

## ВПЛИВ ГІДРОФОБІЗАЦІЇ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА НА МІЦНІСТЬ І УСАДОЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ БЕТОНУ

**І.В.Барабаш, д.т.н., проф., А.І.Ворохаєв, інж.**

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

Відомо, що застосування дисперсного армування дозволяє покращити одночасно декілька показників якості бетонів. Основний механізм впливу фібри полягає у зниженні крихкості композитів та їх початкової усадки. На сучасному етапі найбільш поширеними видами волокон є поліпропіленові та базальтові, що пояснюється їх ефективністю, корозійною стійкістю і відносною дешевизною. Проте введення до складу бетону фібри призводить до деякого зниження рухомості суміші або до необхідності підвищення В/Ц для забезпечення технологічності бетонної суміші [1]. Крім того, доволі часто існують технологічні ускладнення при забезпеченні рівномірного розподілу дисперсної арматури в композиті. Висунуто гіпотезу, що негативний вплив вище описаних факторів можна зменшити за рахунок гідрофобізації поверхні фібри, відповідно такий прийом може підвищити ефективність застосування дисперсного армування. Для її перевірки були проведені дослідження властивостей піщаних бетонів з базальтової фіброю *Vaucon-basalt* довжиною 12 мм і діаметром  $18 \pm 2$  мкм.

Проводився 2-х факторний експеримент за 9-ти точковим планом [2]. Досліджувалися піщані бетони при постійному співвідношенні цемент:пісок = 1:3 за масою. Варіювалися наступні фактори складу:

$X_1$  – кількість полікарбоксилатної добавки Релаксол - Супер ПК,  $0.8 \pm 0.4\%$  від маси цементу;

$X_2$  – кількість базальтової фібри,  $1 \pm 1$  кг/м<sup>3</sup>.

Дослідження проводилися на двох аналогічних серіях зразків: перша – із застосуванням гідрофобізованої фібри (індекс «г»), друга – контрольна, із застосуванням необробленої фібри (індекс «к»). Гідрофобізація волокна проводилася за рахунок обробки кремнійорганічною рідиною ГКЖ-10 з подальшим висушуванням фібри [3].

Для забезпечення стабільних технологічних якостей умови проведення експерименту передбачали отримання сумішей рівної рухливості –  $6 \pm 0.5$  см по пенетрації стандартного конусу, тобто В/Ц

залежало від складу бетону. За відповідними експериментально-статистичними (ЕС) моделями була побудована діаграма, яка показана на рис.1, і що відображає вплив факторів складу на В/Ц суміші. Аналіз діаграми показує, що підвищення кількості пластифікатора знижує В/Ц, а введення фібри несуттєво підвищує В/Ц завдяки створенню просторової сітки волокон. Завдяки проведенню гідрофобізації поверхні фібри вплив кількості волокна на В/Ц суміші значно знижується.

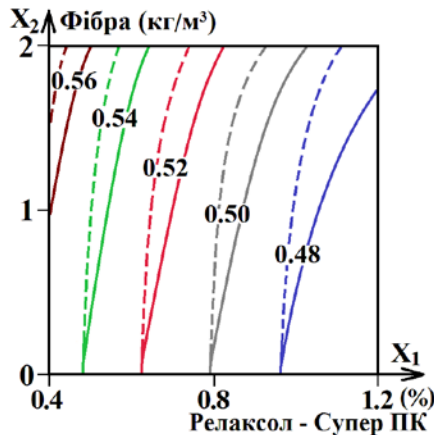


Рис.1. Вплив кількості фібри і пластифікатора на В/Ц сумішей рівної рухомості. ---- гідрофобізоване волокно, — контроль.

