

МІЦНІСТЬ І ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ФІБРОБЕТОНІВ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДЛОГ ЗІ СТАЛЕВОЮ ТА ПОЛІПРОПІЛЕНОВОЮ ФІБРОЮ

Кривяков С.О., *д.т.н., доц.,* **Гедулян Д.Ю.,** *асп.,*
Крижановський В.О., *асп.,* **Заволока М.В.,** *к.т.н., проф.*
(Одеська державна академія будівництва та архітектури)

За вимогами ДБН В.2.3-4:2015 для дорожніх покриттів можуть використовуватись цементобетони класів на стиск від С12/15 до С50/60 і на розтяг при згині від $B_{тб}$ 2,0 до $B_{тб}$ 6,0, допустимі марки за стиранністю від G1 до G3.

Для покращення фізико-механічних властивостей бетонів для жорстких покриттів автомобільних доріг і промислових підлог сьогодні активно використовується дисперсне армування з різними типами фібри [1,2]. Але у зв'язку із зростанням цін на металеву фібру стає актуальною задача використання дисперсних волокон з більш дешевих матеріалів, наприклад з полімерів [3].

В дослідженнях було порівняно показники міцності та стиранності фібробетонів з використанням різних типів фібри, а саме сталеві виробництва «Стальканат-Сітур» (довжина 50 мм, діаметр 1 мм) і поліпропіленової «Baumesh» (довжина 36 мм, діаметр 0,68 мм).

Для приготування фібробетонів використовувався портландцемент CRH ПЦ II/A-III 500 P-H, щебінь фракції 5-20 мм і кварцовий пісок з модулем крупності 2,75. Полікарбоксилатний суперпластифікатор MC-PowerFlow 3200 використовувався для забезпечення рівної легкоукладальності фібробетонних сумішей S4. Відповідно для досягнення необхідної марки S4 контрольного складу №1 (без фібри), складів фібробетонів дисперсно-армованих поліпропіленовою фіброю №2, №3 і №4 (2, 2,5 і 3 кг/м^3) та складів з армуванням сталеві фіброю №5, №6 і №7 (15, 20 і 25 кг/м^3) необхідна кількість суперпластифікатору становила відповідно 3,4 кг/м^3 (0,944% від маси цементу), 4,08 кг/м^3 (1,133% від маси цементу) та 3,64 кг/м^3 (1,011% від маси цементу). Середня густина бетонів і фібробетонів знаходилася у діапазоні 2410-2440 кг/м^3 .

Бетон контрольного складу №1 відповідав проектному класу на стиск С20/25. У віці 7 діб контрольний склад мав міцність на стиск 28,9 МПа, що для раннього віку умовно відповідає класу бетону С16/20. Зразки фібробетонів №2 і №3 з поліпропіленовою фіброю мали міцність на стиск у тому ж віці 29,5 та 31,4 МПа відповідно, що також умовно відповідає класу бетону С16/20. Зразки фібробетону №4 з поліпропіленовою фіброю досягли міцність на стиск 32,2 МПа. Отже вже у віці 7 діб зразки фібробетону №4 відповідали проектному класу С20/25. В свою чергу зразки фібробетону №5 зі сталеві фіброю на 7

добу твердіння мали міцність на стиск 30,9 МПа, тобто умовно відносилися до класу С16/20. Зразки фібробетонів №6 і №7 зі сталевією фіброю за 7 діб досягли міцності на стиск 32,1 МПа та 33,3 МПа відповідно та вже у цьому віці відповідали проектному класу С20/25.

На 28-му добу контрольний склад №1 відповідав проектному класу С20/25 та мав міцність на стиск 35,6 МПа. В свою чергу всі фібробетони з поліпропіленою фіброю на 28 добу мали клас бетону С25/30 та в залежності від кількості фібри мали міцність на стиск від 38 до 41 МПа. Фібробетони армовані сталевією фіброю також досягли класу С25/30 у проектному віці та в залежності від кількості фібри їх міцність на стиск була в діапазоні від 39 до 43 МПа. При цьому витрата цементу на 1 м³ фібробетонів була аналогічною контрольному складу №1 (360 кг/м³).

