

УДК 625.745.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2025.47.2025.1>**Гаркуша М. В.**

к.т.н., доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд,
Національний транспортний університет, м. Київ
ORCID: 0000-0002-5388-0561

ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКОВИХ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДОРОЖНІХ ВОДОПРОПУСКНИХ ТРУБ З МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІД КОРОЗІЇ

Анотація. На сьогоднішній день дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій застосовуються з прогоном в 40 м та являють собою композитну систему грунт-сталь і широко поширені в галузі транспортної будівництва. Дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій є економічним, естетично привабливим, мають перевагу в швидкому спорудженні з мінімальним обслуговування в майбутньому, розрахунковий термін служби зазвичай становить від 50 років до 100 років.

Дорожні водопропускні труби експлуатуються в складних умовах, які спричинюють розвиток корозійного впливу на метал конструкції, а сам метал потребує належного захисту для забезпечення надійності та довговічності споруди в цілому. Постійно працюючи у вологих умовах дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій піддаються корозії та стиранню через вплив навколишнього середовища. Корозія виникає в кількох місцях, на поверхні, яка контактує з ґрунтом, на внутрішній стороні труби, де присутня текуча вода, або на поверхні, яка піддається впливу повітря. Це пов'язано з агресивними речовинами в повітрі, воді або матеріалі ґрунтової засипки, наприклад солі, метали чи інші агресивні хімічні речовини. Корозія є основною причиною руйнування металевих конструкцій. Швидкість деградації матеріалів залежить від умов навколишнього середовища. Очікуваний термін служби дорожніх водопропускних труб визначається довговічністю матеріалу і довговічністю конструкції. Довговічність матеріалу відноситься до здатності труби бути стійкою до зносу внаслідок природних процесів корозії, стирання та ерозія. Під час проектування дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій важливо розуміти умови навколишнього середовища протягом усього терміну її експлуатації, щоб оцінити придатність матеріалу. Щоб забезпечити відповідність вимогам проектного терміну служби, сталеву конструкцію захищають антикорозійним покриттям.

В роботі запропоновано вимоги до додаткових полімерних гідроізоляційних систем, що наносяться рідким способом.

Ключові слова: агресивне середовище, гідроізоляційне покриття, дорожня водопропускна труба, корозія, метилметакрилатні покриття.

Постановка проблеми. Водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій (МГК) мають історію використання в світі понад 100 років. Враховуючи, що корозія є основним фактором, що визначає тривалість терміну служби МГК застосовують різні захисні покриття для запобігання утворення корозії металу та продовження терміну служби даних труб [1, 2].

Одним із найпоширенішим захисним покриттям є застосування полімерних матеріалів [3] (ламінована плівка, рідкі полімерні розчини), які як правило, наносяться на оцин-

коване покриття металу (рис. 1). Покриття з полімерним покриттям забезпечує чудову адгезію до основної сталі та тривалу стійкість до корозії та стирання. Рекомендації щодо терміну служби базуються на обширних лабораторних та польових випробуваннях. Однак МГК (аналог американського CSP – Corrugated steel pipe) з полімерним покриттям, без додаткового захисту, як оцинкованим або алюмінізованим покриттям мають менший термін служби, який становить до 40 років.

Аналіз останніх досліджень. Застосування додаткових захисних покриттів МГК має бага-



Рис. 1. Застосування додаткового гідроізоляційного покриття на внутрішніх та зовнішніх частинах конструкції, Канада [4]

торічний досвід. В 1970-х роках було створено кілька варіантів покриття, полімерне ламіноване вперше було розроблено в 1974 році у відповідь на заміну покриття на основі органічних в'язучих речовин та покриття із застосуванням азбесту [5]. З часом полімерне ламінування стало основною системою покриття для середовищ, не сприятливих для оцинкованих поверхонь, оскільки воно добре показало себе в багатьох несприятливих умовах [5].