Досліджувалися показники міцності піщаних бетонів і фібробетонів (у 28-ми денному віці). ЕС-моделі, що відображає вплив факторів складу на міцність при стикку піщаних бетонів мають вигляд:

$$f_{ck.cube.\Gamma} \text{ (МПа)} = 30.1 + 4.50x_1 - 1.10x_1^2 + 1.63x_2 - 0.34x_2^2 \quad (1)$$

$$f_{ck.cube.K} \text{ (МПа)} = 29.2 + 4.59x_1 - 0.84x_1^2 + 1.19x_2 \quad (2)$$

На рис.2.а показана побудована за даними ЕС-моделей (3) і (4) поєднана діаграма (ізолінії, що відображають вплив гідрофобізованого волокна, показані штрихами). Її аналіз показує, що на рівень міцності при стиску піщаного бетону в більший мірі впливає кількість добавки суперпластифікатора. При зміні дозування Релаксол Супер-ПК з 0.4%

до 1.2% міцність бетону підвищується приблизно на 10 МПа за рахунок зниження В/Ц суміші.

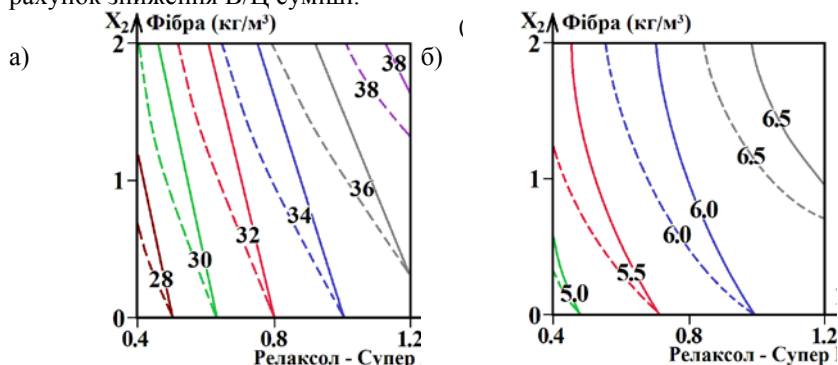


Рис.2. Вплив кількості фібри і пластифікатору на міцність піщаного бетону (а) – при стиску; (б) – на розтяг при згині;  
---- гідрофобізоване волокно, ——— контроль

Дисперсне армування теж впливає на міцність бетону при стиску, проте позитивний вплив фібри декілька нівелюється за рахунок необхідності підвищення В/Ц суміші при її введенні. Тому, як видно з діаграми на рис.2.а, при використанні гідрофобізованої фібри при армуванні міцність зростає більш відчутно (на 2-3 МПа при введенні обробленого волокна проти 1-2 МПа при введенні контрольного волокна).

По ЕС-моделям, аналогічним (1) і (2), була побудована показана на рис.2.б діаграма, що відображає вплив варіюваних факторів на міцність піщаного бетону на розтяг при згині. Аналіз діаграми показує, що даний показник якості суттєво підвищується як при збільшенні кількості суперпластифікатору, так і при введенні фібри. Застосування гідрофобізованого волокна більш ефективно, причому по мірі збільшення дозування фібри різниця між міцністю композита на обробленому і контрольному волокні поступово зростає.

Крім міцності піщаних бетонів, була досліджена їх лінійна усадка при твердінні. Усадка є важливим показником якості для багатьох матеріалів, наприклад для бетонів покриттів підлог. Значення усадки визначалося у віці 3, 7, 14 і 28 діб. На рис.3 показано діаграми, що побудовані за отриманими даними.

Як можна побачити з діаграм, при підвищенні дозування добавки Релаксол Супер-ПК усадка композиту зменшується, що пояснюється зниженням В/Ц бетонної суміші. Також ефективно знижується усадка бетону при введенні дисперсної арматури, при цьому більша частина цього зниження досягається вже при використанні  $1 \text{ кг/м}^3$  фібри.

