

Толмачов С.М., д-р техн. наук.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДБОРУ СКЛАДІВ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ І ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ ЖОРСТКИХ ШАРІВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

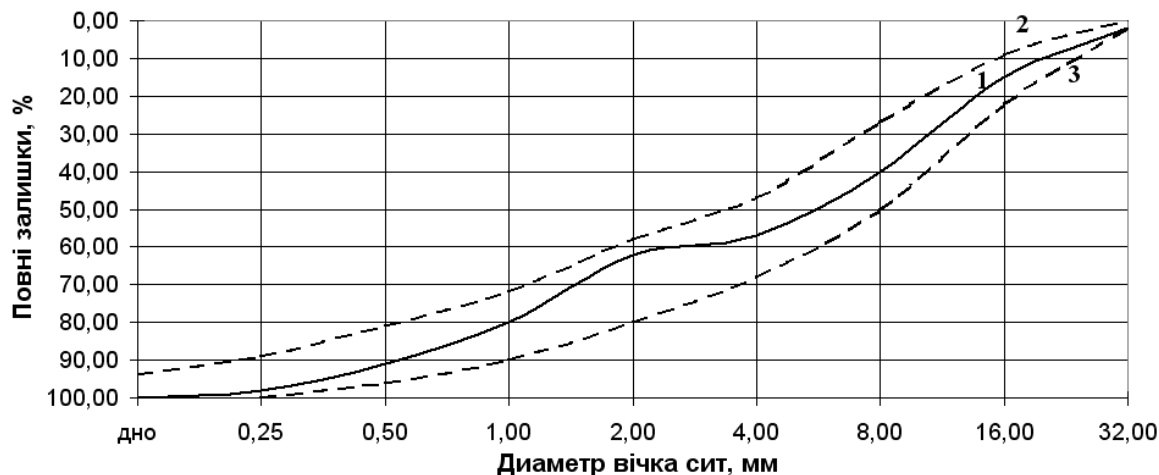
Основною метою всіх методик підбору складу цементного бетону є створення такої упаковки частинок заповнювача, яка приводить до максимальної для кожного конкретного випадку щільності бетону на всіх рівнях його структури, і зменшенню пористості. Це дозволить підвищити не тільки характеристики міцності бетону, але, в першу чергу, його довговічність в агресивних середовищах. Це особливо важливо для дорожнього бетону, який постійно працює в умовах одночасної дії механічних навантажень від транспорту, кліматичних факторів і рідких сольових середовищ. Особливу роль для підвищення щільності бетону відіграє співвідношення великого та дрібного заповнювача.

Традиційний підхід до підбору складу бетону, заснований на використанні вихідної формули БолOMEЯ-Скрамтаєва (1):

$$R_6 = AR_c (C/B - 0,5). \quad (1)$$

Метод придатний в ідеальному випадку (кубовидний заповнювач без пилу, який вкладається в граничні криві). Цей метод можна застосовувати для сумішей з легкоукладальністю Ж1...Р1, але все одно вимагає експериментальної перевірки і подальшого коректування складу. Існуючі методики враховують коефіцієнти розсунення, різні емпіричні коефіцієнти і т.д., але в жодному разі не дають гарантії створення максимально щільної для даних заповнювачів структури. Практично всі методики розраховані на застосуванні однорідних заповнювачів, оскільки вони надходять з одних кар'єрів. За фактом кожна партія заповнювачів відрізняється від іншої, особливо по гранулометрії та вмістом тонких фракцій. Тому більшість методик не дозволяє отримати важкі бетони з високою середньою щільністю. Більш ефективна методика підбору

складів сумішей по кривих розсіювання всіх заповнювачів, наприклад, методика, що прийнята в Німеччині (рис. 1).



1) фактична крива повних залишків; 2), 3) нормативні криві

Рисунок 1 - Криві розсіювання при вдалому співвідношенні інертних заповнювачів

У ХНАДУ (ХАДІ) на кафедрі технології дорожньо-будівельних матеріалів (ТДБМ) нами була розроблена своя методика підбору складів бетонів, згідно з якою відношення масових частин кожної наступної фракції має бути 1:1, а відношення діаметрів частинок сусідніх фракцій 1:4...6. В цілому підбори складів по цим двом методиками збігаються. Але необхідно враховувати те, що майже в усіх методиках прийнято те, що форма зерен заповнювачів округла або кубовидна. Значить структура бетону розглядається як система з упакованих округлих або кубовидних частинок.

