

МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА, РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION, REPAIR AND RESTORATION OF CONCRETE PAVEMENTS

Толмачов С.М., д.т.н., проф., (Харківський національний автомобільно-дорожній університет), Токар А.А. технолог ПрАТ «Кривий Ріг цемент»

Tolmachov S.M., Doctor of Technical Sciences, Prof., (Kharkiv National Automobile and Road University), Tokar A.A. technologist PJSC "Kriviy Rig Cement"

Вважається, що ремонт та відновлення бетонних покриттів автошляхів та майданчиків є більш складним технологічно. Крім того, він вимагає значних витрат часу на твердіння бетону та великих матеріальних витрат. Однак, в умовах постійного дефіциту та зростаючої вартості органічних в'язучих необхідно розглянути реальність проведення таких робіт, використовуючи неорганічні в'язучі.

Швидкість будівництва або ремонту доріг, якість бетонних покриттів залежить в першу чергу від сировинних матеріалів для бетонів. Це впливає на ефективність технологій виготовлення та укладання бетонної суміші, а також на ефективність використання обладнання.

Розглянемо якість матеріалів. Окрім традиційно застосовуваних кварцових пісків для розширення сировинної бази та підвищення якості бетонів доцільним є застосування дрібних заповнювачів із побічних продуктів тієї ж будівельної індустрії. До них відносяться відходи від розпилювання вапнякових порід на стінові блоки. Проведені дослідження показали, що висока пористість таких заповнювачів дозволяє їм агрегувати надмірну кількість води, яка використовується при гідратації цементу після 28 діб. Це призводить до збільшення швидкості набору міцності у часі, а також щільності та морозостійкості бетонів на 20...40 %. Застосування таких заповнювачів у важких бетонах значно дешевше, ніж спеціальних капсул, що містять воду, які широко рекламують за кордоном. У даному випадку йдеться про бетон, що саморемонтується - Self-Repairing Concrete (SRC). Цей вид бетону відрізняється тим, що в його склад, в зону, в якій діють напруження розтягу вводять спеціальні міні-капсули (або волокна), наповнені смолою і затверджувачем.

Коли внутрішня напруга перевищує певний рівень, капсули ламаються, відбувається злиття компонентів, які проникаючи в мікротріщини, що утворюються заповнюють їх, і, як наслідок, твердіють, блокуючи дефект. Інший спосіб саморемонту SRC полягає в використанні

бентонітових глин, які здатні набухати при дії вологи і заповнювати гелеподібною речовиною тріщини і дефекти. Однак, у дорожньому будівництві застосування таких добавок неможливе, оскільки деформації набухання та подальшої усадки призводять до руйнування структури бетону. Недоліком бетонів з вапняковими дрібними заповнювачами є підвищений знос покриття. Однак, існують сучасні хімічні добавки та технологічні прийоми, які дозволяють тією чи іншою мірою вирішити цю проблему.

Можна сказати, що друге народження в технології дорожніх та аеродромних бетонів переживає застосування відсіву дроблення гірських порід. У 80-х роках минулого століття відсіву не знайшли застосування через достатню кількість кар'єрів середніх і крупних пісків та підвищену кількість пилюватих частинок у їхньому складі. Сьогодні, в умовах дефіциту середніх пісків застосування відсіву дозволяє ефективно використовувати дуже дрібні і навіть тонкі піски практично будь-яких місцевих кар'єрів. Застосування комбінації дуже дрібного піску та відсіву, як показують дослідження та практична реалізація, дозволяє не лише підвищити міцність дорожніх бетонів, а й збільшити їхню зносостійкість. Раціональне поєднання природного та штучного пісків коливається в широких межах і залежить від їхньої гранулометрії.

Можливістю розширити сировинну базу заповнювачів є використання кварцитових заповнювачів. Основними проблемами при їх застосуванні є забрудненість поверхні кварцитового щебеню та велика кількість лещадних частинок у їхньому складі. Багаторічні дослідження та практичне застосування кварцитових щебенів показує, що найбільш ефективним методом очищення їх поверхні є роздільна технологія виготовлення суміші, при якій у змішувач спочатку подають щебінь і воду, а потім – всі інші компоненти. Експлуатаційні показники бетонів на кварцитах, виготовлених за цією технологією можуть перевищувати характеристики бетонів на гранітних щебнях. Кварцитові заповнювачі складно використовувати для домобудівництва через їхню підвищену щільність, а значить підвищену масу виробів. Але це не так важливо для дорожніх бетонів. Кількість лещадних частинок у кварцитовому щебені знижується при зменшенні крупності частинок, тому доцільним є застосування дрібних фракцій щебеню. Вибір раціонального співвідношення між фракціями щебенів також дозволяє зменшити середній вміст лещадних частинок у суміші фракцій.

