

УДК 691.175.699.8

*Коваленко О.В., канд. техн. наук, зав.лаб.,  
Мандрик Є.Б., головний фахівець,  
Інститут водних проблем і меліорації НААН,  
м. Київ, Україна*

## **ВПЛИВ ЛАТЕКСУ ТА ПОЛІПРОПІЛЕНОВОГО АРМУЮЧОГО ВОЛОКНА НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ**

Гідротехнічні споруди (ГТС) різного призначення експлуатуються в умовах високої агресивності оточуючого середовища, ступінь і характер якої змінюються в достатньо широкому діапазоні. Агресивні фактори в більшій або меншій мірі, в тому або іншому сполученні постійно діють на бетонні та залізобетонні конструкції ГТС, поступово руйнуючи їх і знижуючи надійність та ефективність споруд. При відсутності надійного захисту або неякісного його виконання витрати на підтримку працездатності ГТС можуть перевершити їх первісну вартість. Разом з тим, правильний вибір видів і способів захисту споруд від агресивної дії зовнішнього середовища, застосування науково-обґрунтованих методів ведення ремонтно-ізоляційних робіт дозволить одержати значну економію засобів, матеріалів та трудових витрат як на стадії ремонту так і в процесі експлуатації відновлених об'єктів.

Аналізуючи сучасні тенденції в області підвищення надійності та довговічності залізобетонних елементів ГТС можна виділити два основних напрямки:

а) первинний захист – шляхом регулювання технологічних та експлуатаційних властивостей бетону з метою підвищення його міцнісних характеристик, водонепроникності та морозостійкості;

б) вторинний захист – додатковий захист конструкцій, який застосовується тоді коли “резерв стійкості” матеріалу недостатній для забезпечення строків експлуатації із заданою надійністю.

Перший напрям торкається найбільш актуальної проблеми в сучасному бетонознавстві – застосування і удосконалення нового покоління бетонів, які завдяки застосуванню хімічних та мінеральних добавок перетворюються на складний композиційний матеріал, з новими властивостями [1]. Одним із видів таких бетонів є полімерцементний фібробетон, який одержують шляхом модифікації традиційного бетону полімерними добавками на основі латексів та поліпропіленового армуючого волокна (фібри) [2,3]. Сумісне застосування полімерного латексу та поліпропіленової фібри дозволяє одержати матеріал, який має ряд переваг: підвищену міцність, високу морозостійкість, водостійкість, корозійну стійкість, ударну стійкість, зносо-і кавітаційну стійкість, тріщиностійкість. Указані властивості обумовлюють перспективність застосування полімерцементних фібробетонів в якості матеріалу для гідроізоляційних покриттів.

### **Завдання, методика і результати досліджень**

Метою даної роботи було визначення впливу латексу та поліпропіленової фібри на міцнісні та реологічні характеристики дрібнозернистого поліпропіленфібробетону.

Дослідження проводили на зразках-балочках розміром 4x4x16 см, які формували протягом 10 с на стандартній віброплощадці з подальшою витримкою в повітряно-сухих умовах при температурі 22 – 25°C протягом 28 діб.

Під час досліджень було використано наступні вихідні матеріали:

- портландцемент ПЦ I – 500;
- пісок річковий з  $M_k = 1,5$ ;
- суперпластифікатор SikaPlast –520 (корпорація Sika);
- емульсія SikaLatex (корпорація Sika);
- волокно армуюче поліпропіленове (ВАП – фібра, ТУ У 24.7–32781078–001:2006) діаметром  $d = 18 - 20$  мкм та довжиною  $l = 9$  мм.

Основні характеристики ВАП – фібри:

- питома вага –  $0,91$  т/м<sup>3</sup>;
- модуль Юнга –  $3000$  н/мм<sup>2</sup>;
- міцність на розрив –  $3000$  н/мм<sup>2</sup>;
- температура розм'якшення -  $160$  °С;
- хімічна стійкість – повна до кислот, лугів, розчинників.

Розчинові суміші готували з використанням ручного електроміксера: спочатку поліпропіленове волокно перемішували з сухими компонентами, потім суперпластифікатор та латекс перемішували з водою. На кінцевому етапі перемішували розчин суперпластифікатору та латексу з сухою сумішшю портландцементу, піску та фібри протягом 1 хв. Цементно-піщане відношення (Ц : П) для всіх зразків складало 1 : 2,5.

Для одержаних розчинових сумішей визначали рухливість за ДСТУ Б В.2.7–239:2010, а для затверділого розчину – міцність на згин за ДСТУ Б В.2.7–114–2002.