Насправді форма частинок заповнювача різноманітна, що вносить істотну поправку до складу бетонної суміші та бетону. Тому підбір реального складу бетонної суміші повинен спиратися на деякі загальні моменти, пов'язані з призначенням бетону і рухливістю бетонних сумішей. Більш, ніж 30-річний досвід роботи по підборам складів бетонних сумішей для будівництва шарів дорожніх і аеродромних одягів та науковий супровід будівництва в різних регіонах, дозволяє сформулювати деякі основні принципи технології та підбору складу бетонів транспортного призначення.

1. Бетони для дорожнього і аеродромного будівництва. Суміші укладаються в стаціонарних або пересувних опалубках за допомогою комплекту бетоноукладальних машин з легкоукладальністю Ж1...П1.

- максимальна крупність заповнювачів повинна бути не більше 16...20 мм;

- при підборі обов'язкове застосування двох фракцій щебеню;

- обов'язкове застосування пісків середньої крупності або пісків різної крупності, що забезпечують безперервну гранулометрію;

- у складі заповнювачів бажано наявність частинок розміром 0,16 мм і менше;

- обов'язкове застосування суперпластифікаторів і повітроутягуючих добавок, що забезпечують збереження проектних показників бетонної суміші протягом технологічного періоду;

- можливе застосування мінеральних добавок і фібри різного походження;

- суміш укладають на капілярпрериваючий шар або фільтруючий шар геотекстилю (залежно від гідрогеології району укладання та ін. факторів);

- при двошаровому бетонуванні металеві стрижні для армування поздовжнього і поперечних швів занурюють в нижній шар бетонного покриття;

- при одношаровому бетонуванні армуючі стрижні занурюють в середину шару покриття;

- при неможливості занурення армуючих стрижнів за допомогою бетоноукладача, їх встановлюють і закріплюють на основі окремо. Відстань між стрижнями повинна відповідати відстані між глибинними вібраторами;

- замість армуючих стрижнів можливе застосування арматурних сіток або каркасів за технологією безперервного армування;

- при бетонуванні за допомогою ковзної опалубки нанесення плівкоутворюючого складу для захисту від випаровування вологи роблять на верхню і бічні поверхні бетонного покриття, що укладається;

- догляд за бетоном за допомогою плівкоутворюючих матеріалів та інших технологічних прийомів рекомендується проводити не менше 7...10 діб;

Сьогодні покупку дорогих комплектів бетоноукладацьких машин можуть дозволити собі лише великі дорожньо-будівельні організації, які мають великі обсяги будівництва. Дрібні і середні організації не мають таких можливостей, але часто стикаються з необхідністю будівництва майданчиків або ділянок доріг із цементобетону. Хорошим виходом у цьому випадку є використання засобів малої механізації - глибинних вібраторів і віброрейок. У

80-х - початку 90-х років в організаціях «Агродорстрою» дорожні цементобетони ущільнювали саме такими механізмами. На кафедрі ТДБМ є багаторічний досвід підбору складів бетонів в тому числі на місцевих матеріалах: вапняках, шлаках, кварцитах, гравійних матеріалах і ін. Були розроблені технології укладання і ущільнення високорухомих бетонних сумішей практично для всіх дорожньо-кліматичних зон України з урахуванням їх ущільнення віброрейками і глибинними вібраторами. Ці особливості можна сформулювати наступним чином.

2. Бетони для дорожнього і аеродромного будівництва. Високорухомі і литі суміші, що транспортуються в автобетонозмішувачах, які укладаються в стаціонарні опалубки і ущільнюються за допомогою засобів малої механізації легкоукладальністю П2...П4.

- максимальна крупність заповнювачів повинна бути не більше 16...20 мм;

- рекомендується застосування двох фракцій щебеню, але при використанні відсіву дроблення гірських порід можливе застосування суміші фракцій щебеню 5-20 мм. Особливу увагу при цьому необхідно приділяти такому співвідношенню між заповнювачами, яке дозволяє забезпечити їх максимальну щільність.

- в суміші дрібного і великого заповнювачів має бути збільшено вміст піску в порівнянні з його вмістом в малорухомих бетонних сумішах;

- по модулю крупності піски, що використовуються можуть відноситись до категорії дуже дрібних, дрібних або середніх пісків з обов'язковим вмістом фракцій менше 0,16 мм;

- обов'язкове застосування суперпластифікаторів і повітроутягуючих добавок, що забезпечують збереження проектних показників бетонної суміші протягом технологічного періоду;

- рекомендується застосування мінеральних добавок і (або) фібри різного походження;

- суміш укладають на капіляропрериваючий шар;

- догляд за бетоном, що твердіє із застосуванням плівкоутворюючого матеріалу здійснюють не менше 10...14 діб.