Дослідження, проведені у Вісконсині, США, прийшли до висновку, що бітумне покриття на «як оцинкованій сталі, так і алюмінієвій трубі показало дуже погані характеристики» [6]. Дослідження проведені в Огайо, США показали, що бітумне покриття має задовільний стан експлуатації, за винятком умов стирання під високим потоком стоків, здатних переносити абразивний матеріал [6].

У 1987 році в США виконувалося дослідження зносу МГК з різними покриттями. Ці труби були досліджені в двох різних середовищах, одне з кислотним стоком, а інше – абразивним. Хоча обидва дослідження призвели до проблем із довговічністю покриттів, швидкість корозії в абразивному середовищі була набагато помітнішою [7]. Це явище можна помітити на ділянці водопропускної труби з великим нахилом від входу до випуску.

В США на основі польових досліджень розроблено три підходи, що надають прогнози терміну служби матеріалів водопропускних труб (Каліфорнія, AISI та Флоріда), а інші три методи (NCSIPA, Нью-Йорк і Колорадо) більше зосереджені на виборі матеріалу, ніж прогнозуванні терміну експлуатації [8]. Калі-

форнійський метод заснований на польових дослідженнях 7000 водопропускних труб у 1950-х роках [9]. Кінцевим продуктом стала графіка зображення зв'язку між рН і питомим опором до перфорації оцинкованої сталі труби. Цей метод випробування був удосконалений протягом багатьох років у міру стандартизації California DOT процедура випробування, Каліфорнія Тест 643. Останні оновлення цього методу були зроблені в 1993 році.

В дослідженні Хелміна [10] зазначено, що питомий опір і рН наповнювача є основними факторами, що впливають на корозію труб з оцинкованої сталі. Вони продовжують стверджувати, що багато державних дорожніх агенцій дотримуються Каліфорнійського тестового методу 643, щоб визначити термін служби, а після проведення власних досліджень виявляють, що Каліфорнійський тестовий метод 643 занижує термін служби. Вони згадали в дослідженні, що перша перфорація відбувається при 13 %, але AISI (Американський інститут чавуну та сталі) визначає кінець терміну служби, коли втрата металу досягає 25 %. Вони рекомендують застосовувати оцинковане покриття труб для уповільнення швидкості корозії, тут також згадується, що вони враховували вміст хлоридів, і оскільки каліфорнійський метод випробування 643 використовує лише рН як орієнтир, він містить певну неточність.

Даміан Бебен [11] провів дослідження корозійної активності засипки навколо водопропускних труб із гофрованої сталеві пластини, при цьому він використовував багато тих самих параметрів, що й попередні дослідники,

pH, питомий опір та багато інших, які містяться в Каліфорнійському методі випробувань 643, і виявив, що там є великою загрозою корозії ґрунту, коли мінімальне значення питомого опору досягає 30 Ом · м (3000 Ом · см), а мінімальне значення зменшується протягом весни на 5–22 %, подібно до pH, але в меншому відсотковому відношенні. Також було проведено кореляцію між питомим опором засипки та вмістом вологи, було зазначено, що навесні, коли вміст вологи у засипці підвищується, питомий опір також підвищується.

Нещодавні випробування показують, що МГК покриті полімерним покриттям може витримувати умови третього рівня стирання. Оскільки полімер є бар'єрним покриттям, він демонструє рівномірно передбачувані показники довговічності в межах визначених діапазонів навколишнього середовища. Труби з полімерним покриттям, що працюють у цих діапазонах, можуть досягти 100-річного терміну служби, виходячи з поточних оцінок установок у рекомендованих діапазонах несприятливих умов протягом майже 40 років [3].

В Україні згідно з ВБН В.2.3-218-198 [12] додатковий захист металевих листів від корозії потрібно призначати на основі даних про корозійну активність (агресивність) ґрунтів основи, насипу та води, що протікає через споруду, а типи додаткового антикорозійного покриття МГК наведено в таблиці 1.

Визначення агресивності ґрунту по відношенню до МГК наведено в таблиці 2.

Ступінь корозійної активності води наведено в таблиці 3.

