

УДК 629.5.01:629.584

СКЛО- ТА БАЗАЛЬТОФІБРОБЕТОН ДЛЯ ПЛАВУЧИХ ДОКІВ ТА ІНШИХ МОРСЬКИХ СПОРУД

Соломонюк Н.С.¹, Копійка С.В.², Довженко О.С.³, Сергєєва Є.Є⁴

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
natalysolomonuk@gmail.com

²кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

³студентка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

⁴студентка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Вдосконалено властивості бетону на спеціальному гідроізолюючому цементі наповненням короткими скляними або базальтовими волокнами для використання його у плавучих спорудах з метою зменшення кількості або повного виключення використання металевої арматури та покращення експлуатаційних характеристик матеріалу.

Ключові слова: бетон; плавучі споруди; скловолокна, базальтоволокна, міцність на вигин.

У теперішній час широко будуються композитні залізобетонні доки, що дозволяє зменшити витрати металу на будівництво на 50 - 60%, а вартість споруди на 20 - 30 % у порівнянні зі сталевим доком [1]. Залізобетонні доки не вимагають регулярного самодокування для очищення, фарбування і ремонту підводної частини корпусу [2].

Конструкція плавучого доку зазнає впливу різних навантажень: постійних; статичних змінних; динамічних змінних; внаслідок яких у бетоні виникають напруження різної величини і змінного напрямку.

Також поширюється використання понтонних мостів, оскільки вони є мобільними та легко збираються і розбираються. Основою їх настилу є бетон.

Але всі бетонні конструкції мають суттєвий недолік – це низька міцність на розтягнення бетону (для важких бетонів приблизно 5 МПа), який частково усувається за допомогою введення металевої арматури. Запропоновано удосконалення конструкції морських споруд фібробетоном.

Отже поліпшення фізико-механічних властивостей бетону для плавучих споруд введенням у композицію волокневого наповнювача є метою дослідження для зменшення кількості або повного виключення використання металевої арматури.

Для плавучих споруд використовуються спеціальні типи бетонів класу В-25 та В-30. Основними технічними вимогами до важкого суднобудівного бетону є [3]:

міцність (на стискання, на осьове розтягнення, на згин) у віці 28 діб нормального твердіння;
корозійна стійкість та водостійкість у агресивних середовищах;
водонепроникність;
морозостійкість.

Для бетонів плавучих споруд (доків, понтонів) раціонально застосувати цемент ГР-2М-600 (таблиця 1). Це високоміцний швидкотвердіючий безусадковий портландцемент підвищеної сульфатостійкості та водонепроникності, що призначений для виготовлення високоміцних розчинів та бетонів марок: М-800 до М-1000, а також використовується для загальнобудівельних та спеціальних.

Таблиця 1 – Властивості цементу ГІР-2 М600

Параметри	Показники
лінійне розширення, %	0,05...0,15
водонепроникність, МПа	0,5 (через 48 год)
сульфатостійкість, лугостійкість	≥ 1
вогнетривкість, °С	1000

Армуюча здатність волокна визначається його довжиною, діаметром, процентним вмістом та орієнтацією. Матеріал волокон, що використовується для армування, це сталь, нейлон, азбест, скло, базальт, вуглець, сизаль, джут, поліпропілен, кенаф.

На властивості фібробетону впливають якість бетону (хімічний склад і марка), якість волокна (хімічний склад, довжина, діаметр), кількість волокна, кількість води і піску у композиції, гранулометричний і хімічний склад піску, умови твердіння матеріалу.

Одже найбільш прийнятними є скляні і базальтові волокна у бетоні [4] оскільки вони не схильні до впливу корозії; мають підвищену міцність на розтягування і стискання; значно легше аналогічних залізобетонних конструкцій; мають підвищену площу сумарного перетину фібри, що знаходиться у масиві, у порівнянні зі сталевими арматурами.

А сам скло- або базальтофібробетон має наступні переваги: підвищену міцність до впливу розтягуючих і стискаючих навантажень; стійкість до впливу згинальних моментів; невелику вагу, що дозволяє легко виконувати транспортування, монтаж об'ємних конструкцій, а зменшення маси знижує навантаження на фундамент; стійкість до впливу негативних температур; здатність зберігати цілісність під впливом ударних зусиль; збільшену пластичність, що дозволяє здійснювати виготовлення виробів складної конфігурації;

відсутність впливу хімічних речовин на що входить до складу на композитну нитку (це стосується саме базальтових волокон).

