

МЕТАЛЕВІ МОСТИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОРТЕНОВОЇ СТАЛІ

Кібукевіч М.Г. ДМ-51-22

*Науковий керівник: к.т.н., доц. каф. МКБМ Синьковська О.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Представлено використання кортенової сталі при будівництві мостових споруд на прикладі збудованих споруд у Чеській Республіці [1], що широко описане в [2]. Так під час будівництва мережі автомобільних доріг Чеської Республіки між 2000 та 2010 роками було побудовано ряд мостів із сталевою несучою конструкцією, що вивітрюється (кортенової сталі). Більшість цих мостів розташовано на трасі D1 в Оставі та її околицях. Вибір марки сталі, що вивітрюється, тобто кортенової сталі, тобто групою сплавів сталі які були розроблені з винятковою механічною стійкістю для усунення потреби у фарбуванні, в наслідок найдовшої контрольованої корозії, для прогонів мостів був зумовлений проєктантами особливо низькою вартістю довготривалого обслуговування мостів у порівнянні з традиційними стратегіями захисту, що базуються на використанні звичайної конструкційної сталі, захищеної лакофарбовими системами або іншими захисними покриттями.

Під час ретельного обстеження мостів після 10–15 років експлуатації було встановлено, що на більшості поверхонь мостів було створено достатній захисний шар продуктів корозії [3]. При дослідженні споруд дослідниками [1] звертається увага в першу чергу на розвиток продуктів корозії на сталевій конструкції моста, захищеної зверху бетонним настилом, на які впливає підвищене осадження хлоридів. Значна увага дослідників приділяється вивченню мікрокліматичного середовища навколо мосту та впливу дизайну а також планування мосту на розвиток продуктів корозії.

Для експериментального вимірювання осадження хлоридів та їх впливу на розвиток продуктів корозії було обрано дві конструкції мостів (рис. 1). Обидва мости розташовані в Оставі (Чехія), а саме:

- Міст B1 – сталевий міст з кортенової сталі на дорозі № 479 через автомагістраль, побудований у 2001 році;
- Міст B2: сталевий міст з кортенової сталі на дорозі № 479 через залізничну лінію, побудований це у 1983 році.

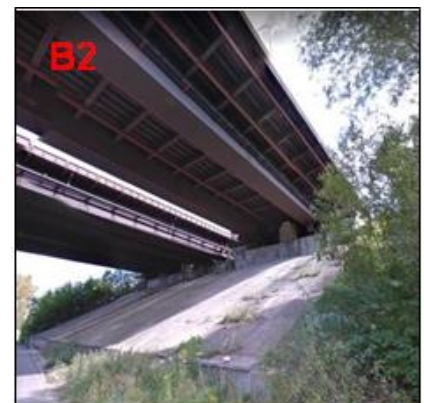


Рисунок 1 – Розташування мостових конструкцій з кортенової сталі
в Чеській Республіці

Розташування мостів можна охарактеризувати відповідно до EN ISO 9223 [4] як міське середовище з категорією корозії для вуглецевих сталей С2 -С3. Вплив морського середовища є незначним, оскільки відстань до найближчого узбережжя становить приблизно 500 км.

Конструкції мостів, що розглянуто в дослідженні, розташовані на одній дорозі. Опорні конструкції обох мостів виготовлені зі сталі вивітрювання S355J2W. Відстань між центрами мостів становить приблизно 200 м (рис.1). Авторами досліджень відмічається, що конструкції мостів схожі між собою. Отже, відмічається дуже схожа ситуація щодо осідання хлоридних та пилових частинок, що активні через рух транспорту, що веде через міст.

З точки зору розвитку продуктів корозії, два порівняні мости відрізняються лише характером перекритої перешкоди. Міст В1 розташований над шосе і під мостом піддається інтенсивному дорожньому руху. Транспортні засоби, що швидко рухаються по трасі D1 є значним джерелом поширення хлоридів у навколишнє середовище та на несучу конструкцію балки моста В1. Взимку хлориди розсіюються по поверхнях конструкції переважно у вигляді аерозолі, тоді як решту року вони розповсюджуються у вигляді пилових відкладень.

На навколишнє середовище під мостом також впливає геометричний план землі, міст має велике співвідношення ширини (41,0 м) до довжини (51,4 м). Окрім 4 смуг для автомобільного транспорту, міст включає дві трамвайні колії. Аерозольні та пилові відкладення, активовані автомобілями, не можуть поширюватися в поперечному напрямку до осі автомагістралі. Це означає, що частинки не потрапляють у навколишнє середовище, а поверхні конструкції мосту піддаються підвищеному осіданню домішок, що містяться в повітрі, включаючи хлориди.

Міст В2 розташований над залізничною лінією та місцевою дорогою з мінімальним рухом транспорту. Тому міст В2 не має значного джерела поширення хлоридів під собою. Дорожній рух на обох мостах ідентичний, тому результати вимірювань можна використати для оцінки впливу руху транспорту під конструкцією мосту на розвиток продуктів корозії.

Аналіз продуктів корозії був проведений після одного року впливу корозійного середовища.