Основним компонентом у бетонній суміші є в'язуче. Традиційно для дорожніх бетонних покриттів у нас в країні застосовують цементи із вмістом мінеральних добавок не більше 5% – СЕМ I чи ПЦ I. Одним із найпростіших шляхів розширення сировинної бази в'язучих для дорожніх покриттів є застосування інших типів цементів. Світовий досвід будівництва бетонних покриттів свідчить про широке використання

цементів, що містять добавки золи або шлаку. Однак, мінеральний та хімічний склад цементів при цьому не розкривають. Роботи, проведені під керівництвом професора М.А. Саницького, показують можливість застосування цементів із добавками не лише шлаку та золи, а й інших мінеральних добавок. Проведені нами дослідження показали, що підвищення ефективності застосування, наприклад, цементів, що містять шлаки, можна забезпечити за рахунок оптимізації процесів помелу клінкеру і шлаку. Цікаво, що в однакових умовах питомі поверхні подрібнених шлаків та клінкеру однакові. Це дозволяє припустити ідентичність механізмів розмелювання шлаку та клінкеру, а також можливість керування ними за допомогою сучасних хімічних добавок. При цьому необхідно підібрати раціональне співвідношення між кількістю шлаку та клінкеру. Ще одним шляхом підвищення ефективності використання шлаковмісних цементів є активізація не тільки гідравлічних, а й пуцоланових властивостей мінералів шлаку. Це також можна здійснити за допомогою добавок.

Застосування фібри досить відоме. Однак, до цього часу фібробетони практично не застосовують у дорожніх бетонних покриттях. По-перше, це пов'язано з неправильним ставленням практиків-шляховиків до застосування цього нового матеріалу (враховують тільки збільшення вартості бетону), по-друге, існує певний сумнів щодо ефективності застосування фібри в дорожніх бетонах, а по-третє, різноманіття видів фібри вносить деяку невизначеність у питанні вибору фібри. Ефективність застосування фібри у багатьох бетонних виробках та конструкціях доведена численними дослідженнями за кордоном. У нашій країні вони проводилися і проводяться під керівництвом професорів Л.І. Дворкіна, А.В. Мішутіна, У.Д. Марущак, С.І. Солодкого, Соболь Х.С., М.Г. Сур'янінова, С.М. Толмачова, які показали високу якість фібробетону для спеціальних виробів та конструкцій. Що стосується дорожнього та аеродромного бетонів, то слід ймовірно виключити застосування металевої та скляної фібри через схильність до корозії та небезпеки для коліс транспортних засобів. Поліамідна та вуглецева фібри досить дефіцитні, дорогі та недостатньо ефективні. Тому найбільший інтерес для монолітних дорожніх бетонів становить застосування поліпропіленової та базальтової фібри. Поліпропіленова фібра випускається різних розмірів та конфігурації. Наші дослідження показали, що найбільший ефект для таких бетонів забезпечується застосуванням суміші фібри двох видів: тонковолокнистої з діаметром волокон 20...50 мкм та жорсткої макрофібри, що складається з волокон, перетином 1...2 мм². У цьому випадку жорстка фібра створює в макро- і мезоструктурі бетону каркас, що сприймає навантаження, а тонка фібра стримує деформації усадки. Таке поєднання дозволяє підвищити на 30...40 % міцність за розтягом, ударну та втомну міцність, зносостійкість, морозо- та корозійну стійкість. Тому мета застосування фібри не економія цементу, а загальне значне збільшення терміну служби дорожніх покриттів.

Крім того, подібне дискретне армування дозволяє якщо не відмовитись, то суттєво зменшити ступінь армування бетону металевими стрижнями.

Основним компонентом складу дорожніх бетонів, який принципово змінює властивості бетонних сумішей та бетонів є хімічні добавки та просочувальні системи. Дія повітровтягуючих добавок спрямовано лише на підвищення морозо- та корозійної стійкості та механізм їх впливу досить вивчений. У той же час, вплив суперпластифікаторів, особливо сучасних, настільки різноманітний, що досі досліджується різними вченими. Так, наприклад, незважаючи на те, що відома виборча адсорбція суперпластифікаторів на позитивно заряджених ділянках цементних зерен, логічним є подібна адсорбція на інших матеріалах, що мають позитивний поверхневий заряд. У цьому випадку показники адсорбції, у тому числі її швидкість та щільність залежать від загальної величини заряду та його розташування у структурній формулі добавки. Такий підхід дозволяє керувати впливом суперпластифікатора на властивості цементних систем.

Вважається, що нанесення просочення на поверхню бетонного покриття сприяє підвищенню його довговічності. Наші дослідження показали, що ця думка досить спрощена. Насамперед, слід розуміти, що механізм дії просочувальних складів заснований на їх проникненні в поверхневий шар покриття. Враховуючи те, що хімічний склад просочення, в основному, має органічну основу, то просочення має пройти на достатню глибину. Якщо це не станеться, то органікою буде просочене тонкий шар, що прилягає до поверхні. Наші дослідження показали, що якщо цей шар не більше 5 мм, то при дії агресивних середовищ може відбуватися лушення і руйнування спочатку ослабленого шару, а потім і нижчих шарів. У рекламних проспектах різних фірм, що випускають просочення, ця глибина варіюється від 10 до 50 мм. Але для дорожніх бетонів з регламентованою міцністю В30 і вище, водопоглинанням не більше 2 % і водонепроникністю 8 і вище просочення на таку глибину є неможливим. Тому застосування просочувальних складів, що не мають особливих властивостей (крім гідрофобізуючого) для високощільних і міцних бетонів не є безумовно необхідним. Більш того, воно може призвести до лушення поверхні покриття. З іншого боку, застосування просочувальних складів, що гідрофобізують поверхню покриття дозволяє захистити її від корозійних процесів, що відбуваються в цементі. Але такий захист слід проводити протягом перших двох-трьох років. У той же час застосування складів, що володіють комплексом властивостей (що ущільнює, що підвищує твердість), є найпростішим способом ремонту покриттів, що мають часткове руйнування поверхні. Тому складні багатофункціональні просочення ефективні для частково зруйнованих бетонів або бетонів міцністю менше класу В25.