Європейські стандарти захисту від корозії для МГК залежать від того, чи є виріб виготовленою трубою чи збіраною пластинчастою конструкцією. Для труб керуючим стандартом ДСТУ EN 10346 [13], який вимагає захисту від корозії 600 г/м² цинку або більш сувору вимогу 1000 г/м² цинку в поєднанні з полімерним шаром 300 мкм (рис. 2).

Сталеві конструкції регулюються ДСТУ EN ISO 1461 [14] (від 50 мкм до 85 мкм), з додатковим захистом у вигляді рідкого полімеру (епоксидної смоли, метилметакрилату, тощо) від 200 мкм до 400 мкм. Ефективність застосування додаткового захисту в МГК було описано різними випробуваннями [15, 16, 17]. Це дало змогу розробити ефективні системи захисту від корозії.

АРМТЕК [4] проведено випробування в сольовому тумані (рис. 3) згідно з ASTM B117 [18]: А. Полімерна система – пластина витримана 4000 годин, присутнє витікати з червоної іржі, але без ознак розшарування (ASTM D714-87 [19], Рейтинг = 10; ASTM D1654-92 [20], Рейтинг = 10); В. Збагачений цинком шар, – пластина витримана 3000 годин, присутнє витікати з червоної іржі, але без ознак розшарування (ASTM D714-87

Таблиця 1. Тип додаткового антикорозійного покриття МГК

Загальний показник ступені агресивності ґрунту та води	Тип додаткового антикорозійного покриття поверхні	
	внутрішній	зовнішній
Слабо-агресивна	Бетонний лоток	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова
Середньо-агресивна	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова; асфальтобетонний лоток	Ґрунтовка, мастика бітумно-гумова, бітумно-мінеральна (бітуміноль)

Таблиця 2. Агресивність ґрунту по відношенню до МГК

Питомий опір ґрунту, Ом · М	100	100–10	10
Ступінь корозійної активності	слабо-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна

Таблиця 3. Агресивність води, що тече крізь МГК

Показник pH	8,1–11,0		8,0–6,0 11,1–12,5		менше 6,0 більше 12,5	
	менше 0,5	0,5–5,0	більше 5,0	менше 0,5	0,5 і більше	будь-яка
Сумарна концентрація сульфатів і хлоридів, г/л						
Ступінь корозійної активності	слабо-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна	середньо-агресивна	сильно-агресивна	сильно-агресивна