В результаті обстеження відзначено, що на мосту В1 утворився

достатній захисний шар продуктів корозії, характерний для захищених елементів. Виняток становить верхня поверхня нижніх фланців внутрішніх балок, де утворилися не прилипаючі шари продуктів корозії з великою часткою осаджених домішок на поверхні.

Результати вимірювань отриманих науковцями [1], проведених на двох представлених вище конструкціях мосту. За експериментально отриманими даними можливо оцінити вплив мікрокліматичних умов під мостовою конструкцією на розвиток продуктів корозії на типових поверхнях балочних мостів. Міст В1 забезпечує рух транспорту через завантажену трасу D1, на якій у зимовий сезон наносять хімічні засоби від обледеніння. Міст В2 здійснює рух через залізничну лінію і не зазнає негативного впливу інтенсивного дорожнього руху під мостом. Тому порівняння результатів обох мостів може бути використано для оцінки специфічних мікрокліматичних впливів конструкцій мостів, що охоплюють дороги з великим об'ємом руху.

Верхня плита мосту з достатнім бічним звисом захищає основні балки мостів В1 і В2 від посиленого відкладення частинок, що активуються під час руху через міст. Однак міст В1 розташований над завантаженою автомагістраллю, а основним джерелом підвищеного відкладення хлоридів є автомобільний транспорт під конструкцією мосту.

Вплив навколишнього середовища під структурою моста також очевидний з результатів елементарного аналізу досліджуваних зразків. На горизонтальній поверхні мосту В1, що охоплює автомагістраль, після року спостережень було виявлено більш ніж у шість разів більшу різницю у присутності хлоридів у продуктах корозії, ніж на порівнянній поверхні мосту В2 над залізничною лінією. Великі відмінності також проявляються у представленні алюмінію та кремнію, тобто елементів, що вказують на посилення осадження частинок пилу та інших домішок.

Досліджувані мостові конструкції виготовлені з конструкційної сталі S355J2W (кортенової). Основним ризиком корозії, пов'язаним із

застосуванням цієї марки сталі, є ослаблення корозії конструкції або її частин. Розтріскування від корозії під напруженням мало ймовірно. Під час огляду мосту через трасу D1 перевіряли реальну товщину нижніх фланців основних прогонів. Вимірювання проводили за допомогою ультразвукового вимірювача товщини. На жаль, початкова товщина елементів конструкції з моменту спорудження мосту невідома. Тому реальні втрати від корозії після 17 років експлуатації мосту невідомі. Однак фактична товщина все ще знаходиться в межах допустимих допусків використовуваних листів. Тому не потрібно проводити армування елементів конструкції з корозійно-негативним розвитком.

Зазначимо, що хід корозійних процесів на мостах, виготовлених із сталі, що вивірює, значний вплив мають обране конструктивне рішення мосту та особливості місцевих мікрокліматичних умов. Результати проведених вимірювань показують, що загальна класифікація місцевості за категорією корозійної агресивності не є достатньо показовою для прогнозування процесів корозії, якщо не враховувати геометричні параметри конструкції та можливі мікрокліматичні впливи.

Перебіг корозійних процесів може бути дуже різним для різних поверхонь конструкції мосту, що розглядаються. Цей факт повинен бути відображений у проектуванні конструкцій, а також у регулярному обслуговуванні. Вертикально орієнтовані поверхні (зазвичай ребра основних балок) зазвичай утворюють рівномірний тонкий шар корозії, характерний для захищених конструкцій. Найскладнішим питанням є передбачення розвитку продуктів корозії на горизонтальних поверхнях, на які може вплинути посилення осідання частинок повітря. При дотриманні принципів відповідної конструкції та розміщення мосту у відповідних мікрокліматичних умовах на горизонтальних поверхнях розвивається достатньо захисна патина. Навпаки, існує ризик створення незахисних продуктів корозії, пов'язаних з технічно неприйнятним корозійним ослабленням конструкції.

Одним з вирішальних чинників, що впливають на місцевий мікроклімат поблизу моста, є вплив хлоридів, які осідають на елементах конструкції мосту в основному через рух на прилеглих дорогах. Джерелом хлоридів є солі, що використовуються для зимового утримання доріг. За результатами вимірювання осадження хлориду були визначені деякі значні результати. Вимірювання показують, що у випадку з мостами з відповідним конструктивним розташуванням можна значно усунути кількість осаджених хлоридів, джерелом яких є рух по конструкції мосту. Однак посилення осадження хлоридів може статися через інтенсивний рух транспорту під конструкцією мосту.

Перелік посилань

1. Krivy V., Kubzova M., Konevcny P., Kreislova K. Corrosion Processes on Weathering Steel Bridges Influenced by Deposition of De-Icing Salts. *Materials* 2019, 12, 1089.
2. Надточій, Г. А. Аналіз методів захисту мостових елементів від корозії : кваліфікаційна робота ... магістра: 192 Будівництво та цивільна інженерія. Харків : ХНАДУ, 2021. 89 с.
3. Krivy V.; Urban V.; Kreislova K. Development and failures of corrosion layers on typical surfaces of weathering steel bridges. *Eng. Fail. Anal.* **2016**, 69, 147–160.
4. *ISO 9223 Corrosion of Metals and Alloys—Corrosivity of Atmospheres—Classification, Determination and Estimation*; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2012.