Тобто використання різних типів фібри позитивно впливає на міцність фібробетонів на стиск. Усі досліджені фібробетони у проектному віці мали міцність, яка забезпечує на один клас вище у порівнянні з контрольним складом. Застосування поліпропіленої фібри у середньому підвищило міцність фібробетонів на стиск у порівнянні з контрольним складом на 7,6% у віці 7 діб та на 12,6% у віці 28 діб. Фібробетони зі сталевією фіброю у віці 7 діб перевищували міцність на стиск контрольного складу в середньому на 11,3%, а у віці 28 діб – на 16,4%.

Випробування фібробетонів на міцність на розтяг при згині проводилися у віці 28 діб. Міцність бетону контрольного складу була 3,53 МПа, що відповідає класу В_т 2,8. Фібробетони №2-4 з поліпропіленою фіброю мали міцність на розтяг при згині від 4,49 МПа до 4,72 МПа, фібробетони №5-7 зі сталевією фіброю досягали показників міцності на розтяг при згині від 4,47 МПа до 4,75 МПа. Тобто всі фібробетони відповідали класу В_т 3,6 і мали міцністю на розтяг при згині у середньому на 30% вище міцності контрольного складу.

Можна відзначити, що міцність на стиск і на розтяг при згині бетонів зі сталевією фіброю практично дорівнює показникам міцності бетонів з пропіленою фіброю. При цьому слід враховувати, що порівнюються фібробетони з суттєво різним вмістом волокон: до 3 кг/м³ для поліпропіленої фібри «Baumesh» та до 25 кг/м³ для сталевієї анкерної фібри. Беручи до уваги підвищення цін на сталеву продукцію, використання поліпропіленових волокон може бути більш доцільним.

Зносостійкість є важливим показником якості бетону дорожніх покриттів та промислових підлог, які постійно знаходяться під впливом зовнішніх зусиль від автомобілів, навантажувачів, тощо.

Встановлено, що контрольний склад мав стиранність 0,52 г/см² та за діючим ДСТУ 8858:2019 не допускається для влаштування

цементобетонних дорожніх покриттів, тому що його це показник більше допустимих $0,50 \text{ г/см}^2$.

При введенні волокон фібри обох типів зносостійкість бетону підвищується. Стиранність матеріалу зменшується у середньому на 39,1% при використанні поліпропіленової фібри виробництва «Baumesh» в залежності від її кількості, а також на 30,9% при використанні сталеві фібри виробництва «Стальканат-Сілур». Витрата поліпропіленової фібри у кількості 2 кг/м^3 , сталеві фібри 15 кг/м^3 та 20 кг/м^3 дозволяє отримувати фібробетони з маркою за стиранністю G3, а витрата поліпропіленової фібри $2,5$ та 3 кг/м^3 або сталеві фібри 25 кг/м^3 дозволяє отримувати фібробетони з маркою за стиранністю G2. Краща зносостійкість фібробетонів з використанням поліпропіленової фібри пояснюється кращим її зчепленням з бетонною матрицею, що простежувалося при випробуваннях міцності на згин. За рахунок меншого зчеплення сталеві волокна «вивільняються» з бетонного масиву, в той час як поліпропіленові залишаються у ньому і надають більшу резистентність зносу композиту.

Таким чином встановлено, що використання дисперсного армування поліпропіленовою фіброю «Baumesh» у кількості до 3 кг/м^3 дозволяє підвищити міцність бетону на стиск та на розтяг при згині, а також його зносостійкість у тому ж масштабі, як і використання дисперсного армування сталевію анкерною фіброю «Стальканат-Сілур» у кількості до 25 кг/м^3 . При цьому з економічної точки зору використання поліпропіленової фібри, яка має набагато меншу витрату в порівнянні зі сталевію, є більш доцільним.

Отримані склади фібробетонів за своїми фізико-механічними характеристиками можуть використовуватися для влаштування жорстких цементобетонних дорожніх покриттів та бетонних промислових підлог.

Література

1. Chajec A., Sadowski L. The effect of steel and polypropylene fibers on the properties of horizontally formed concrete. MDPI Materials. 2020. № 13(5827). 19 p.
2. Kos Z., Kroviakov S., Kryzhanovskiy V., Grynyova I. Research of Strength, Frost Resistance, Abrasion Resistance and Shrinkage of Steel Fiber Concrete for Rigid Highways and Airfields Pavement Repair. MDPI Applied Sciences. 2022, 12, 1174
3. Saidani M., Saraireh D., Gerges M. Behaviour of different types of fibre reinforced concrete without admixture. Eng. Struct. 2016. №113. P. 328-334.