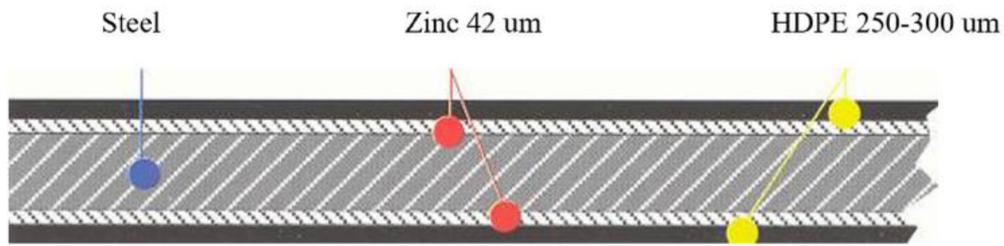


Рис. 2. Приклад захисту сталі від корозії з використанням полімерних матеріалів

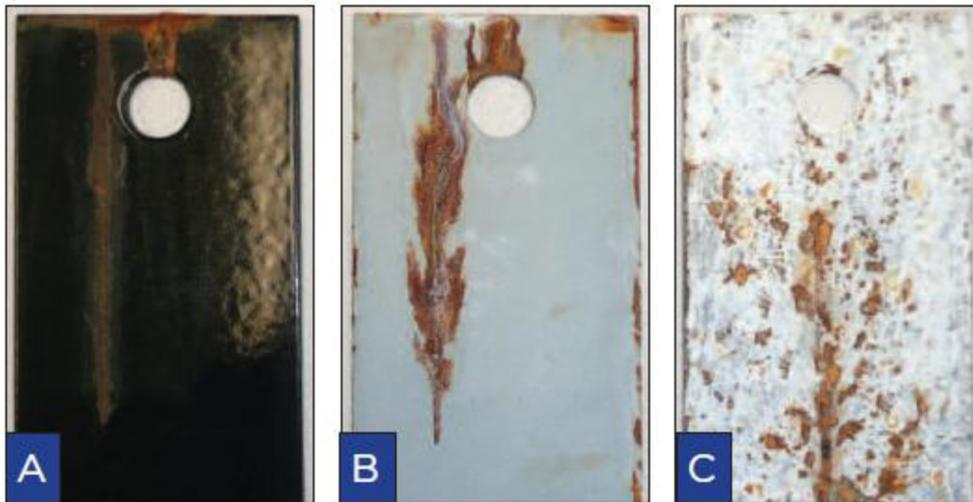


Рис. 3. Випробування в сольовому тумані

[19], Рейтинг = 10; ASTM D1654-92 [20], Рейтинг = 10); С. Тільки гаряче цинкування – пластина витримана 3000 годин, значна червона іржа, пухирі та розшарування від понад 16 мм (ASTM D714-87 [19], Рейтинг = 2; ASTM D1654-92 [20], Рейтинг = 0).

Мета роботи є удосконалення та підвищення ефективності антикорозійного захисту дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій за рахунок застосування додаткових гідроізоляційних покриттів на основі метилметакрилату зі встановленням вимог до компонентів гідроізоляційної системи.

Результати досліджень. Гідроізоляційне покриття на основі метилметакрилатних смолей (ММА) повинно бути безперервним та водонепроникним по всій ізольованій поверхні, у сполученнях з конструктивними елементами та елементами стягування конструкції; міцно зчепленою із ізольованою поверхнею і зберігати міцність зчеплення за зсуву; міцною і зберігати еластичність у часі та інтервалі розрахункових температур, в тому числі і за від’ємних температур; теплостійкою в умовах літніх температур, стійкою під час можливого короточасного вогню; здатною сприймати

будь-які типи механічних впливів; монолітною та безперервною, без здуття, бульбашок та хвилястості; хімічно та біологічно стійкою та стійкою до проникнення хлорид-іонів; без компонентів, які спричинюють корозію металу.

Гідроізоляцію влаштовують за технологією у вигляді системи, що складається з трьох (найпоширеніший тип) міцно пов’язаних між собою хімічно однорідних шарів, можливе застосування двошарової системи або одного шару покриття [21]:

- нижній шар – ґрунтовка (праймер), товщина сухої плівки (0,30–0,75) мм – антикорозійне полімерне покриття з високою адгезією до поверхні металу та до проміжного шару, забезпечує антикорозійний захист металевій поверхні від окислення та адгезію гідроізоляційного матеріалу до основи;

- проміжний шар – гідроізоляційна мембрана – одно або багато шарове, високоеластичне водонепроникне безшовне покриття, товщина сухої плівки (2,0–3,0) мм, яка забезпечує водонепроникність по всій поверхні, що гідроізолюється;

- поверхневий шар – зносостійкий, тріщиностійкий, хімічно та атмосферостійкий, у тому

числі до дії ультрафіолетових променів покрив.

Грунтовку виробляють у відповідності до вимог технологічного регламенту, затвердженого в установленому порядку.

Грунтовка – це нижній шар гідроізоляційної системи, який утворюється у результаті полімеризації двокомпонентного полімеру на основі ММА. Це є низьков'язка безбарвна рідина (за необхідності її забарвлюють), що складається з основи, каталізатора та спеціальних добавок.

Безпосередньо перед застосуванням додається порошковий каталізатор і ретельно розмішується.

Показники фізико-технічних властивостей грунтовки наведено в таблиці 4.

Гідроізоляційна мембрана це проміжний шар, що утворюється в результаті полімеризації двокомпонентного полімеру на основі акрилових мономерів, модифікованих уретаном. Під час додавання каталізатора відбувається повна полімеризація мономерів. Заполімеризований матеріал являє собою високоеластичний водонепроникний безшовний покрив з високими характеристиками тріщиностійкості.