На першому етапі досліджень визначали вплив суперпластифікатору SikaPlast на міцнісні та реологічні характеристики цементно-піщаного розчину. Результати досліджень показують, що введення суперпластифікатору при постійному водоцементному відношенні ( $V/C=0,45$ ) в кількості 0,5–1,1% від маси цементу збільшує глибину занурення конусу з 4,3 см до 5,6–6,2 см, тобто рухливість цементно-піщаного розчину збільшується в 1,3–1,4 рази. При збереженні постійної рухливості розчину введення суперпластифікатору в тих же кількостях дозволяє знизити  $V/C$  з показника 0,45 до показника 0,43–0,40 при підвищенні міцності на згин з 10,3 МПа до 10,9–11,3 МПа, тобто на 5,5–8,8%.

Досліджували вплив волокна армуючого поліпропіленового ВАП-фібри на міцнісні та реологічні характеристики пластифікованого цементно-піщаного розчину. Дослідження показали, що введення ВАП-фібри в цементно-піщаний розчин в кількості 0,05–0,15% від маси цементу і піску при збереженні постійного водоцементного відношення ( $V/C = 0,44$ ) та вмісту суперпластифікатору 0,8% від маси цементу, призводить до зменшення глибини занурення конусу з 3,9 см до 3,5 – 1,8 см, тобто рухливість суміші знижується в 1,1–2,2 рази. Для збереження рухливості сумішей на рівні 3,9 см необхідно збільшити  $V/C$  від 0,44 до 0,48. Таким чином, введення ВАП-фібри в цементно-піщану суміш збільшує її водопотребу.

Аналіз результатів досліджень показує, що введення ВАП-фібри в цементно-піщану суміш в кількості 0,055–0,06% від маси цементу і піску при постійному  $V/C = 0,44$  призводить до збільшення міцності зразків на згин з 10,5 МПа до 11,5 МПа, тобто на 8,7%. Подальше збільшення вмісту ВАП – фібри в суміші призводить до зниження міцності зразків. Деяке підвищення міцності зразків на згин при вмісті ВАП – фібри 0,1 – 0,15% від маси цементу і піску спостерігається при одночасному підвищенні вмісту фібри та  $V/C$  (для збереження рівнорухливості сумішей) однак, цей показник нижчий за показник міцності при оптимальному вмісті фібри.

Дослідження показали, що ефективним способом підвищення міцнісних характеристик цементно-піщаного розчину є застосування в якості модифікуючої добавки SikaLatex. Введення в цементно-піщаний розчин емульсії SikaLatex в кількості 5–10% від маси цементу і піску дозволяє підвищити міцність на згин рівнорухливих зразків з 10,5 МПа до 11,7–12,5 МПа, тобто на 10,2 –

16,0%. Збільшення вмісту латексу в суміші до 10% від маси цементу і піску призводить до зростання міцності на згин, а при вмісті латексу більше 10% міцність на згин знижується. Введення латексу більше 10% недоцільно також з технологічної (підвищена рухливість суміші) та економічної (висока вартість суміші) точок зору.

Введення ВАП – фібри в латексно-цементно-піщані суміші, як і у випадку цементно-піщаних сумішей, призводить до подальшого зростання міцності на згин отверділого композиту. При вмісті латексу в суміші 5% від маси цементу і піску введення 0,057 – 0,06% поліпропіленового волокна призводить до зростання міцності на згин від 11,7 МПа до 12,5 МПа, а при вмісті латексу 10% - від 12,5 МПа до 13,9 МПа, тобто зростання міцності складає 6,4 – 10,1%. Подальше збільшення вмісту ВАП – фібри в суміші до 0,15 – 0,3% суттєво не впливає на міцнісні показники полімерцементного фібробетону. Рухливість латексно-цементно-піщаних сумішей при введенні ВАП – фібри в кількості 0,06 – 0,15% знижується на 5,6 – 20,8%.

### Висновок

Введення модифікуючих добавок SikaLatex, SikaPlast та поліпропіленового армуючого волокна ВАП – фібри в цементно-піщану суміш є ефективним способом підвищення міцнісних характеристик затверділого розчину. Рухливість полімерцементних фібробетонів суттєво залежить від вмісту суперпластифікатора, латексу та поліпропіленового армуючого волокна в композиції.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Файнер М.Ш. Новые закономерности в бетоноведении. К.: “Наукова думка”, 2001. – 130с.
2. Пат.України 56751, МПК СО4 В 14/42. Фібробетонна суміш / О.В.Коваленко, Н.Д.Брюзгіна, О.О.Дехтяр. – 2011. – Бюл. №2.
3. Пат.України 56754, МПК СО4 В 7/00. Полімер цементний розчин / О.В.Коваленко, Н.Д.Брюзгіна, О.О.Дехтяр. – 2011. – Бюл. №2.