

УДК:624.21.092

Більченко А.В., м. Харків, Україна

Захарченко М., м. Харків, Україна

Васильєв Д., м. Харків, Україна

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **ВПЛИВ МІЦНОСТІ ЗАХИСНОГО ШАРУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ЇХ ДОВГОВІЧНІСТЬ**

В практиці експлуатації залізобетонних конструкцій мостових споруд склалася така думка, що їх довговічність в життєвому циклі залежить від початку корозії арматури, а руйнуванню захисного шару бетону не приділяється достатньої уваги. В екстремальних умовах зовнішнього середовища нашої кліматичної зони захисний шар бетону починає руйнуватись на протязі 10÷15 років, а вже після цього починається корозія арматури. При цьому практика показала, що якщо захисний шар повністю зруйнований, то корозія арматури буде меншою, ніж коли він зруйнований, але утримується цією ж арматурою. Це можна пояснити тим, що в цьому випадку арматура обдувається і висушується повітрям, а в другому випадку волога зберігається бетоном і збільшує корозію арматури. Таким чином все залежить від міцності бетону захисного шару і його водонасиченості. Раніш вважалось, що водонасиченість в основному збільшується за рахунок підсосу вологості повітря навколишнього середовища. Це може бути, якщо воно більше ніж насиченість вологою самого бетону в процесі його твердіння. Але звернемо увагу на

технологію укладання і ущільнення бетону, тому що у рідкому стані бетон для удобоукладуємості має збільшене водоцементне відношення. Дуже часто серед спеціалістів дорожньо-будівельної галузі існує думка, що головною причиною низької довговічності залізобетонних конструкцій мостових споруд є недосконале утримання їх в процесі експлуатації. Відсутність організаційних спеціалізованих мостових структур та надійної системи експлуатації у відкритому просторі є вагомою причиною малої довговічності, однак ще на стадії проектування нічого не оговорюється, в яких умовах, за рахунок яких причин і з якою швидкістю буде протікати руйнування залізобетонного елемента. Розглянемо цей процес детальніше. При проектуванні захисний шар приймається конструктивним, в залежності від діаметра арматури і розмірів крупного заповнювача та має малу товщину і малий об'єм по відношенню до розмірів елемента. Цей фактор дуже вільно впливає на неоднорідність бетону та на його механічні характеристики. Міцність бетону захисного шару, як правило, відрізняється від стандартизованої, що отримана при випробуванні кубиків, тому бетон працює із іншими характеристиками, а сумісна робота бетону і арматури буде мінімальною внаслідок малих об'ємів бетону захисного шару тому і малого зчеплення з нею. Це підтверджується аналізом процесів при виготовленні конструкцій, тобто технології бетонування і як вона впливає на міцність, тріщинуватість і на довговічність елементів.

В процесі укладання бетону в конструкції ми зустрічаємось із рухом важкої рідини, що складається із великих

твердих нестійких часток які знаходяться в тістоподібному середовищі, мілких твердих часток і води, а рухливість бетонної суміші залежить від кількості води. Так як жорстка бетонна суміш має кількість води за розрахунком в залежності від хімічної реакції між цементом і водою, а рухливість, тобто удобоукладуємість буде дуже малою, тому і добавляється зайва вода. В процесі переміщування складових бетонної суміші захоплюється велика кількість повітря, який збільшує її об'єм, і який без ущільнення, тобто його видалення, створює в затверділому бетоні раковини. В процесі ущільнення повітряні включення на рахунок коливань роздрібнюються і створюються повітряні пори, кількість яких збільшується завдяки висушуванню зайвої води в процесі твердіння. Слід зауважити, що важка рідина має риси твердого аморфного стану, який зберігає об'єм при можливій зміні форми та має визначену міцність. Рух важкої рідини складається з коливань навколо положення рівноваги і малих перескоків із одного стану рівноваги в інший. Бетон сам по собі дуже погано ущільняється, коли він не рухається, він просто осідає під власною вагою зберігаючи початкову рівновагу складових разом із зайвою водою і повітрям. Щоб створити рух бетонної суміші при бетонуванні застосовуються спеціальні збудники коливань, як правило електричні вібратори або вібруючі форми. В процесі вібрування великі тверді частки неправильної форми за законами руху важкої рідини намагаються зайняти стійке положення і рухаються значно повільніше ніж тістоподібна маса в залежності від своєї ваги, тому на нижніх поверхнях опалубки будуть в

меншій кількості. При цьому в процесі переміщення великі тверді частини, зближуються між собою на мінімальну величину, створюючи твердий каркас, перев'язаний цементним тістоподібним розчином, де прогалини між великими твердими частками заповнюється масою мілких часток. Тому чим далі по поперечному перерізу, тим твердий каркас уповільнюється у своєму русі. Під тиском цих часток тістоподібна маса, що складена із окремих великих часток і маси мілких часток, разом із водою проникають через арматурний каркас і притискуються до опалубки.