Показники фізико-технічних властивостей гідроізоляційної мембрани наведено в таблиці 5.

Під час улаштування гідроізоляційної мембрани на основі метилметакрилату методом безповітряного розпилення рекомендовано влаштовувати два шари з метою досягнення товщини сухої плівки покриття кожного шару не менше ніж 1,0 мм або один шар з товщиною сухої плівки не менше ніж 2,0 мм.

Гідроізоляційна мембрана не повинна містити компонентів, що викликають корозійне руйнування металу.

У випадку нанесення гідроізоляції на об'єкті будівництва, до початку нанесення гідроізоляційної системи виконують такі заходи:

- на ділянці виконання робіт завершують загальнобудівельні роботи;
- забезпечують об'єкт усіма необхідними гідроізоляційними матеріалами;
- перевіряють відповідність похилів поверхні, на яку гідроізоляція наноситься, проектним величинам;
- перевіряють надійність системи водовідведення;

Таблиця 4. Показники фізико-технічних властивостей грунтовки

Назва показників	Нормативні значення показників
1. Діапазон температур нанесення, °С	5–30
2. Життєздатність за 20 °С, хв не менше ніж	15
3. Час полімеризації за 20 °С, хв, не менше ніж	30
4. Мінімальний час висихання грунтовки до нанесення першого шару гідроізоляційної мембрани, хв: 30 °С, не менше ніж 20 °С, не менше ніж 10 °С, не менше ніж 5 °С, не менше ніж	 30 60 90 180
5. В'язкість за 25 °С, МПа · сек	100–130
6. Щільність, в рідкому стані, г/см ³ , не менше ніж	0,99
7. Міцність на розрив, МПа, не менше ніж	10,0
8. Відносне подовження на розтягування (еластичність), %, не менше ніж	62
9. Теплостійкість, не менше ніж, °С	230
10. Міцність зчеплення з основою, МПа, не менше ніж – цементобетонна – сталева	 0,3 0,3
11. Міцність на удар, не менше ніж, см	30
12. Хімічна стійкість – стійкість до дії кислих, лужних, сольових розчинів і нафтопродуктів	Стійкі

Таблиця 5. Показники фізико-технічних властивостей гідроізоляційної мембрани

Назва показників	Нормативні значення показників
1. Колір та вид	Після висихання утворює рівне, однорідний покрив білого, сірого чи жовтого кольори
2. Діапазон температур нанесення, °С	5–30
3. Життєздатність за 20 °С, хв не менше ніж	15
4. Час полімеризації за 20 °С, хв, не менше ніж	60
5 Час висихання до ступеня 3, хв: 30 °С, не менше ніж 20 °С, не менше ніж 10 °С, не менше ніж 5 °С, не менше ніж	30 60 90 180
6 Щільність, в рідкому стані, г/см ³ , не менше ніж	1,1
7 Водопоглинання, % за масою, не більше ніж	1,0
8 Міцність на розрив, МПа, не менше ніж	10,0
9 Відносне подовження на розтягування (еластичність), %, не менше ніж	100
10 Теплостійкість, не менше ніж, °С	230
11 Міцність зчеплення з основою, МПа, не менше ніж – сталеві	0,3
12 Міцність на удар, не менше ніж, см	30
13 Хімічна стійкість – стійкість до дії кислих, лужних, солевих розчинів і нафтопродуктів	Стійкі
14 Морозостійкість (за температури 25 °С)	Витримує навантагу
15 Рекомендована товщина сухої плівки кожного шару в двошаровому покритті, E_5 згідно з ДСТУ EN 1062-1, мкм, не менше ніж	1000
16 Рекомендована товщина сухої плівки в одношаровому покритті, E_5 згідно з ДСТУ EN 1062-1, мкм, не менше ніж	2000

– забезпечують сухість поверхні, на яку гідроізоляція наноситься;
 – готують до роботи установку безповітряного розпилення;
 – проводять інструктаж на робочому місці;
 – запобігають пересуванню працівників та механізмів по нанесених шарах гідроізоляції.