У середині 80-х - початку 90 - х років у Криму при науковому супроводі будівництва сільських і внутрішньогосподарських доріг з цементобетонним

покриттям за допомогою засобів малої механізації співробітниками кафедри ТДБМ ХНАДУ були побудовані десятки кілометрів таких доріг з використанням місцевих матеріалів. За результатами цього будівництва нами спільно із ДерждорНДІ було видано низку нормативних документів, у тому числі і ДСТУ на цементобетонні суміші і цементобетони на вапнякових заповнювачах. Відповідно до цих рекомендацій в період до 2014 року були побудовані ділянки доріг в багатьох регіонах України. Розроблені склади та технології знайшли застосування при будівництві аеропортів у м. Донецьку, м. Львові, м. Харків.

Враховуючи те, що в дорожніх організаціях України сьогодні досить великий парк техніки для влаштування асфальтобетонних покриттів, нами була вдосконалена відома технологія будівництва покриттів і основ з цементного бетону, що ущільнюється методом укочування. Це досить швидкий і ефективний спосіб будівництва. Причому його перевагою є можливість улаштування не тільки основ під асфальтобетон, але і верхніх шарів покриттів. Це можуть бути покриття так званого перехідного типу, які через певний час перекривають асфальто- або цементобетоном. Міцність основ і таких покриттів залежно від складу і витрати цементу знаходиться в межах 5...20 МПа. Це можуть бути цементобетони для верхнього шару покриття міцністю до 50...60 МПа. Особливе значення має те, що при правильно підбраному складі бетону його морозосолестійкість перевищує цей показник для віброущільненого бетону на 1-2 марки. Передусім високі експлуатаційні характеристики бетонів, ущільнених укоченням пояснюються мінімальною витратою води у складі сумішей. Перевагою є і те, що напівсухі суміші можна транспортувати автосамоскидами (як показав наш досвід час транспортування до 1,5...2 годин), укладають асфальтоукладальниками і ущільнюють катками.

Досвід будівництва основ, ущільнених укочуванням з пісного бетону в Курській області показав, що максимальна крупність заповнювачів у складі суміші повинна бути збільшена до 40, а можливо і 80 мм. При правильному підборі складу суміші це дозволяє створити несучий каркас.

3. Бетони для дорожнього і аеродромного будівництва. Напівсухі суміші, транспортуються в автосамоскидах, що укладаються без опалубки і ущільнюються укочуванням з легкоукладальністю Ж2...Ж4.

- максимальна крупність заповнювача повинна бути збільшена до 40...80 мм;

- рекомендується застосування щебеню двох – трьох фракцій, можливе використання суміші фракцій 5-20 мм або 5-40 мм;
- вміст піску в напівсухих сумішах має бути збільшено у порівнянні з сумішами, що ущільнюються вібрацією;
- залежно від призначення бетону можливе застосування дуже дрібних, дрібних або середніх пісків в суміші з відсівами каменеподрібнення;
- вміст цементу у порівнянні з бетонами основ і покриттів, що ущільнюються вібрацією може бути зменшено від 1,2 до 2,0 разів;
- рекомендується застосування пластифікуючих добавок;
- залежно від призначення бетону можливе застосування мінеральних добавок;
- догляд за бетоном, що твердіє здійснюють не менше 1...3 діб.

В Україні склалася і діє досить широка мережа кар'єрів кам'яних матеріалів, в тому числі щебеню і піску. Крім того, існують кар'єри супутніх матеріалів, наприклад, шлакових і кварцитових щебеню і піску. Всі ці кар'єри випускають різну за якістю продукцію, яка вимагає класифікації та паспортизації. Вже давно стало звичкою у більшості виробників використовувати місцеві, часто некондиційні, заповнювачі, цементи непридатного складу для даного шару покриття або основи. Про хімічні або мінеральних добавках і говорити не доводиться - застосовують ті, які подешевше, часто на відповідають призначенню шару дорожнього одягу. Це приводить до того, що бетонні суміші, а значить і бетони, не відповідають необхідним показникам якості. Тому крім дотримання зазначених рекомендацій остаточне доведення складу бетонних сумішей необхідно проводити на будівельному об'єкті. Як показує практика, дуже часто потрібна корекція окремих технологічних параметрів, пов'язана не тільки зі змінами у складах бетонів, але й змінами кліматичних факторів, поточними зупинками та ін. Тому найважливішу роль при будівництві доріг і майданчиків, а, особливо, основ і покриттів в аеропортах, грає науковий супровід будівництва. Досвід нашої роботи показав, що найкращі результати дає спільна робота виробничої лабораторії, що здійснює поточний контроль якості матеріалів і технологій, і незалежної лабораторії, яка веде науковий супровід і вирішує постійно виникаючі нестандартні питання будівництва.