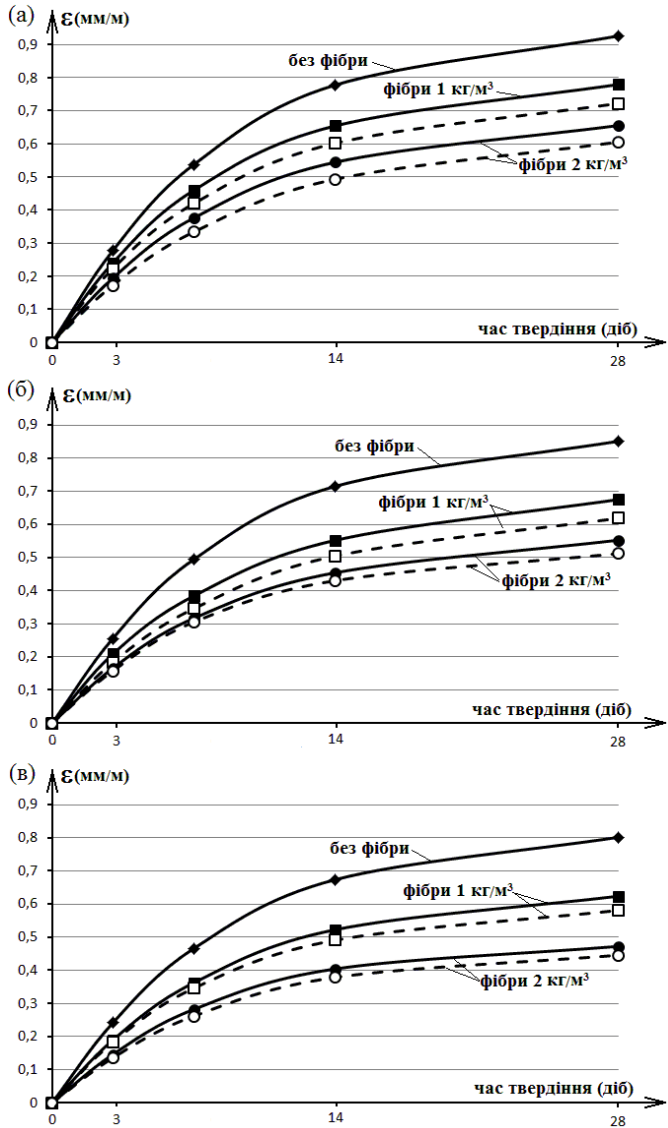


Рис.3. Лінійна усадка досліджених піщаних бетонів. Кількість добавки Релаксол Супер ПК: а) – 0.4%, б) – 0.8%, в) – 1.2%.

----- гідрофобізоване волокно, ————— контроль

Бетони з гідрофобізованим волокном мають нижчу усадку, ніж склади з аналогічною кількістю необробленого волокна, що пояснюється меншим впливом на В/Ц суміші. При використанні максимальної кількості гідрофобізованої фібри усадка бетонів у віці 14 і 28 діб знижується приблизно на 40% в порівнянні з бетонами без фібри. В цілому, за рахунок введення в склад піщаного бетону суперпластифікатора і фібри усадка знижується на 50-55%.

**Висновок.** Таким чином, застосування гідрофобізованої базальтової фібри в якості дисперсної арматури дозволяє ефективно підвищити міцність піщаного бетону і знизити його усадку. Подібні матеріали є перспективними для влаштування монолітних підлог у промислових і громадянських будівлях [4]. Додатково покращити механічні характеристики фібробетонів та ефективність застосування в'язучого в них можна за рахунок механоактивації [5]. Інтенсивна роздільна технологія, що використовується для активації в'язучого, також дозволить забезпечити краще розподілення дисперсної арматури в бетоні.

### **Summary**

**The strength and shrinkage of concrete with a fiber was investigated. Basalt fiber was applied. Concrete with the usual properties and concrete-reinforced hydrophobizator treated fibers were compared. By treating fibers decreased amount of water in the concrete. It is found that a fiber treated concrete is stronger and has low shrinkage.**

### *Література*

1. Johnston C.D. Fiber-reinforced cements and concretes / Colin Deane Johnston. – Amsterdam: Taylor & Francis, 2001 – 364 p.
2. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков. – К.: Вища школа, 1989. – 327 с.
3. Барабаш І.В. Підвищення ефективності піщаного бетону за рахунок гідрофобізації базальтового волокна / І.В. Барабаш, А.І. Ворохаєв // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск 58. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2015. – С. 65-69.
4. Garber G. Design and construction of concrete floors. Second edition / George Garber. – Oxford: Elsevier Ltd, 2006. – 384 p.
5. Механоактивация в технологии бетонов / [В.Н. Выровой, И.В. Барабаш, А.В. Дорофеев и др.]. – Одесса: ОГАСА, 2014. – 148 с.