Висновки. В роботі удосконалено та підвищено ефективність антикорозійного захисту дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій за рахунок застосування додаткових гідроізоляційних покриттів на основі метилметакрилату зі встановленням фізико-технічних властивостей до компонентів гідроізоляційної системи.

Література

1. Гаркуша М. В. Застосування гідроізоляційних покриттів для захисту від корозії дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2024. Вип. 10(41), ч. I, Кропивницький : ЦНТУ. С. 91–101. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.91-101](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.91-101) (дата звернення 01.10.2025).
2. Гаркуша М. В. Підходи визначення надійності дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій з позиції впливу корозії. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, Київ, НТУ, 2023. Вип. 114. Ч. 2. С. 164–183. URL: 10.33744/0365-8171-2023-114.2-164-183 (дата звернення 01.10.2025).
3. Сайт компанії National Corrugated Steel Pipe Association (NCSPA). URL: <https://www.ncspa.org/steel-product/csp-coatings/> (дата звернення 01.10.2025).

4. Сайт компанії ARMTEC. URL: <https://armtec.com/> (дата звернення 01.10.2025).
5. National Corrugated Steel Pipe Association (NCSPA). Field Performance Evaluation of Polymer Coated CSP Structure in Wisconsin, 2002.
6. Bradley R. Boyd, J. L. Gattis II, William A. Myers, R. P. Selvam. Guidelines for Selections of Pipe Culverts. TRC9601, 1999.
7. Missouri DOT. Study of Use, Durability, and Cost of Corrugated Steel Pipe on the Missouri Highway and Transportation Department's Highway System, Report MR 87-1, 1987.
9. Ault J. Peter, Ellor James A. Durability Analysis of Aluminized Type 2 Corrugated Metal Pipe Creator(s). Ocean City Research Corporation. Corporate Contributor(s) : United States. Federal Highway Administration. Office of Infrastructure Research and Development. Contributor(s). 2000. Report Number: FHWA-RD-97-140. URL: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/35751> (дата звернення 01.10.2025).
10. Beaton J. L., Stratfull R. F. Field Test for Estimating Service Life of Corrugated Metal Pipe Culverts, 1962. Report 62-06. URL: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbproceedings/41/41-017.pdf> (дата звернення 01.10.2025).
11. Halmen C., Trejo D., Folliard, K. Service Life of Corroding Galvanized Culverts Embedded in Controlled Low-Strength Materials. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2008, Vol. 20, Issue 5. URL: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2008\)20:5\(366\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(2008)20:5(366)) (дата звернення 01.10.2025).
12. Beben D. Backfill Corrosivity around Corrugated Steel Plate Culverts. *Journal of Performance of Constructed Facilities*. 2014, Vol. 29, Issue 6. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.000065](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.000065) (дата звернення 01.10.2025).
13. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. *Споруди транспорту. ВБН В.2.3-218-198:2007*. 2007. К.: Укравтодор. 51 с.
14. Сталевий плоский прокат із неперервним гарячим покриттям для холодного формування. Технічні умови поставання ДСТУ EN 10346:2022 (EN 10346:2015, IDT). 2022. К.: ДП «УкрНДНЦ». 25 с.
15. Покриття, нанесені методом гарячого цинкування на вироби із чавуну та сталі. Технічні вимоги та методи випробування ДСТУ EN ISO 1461:2024 (EN ISO 1461:2022, IDT; ISO 1461:2022, IDT). 2024. К.: ДП «УкрНДНЦ». 18 с.
16. Mattsson H.-Å., Sundquist H. The real service life and repair methods of steel pipe culverts in Sweden. *Proceedings of the 1st European Conference on Buried Flexible Steel Structures*, 2007, p. 185–193.
17. Pettersson, L., Wadi A. Full-Scale Live Load Tests on older Soil–Steel Composite Bridges Close to Skellefteå, Sweden (test report). *KTH Structural Engineering and Bridges*, 2013. 98 p.
18. Camitz G., Bergdahl U., Vinka T.G. Stålpålars beständighet mot korrosion i jord – En sammanställning av kunskaper och erfarenheter, rapport 105, Pålkommissionen – Commission on Pile Research, Linköping, Ruotsi, 2009, 94 p.
19. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. *ASTM B117-19*. 2019. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM american standards. 11 p.
20. Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints. *ASTM D714-87(2000)*. 2017. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM american standards. 5 p.
21. Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments. *ASTM D1654-92(2000)*. 2017. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM american standards. 3 p.
22. Рекомендації з улаштування гідроізоляційних систем на основі метилметакрилатної смоли на транспортних спорудах. *Р.В.2.3-37641918-934:2023*. 2023. К.: Агентство відновлення. 58 с.

