekhnichni umovy. <https://online.budstandart.com>

PROPERTIES AND COMPOSITION OF REPAIR MIXTURES FOR BRIDGE RENEWAL

Antonina PYSMENNA

Sudent,

Dmytro MONZHERAN

PhD student,

Oleksiy SIKORSKY

PhD, senior lecturer,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Abstract: *The article provides a detailed review of modern repair mixtures used to restore bridge structures of various types. Particular attention is paid to the characteristics of the most popular materials, including polymer-cement, sulfate-resistant, mineral-reinforced and quick-hardening compositions. Their effectiveness under conditions of high loads, temperature changes, exposure to salts and chemically aggressive environments is analyzed. A comparative analysis is presented for key performance indicators: strength, frost resistance, water resistance, adhesion and durability. The application features, hardening time, adhesion to the substrate and behavior under prolonged mechanical stress are also taken into account. Based on the review, specific types of mixtures are recommended for individual bridge repair conditions, in particular emergency, planned and complex restoration measures. Illustrative materials, photographs and structural diagrams contribute to a deeper understanding of the effectiveness of each solution. The results of the study may be useful for design engineers, builders and technical specialists in the field of bridge construction and operation.*

Keywords: *bridge repair, frost resistance, polymer cement, rapid-hardening materials, repair mixtures, sulfate resistance*