Для дослідів застосовано ровінг Е-скла та базальтове волокно у кількості 3 – 5 % за масою довжиною 40 – 80 мм. Співвідношення компонентів цементної композиції взято за ДСТУ на бетон з вищевказаного цементу і стандартний гранулометричний склад кварцового піску. Також введено суперпластифікатор С-3 для зменшення водоцементного співвідношення і полегшення перемішування композиції.

Для проведення дослідів обрано план повного факторного експерименту. За пробними дослідями у якості діючих факторів обрано кількість та довжина волокна у композиції.

Розміри зразків бетону для випробувань на вигин виконуються у формі паралелепіпеду за держстандартами. Зразки випробуються на чотирьохточковий вигин у віці 2 та 28 діб.

Після видалення грубих помилок знайдено функцію відклику міцності на вигин скло- (СФБ) та базальтофібробетону (БФБ) у віці 28 діб:

$$\sigma_{\text{СФБ}} = 0,09\varphi_{\text{в}}l_{\text{в}} - 0,35l_{\text{в}} - 3,51\varphi_{\text{в}} + 29,7 \text{ [МПа]},$$

$$\sigma_{\text{БФБ}} = 0,02\varphi_{\text{в}}l_{\text{в}} + 0,05l_{\text{в}} - 3,95\varphi_{\text{в}} + 2,65 \text{ [МПа]};$$

де $\varphi_{\text{в}}$ – ступінь наповнення волокном, $l_{\text{в}}$ – довжина волокна у мм; та побудовано поверхні відклику (рис.1).

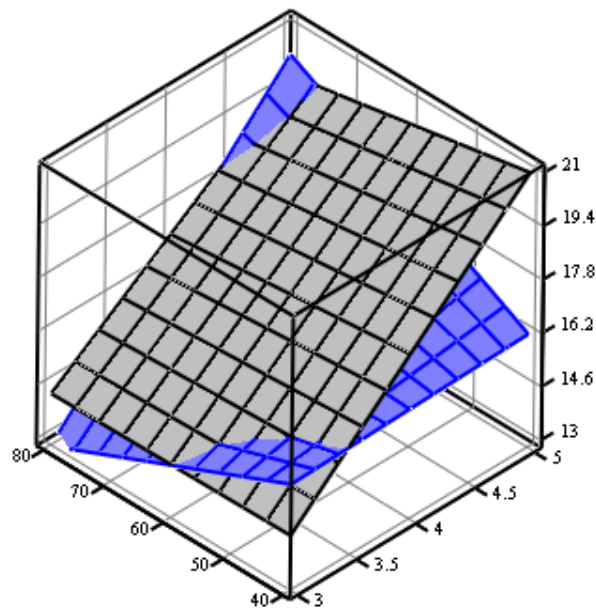


Рисунок 1 – Поверхні відклику міцності на вигин СФБ (синя поверхня) та БФБ (сіра поверхня) у віці 28 діб

Максимальна міцність СФБ у марочному віці отримується при довжині волокон 80 мм та кількості 5 % у суміші і становить 38 МПа. Для БФБ – це теж ступінь наповнення волоконем 5 %, але краще використовувати короткі волокна (40 мм). При цьому середня міцність фібробетону на вигин знаходиться на одному рівні 20 МПа, що у 2,63 рази більше у порівнянні з чистим бетоном. Але при наповненні базальтовими волокнами залежність міцності матеріалу від їх довжини є незначною (7,3 %) ніж при наповненні скляними волокнами (20 %).

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Рашковский А.С. Строительство композитных плавучих сооружений в Украине. *Успехи современного естествознания*. Миколаїв, № 10. 2007. С. 97-100.
- [2] Кириченко К.В., Щедролосев А.В. Усовершенствование технологии строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы. *Science and Education a New Dimension*. Будапешт, 2018. С.63-68.
- [3] ДСТУ Б В.2.7-XXX:2018 Бетон суднобудівний. Технічні умови та технологія приготування. Частина 1. Бетон суднобудівний важкий.
- [4] Особенности применения стеклофибробетона. АрхСтройДеталь. URL: http://www.asd-sfb.ru/index.php?id_page=32 (дата звернення 19.08.2020)

Glass and basalt fiber concrete for floating doors and other sea structures

Natalia Solomoniuk¹, Serhiy Kopyka², Oleksandra Dovzhenko³, Evgeniya Sergeeva⁴

¹⁻⁴National University of Shipbuilding named be adm. Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The properties of concrete, made of special waterproof cement with short glass or basalt fibers for its use in floating structures, have been improved.

The goal is to reduce or eliminate completely the content of metal reinforcement and increase the performance of the material.

Keywords: concrete; floating structures; fiberglass, basalt fiber, flexural strength.