References

1. Harkusha M. V. (2024). Zastosuvannya hidroizolyatsiynykh pokryttiv dlya zakhystu vid koroziyi dorozhnikh vodopropusknykh trub z metalevykh hofrovanykh konstruktsiy [Application of waterproofing coatings for corrosion protection of road culverts made of corrugated metal structures]. *Tsentrāl'noukrayins'kyi naukovyy visnyk. Tekhnichni nauky*. Vyp. 10(41), ch. I, Kropyvnyts'kyi : TSNTU. S. 91 – 101. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.91-101](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.91-101)
2. Harkusha M. V. (2023). Pidkhody vyznachennya nadiynosti dorozhnikh vodopropusknykh trub z metalevykh hofrovanykh konstruktsiy z pozytsiyi vplyvu koroziyi [Approaches to determining the reliability of road culverts made of corrugated metal structures from the perspective of corrosion]. *Avtomobil'ni dorohy i dorozhnye budivnytstvo*, Kyiv, NTU, 2023. Vyp. 114. CH. 2. S. 164–183. URL: [10.33744/0365-8171-2023-114.2-164-183](https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.2-164-183)
3. Sayt kompaniyi National Corrugated Steel Pipe Association (NCSPA). URL: <https://www.ncspa.org/steel-product/csp-coatings/>
4. Sayt kompaniyi ARMTEC. URL: <https://armtec.com/>
5. National Corrugated Steel Pipe Association (NCSPA). (2002). Field Performance Evaluation of Polymer Coated CSP Structure in Wisconsin.
6. Bradley R. Boyd, J. L. Gattis II, William A. Myers, R. P. Selvam (1999). Guidelines for Selections of Pipe Culverts. TRC9601. Missouri DOT (1987). Study of Use, Durability, and Cost of Corrugated Steel Pipe on the Missouri Highway and Transportation Department's Highway System, Report MR 87-1.
7. Ault J. Peter, Ellor James A. (2000). Durability Analysis of Aluminized Type 2 Corrugated Metal Pipe Creator(s). Ocean City Research Corporation. Corporate Contributor(s) : United States. Federal Highway Administration. Office of Infrastructure Research and Development. Contributor(s). Report Number: FHWA-RD-97-140. URL : <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/35751>
8. Beaton J. L., Stratfull R. F. (1962). Field Test for Estimating Service Life of Corrugated Metal Pipe Culverts. Report 62-06. URL: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbproceedings/41/41-017.pdf>
9. Halmen C., Trejo D., Folliard, K. (2008). Service Life of Corroding Galvanized Culverts Embedded in Controlled Low-Strength Materials. *Journal of Materials in Civil Engineering*. Vol. 20, Issue 5. URL: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2008\)20:5\(366\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(2008)20:5(366))