Склад бетонної маси по поперечному перерізу буде різним, а склад захисного шару не відповідатиме розрахунковому, тому що процес вібрування призводить до віджимання води як на поверхню елемента так і на весь периметр поперечного перерізу, а водоцементне відношення буде більшим, міцність бетону в захисному шарі буде значно меншим і не відповідати стандартизованому і міцності в середині поперечного перерізу елемента. Крім віджимання води, віджимаються і повітряні включення, що збільшує пористість. Таким чином зменшується міцність і збільшується вплив кліматичних умов, в особливості при циклічному заморожуванні і відтаюванні. Зменшення міцності і збільшення пористості збільшує ризик виникнення хаотичних нестійких тріщин. Ці фактори дуже сильно впливають на довговічність захисного шару.

Технологія укладання бетонної маси наводить на думку, що при визначенні міцності і довговічності бетону поперечного

перерізу елемента необхідно врахувати всі неоднорідності структури бетону, розподіл їх по поперечному перерізу, їх розміри, траєкторію їх руху. Все це може підкорюватися статистичним закономірностям. За даними аналізу при обстеженні мостових конструкцій було встановлено, що параметри макроструктури, за ступенем впливу на міцність і тріщиностійкість бетону захисного шару після початку твердіння розміщуються у такій послідовності: характеристики водоцементного відношення, характеристики технології виготовлення конструкцій, однорідність зерен заповнювача, міцність зони контакту заповнювача із цементно-піщаною тістоподібного масою і кліматичні умови.

Крім цих факторів на стан захисного шару впливає і активність хімічної реакції між цементом і водою. Вплив зовнішньої температури викликає нестійку хімічну реакцію між цементом і водою на протязі перших днів набору міцності бетону, тому раннє розпалублювання призводить до з'явлення хаотичних нестійких мікротріщин. Крім того можлива дія власної ваги в зігнутому елементі так як бетон в розтягнутій зоні в наслідок малої товщини та об'єму працює не як пружно-пластичний, а як пластичний матеріал. Тому ефективність колективної роботи бетону і арматури різко падає, в результаті того, що арматура працює в пружній стадії, а бетон в пластичній, так як пружні деформації при розтягненні в малих об'ємах захисного шару мікроскопічні. В даних умовах з боку захисного шару спостерігається дуже мала передача розтягуючих зусиль від бетону на арматуру, а цей процес закінчується з'явленням

мікротріщин в двох площинах – на поверхні елемента і на контакті із арматурою. Цей процес нестійкого з’явлення тріщин значно зменшує колективну роботу бетону і арматури та зменшує довговічність роботи бетону захисного шару. Слід звернути увагу ще на один технологічний процес при виготовленні залізобетонних елементів. На відміну від буд-яких будівельних матеріалів на будівельному майданчику бетон вимагає догляду за свіжеукладеним бетоном на якийсь період. При цьому дуже сильно впливають кліматичні умови. В особливості це позначається на захисному шарі бетону, який має дуже малу товщину і малий об’єм. Навіть невеликі відхилення від нормованих умов догляду викликають або зміни міцності або з’явлення мікротріщин.

Проведений аналіз показав, що руйнування бетону захисного шару в процесі експлуатації відбувається в залежності від явищ, що виникають в процесі технології виготовлення, дії мінімального зовнішнього навантаження та кліматичних умов. Тому для оцінки довговічності залізобетонних елементів необхідно, в першу чергу, забезпечити збереження захисного шару завдяки вдосконаленню технології виготовлення конструкцій, застосуванню домішок при виготовленні бетону, які зменшують жорсткість і хаотичні технологічні тріщини та виконання хімічних покриттів конструкцій, що зменшують агресивну дію навколишнього середовища. Це завдання не тільки для проектувальників, а й експлуатаційним організаціям. Маючи наукову базу розв’язування цього питання можна приступити до

розробки прогнозування довговічності мостових залізобетонних конструкцій і визначати їх життєвий цикл.

УДК 528.2/5

Вахтанін С.М. м. Харків, Україна

ТОВ «БВ Інжинірінг»

Кривий П.П. м. Харків, Україна

Самойлова Г.В. м. Харків, Україна

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ПЛАНОВИХ ОПОРНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ**

Планові опорні геодезичні мережі є базисом для винесення проєктів будівництва у природу, виконання спеціальних інженерно-геодезичних робіт, спостережень за небезпечними природними і техногенними процесами, забезпечення будівництва та експлуатації об'єктів. Найпоширенішими методами побудови планових опорних геодезичних мереж на сьогоднішній день є: триангуляції, трилатерації і полігонометрії, а також поєднання цих способів. Вони відносяться до традиційних методів побудови планових опорних інженерно-геодезичних мереж. Деякі з цих методів, як, наприклад, триангуляція сьогодні менш поширені, тоді як полігонометрія, навпаки, в зв'язку з широким впровадженням електронного геодезичного обладнання, застосовуються все частіше [1].