10. Beben D. (2014). Backfill Corrosivity around Corrugated Steel Plate Culverts. *Journal of Performance of Constructed Facilities*. 2014, Vol. 29, Issue 6. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.000065](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.000065)
11. Proektuvannya ta budivnytstvo sporud iz metalevykh hofrovanykh konstruksiy na avtomobil'nykh dorohakh zahal'noho korystuvannya. Sporudy transportu. VBN V.2.3-218-198:2007. 2007. Kyiv: Ukravtodor. 51 s.
12. Stalevyi ploskyi prokat iz neperervnym haryachym pokryttyam dlya kholodnoho formuvannya. Tekhnichni umovy postachannya DSTU EN 10346:2022 (EN 10346:2015, IDT). 2022. Kyiv: DP "UkrNDNTS". 25 s.
13. Pokryttya, naneseni metodom haryachoho tsynkuvannya na vyroby iz chavunu ta stali. Tekhnichni vymohy ta metody vyprovuvannya DSTU EN ISO 1461:2024 (EN ISO 1461:2022, IDT; ISO 1461:2022, IDT). 2024. Kyiv: DP "UkrNDNTS". 18 s.
14. Mattsson H.-Å., Sundquist H. (2007). The real service life and repair methods of steel pipe culverts in Sweden. *Proceedings of the 1st European Conference on Buried Flexible Steel Structures*, p. 185–193.
15. Petterson, L., Wadi A. (2013). Full-Scale Live Load Tests on older Soil–Steel Composite Bridges Close to Skellefteå, Sweden (test report). *KTH Structural Engineering and Bridges*, 98 p.
16. Camitz G., Bergdahl U., Vinka T.G. (2009). Stålpålars beständighet mot korrosion i jord – En sammanställning av kunskaper och erfarenheter, rapport 105, Pålkommisionen – Commission on Pile Research, Linköping, Ruotsi, 94 p.
17. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. *ASTM B117-19*. 2019. West Conshohocken, Pennsylvania : ASTM american standards. 11 p.
18. Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints. *ASTM D714-87(2000)*. 2017. West Conshohocken, Pennsylvania : ASTM american standards. 5 p.
19. Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments. *ASTM D1654-92(2000)*. 2017. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM american standards. 3 p.
20. Rekomendatsiyi z ulashtuvannya hidroizolyatsiynykh system na osnovi metylmetakrylatnoyi smoly na transportnykh sporudakh. R V.2.3-37641918-934:2023. 2023. Kyiv: Ahent-stvo vidnovlennya. 58 s.

APPLICATION OF METHYL METHACRYLATE COATINGS FOR PROTECTION OF ROAD WATER PIPES MADE OF METAL CORRUGATED STRUCTURES FROM CORROSION

Abstract. *Today, road culverts made of corrugated metal structures are used with a span of 40 m and are a composite soil-steel system and are widely used in the field of transport construction. Road culverts made of corrugated metal structures are economical, aesthetically attractive, have the advantage of quick construction with minimal maintenance in the future, the estimated service life is usually from 50 to 100 years.*

Road culverts are operated in difficult conditions that cause the development of corrosive effects on the metal of the structure, and the metal itself requires proper protection to ensure the reliability and durability of the structure as a whole. Constantly operating in wet conditions, road culverts made of corrugated metal structures are subject to corrosion and abrasion due to environmental influences. Corrosion occurs in several places, on the surface in contact with the soil, on the inside of the pipe where flowing water is present, or on the surface exposed to air. This is due to aggressive substances in the air, water or soil backfill material, such as salts, metals or other aggressive chemicals. Corrosion is the main cause of the destruction of metal structures. The rate of degradation of materials depends on environmental conditions. The expected service life of road culverts is determined by the durability of the material and the durability of the structure. The durability of the material refers to the ability of the pipe to resist wear due to the natural processes of corrosion, abrasion and erosion. When designing road culverts from corrugated metal structures, it is important to understand the environmental conditions throughout its service life in order to assess the suitability of the material. To ensure compliance with the design service life requirements, the steel structure is protected with an anti-corrosion coating.

The paper proposes requirements for additional polymer waterproofing systems applied by liquid method.
Key words: *aggressive environment, waterproofing coating, road culvert, corrosion, methyl methacrylate coatings.*

Harkusha M. V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Bridges, Tunnels and Hydrotechnical Structures, National Transport University, Kyiv



Дата надходження статті: 01.11.2025

Прийнято: 20.11.2025

Опубліковано: 30.12.2025