

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗАРМАТУРНЫХ ПЛИТ ИЗ ФИБРОБЕТОНА

Использование фибробетонов позволяет коренным образом улучшить качество железобетонных конструкций при одновременном снижении затрат материалов, труда и снижении энергоемкости [1]. Этому способствуют очевидные преимущества фибробетонов (многократное увеличение прочности, трещиностойкости, износостойкости и т.д.). Используя в качестве микрофибры стекловолокно, стальные, базальтовые или полимерные волокна, удается достигать прочности фибробетона на сжатие в пределах $R_{fc} = 45...70$ МПа, а на растяжение при изгибе – $R_{ft} = 5...20$ МПа [2]. Такие характеристики фибробетонов позволяют использовать этот материал в некоторых изгибаемых ограждающих изделиях (например, в плитах наката) без обязательной стальной арматуры [3].

В нормальных условиях при незначительном нагружении, характерном для элементов ограждающих конструкций, такие изделия могут быть вполне работоспособны. Однако, рекомендовать их к использованию можно только убедившись в их достаточной огнестойкости.

Особенностью расчета безарматурного изгибаемого элемента из фибробетона является необходимость учитывать большое различие в этом материале предела прочности на сжатие и предела прочности на растяжение [2, 4]. Напряженно-деформированное состояние при изгибе (и, соответственно, несущая способность) будет определяться их соотношением.

Предел огнестойкости такого элемента будет зависеть от времени прогрева до критической температуры слоя фибробетона со стороны растянутой зоны. При этом надо учитывать уменьшение эффективного сечения элемента при прогреве.

В данной работе оценка огнестойкости изгибаемых элементов на основе фибробетонов разного состава производилась по их расчетным пределам огнестойкости.

Для примера выбран расчет сплошной безарматурной плиты прямоугольного сечения при расчетной удельной нагрузке $Q = 1,92$ кН·м⁻².

Для выбранного изгибаемого элемента рассчитывалась несущая способность относительно центра тяжести сечения сжатой зоны бетона. Рассчитывалось условие прочности плиты, из которого определялась критическая толщина растянутой зоны, обеспечивающей несущую способность плиты.

Предел огнестойкости плиты при нагреве снизу рассчитывался по методике [5], исходя из критической толщины прогрева фибробетона, обеспечивающей несущую способность плиты, когда слой материала, прогретый до критической температуры, выключается из работы:

$$\operatorname{erf} \frac{k \sqrt{a_{fb}} + \delta}{2 \sqrt{a_{fb} \tau}} = \operatorname{erf} X_b = \frac{t_l - t_{crf}}{t_l - t_0}, \quad (6)$$

где k – коэффициент плотности фибробетона; a_{fb} – коэффициент температуропроводности; δ – критическая толщина прогрева фибробетона; t_l – температура стандартного пожара, $t_l = 1250$ °С; t_0 – начальная температура, $t_0 = 20$ °С; t_{crf} – критическая температура фибробетона (принимается: для полипропиленовой фибры $t_{crfp} = 150$ °С, для стальной фибры $t_{crfs} = 450$ °С, для

базальтовой фибры $t_{crfb}=600\text{ }^{\circ}\text{C}$), τ – время достижения критической толщины прогрева.

Результаты оценочных расчетов изгибаемых элементов из фибробетона при данных условиях показаны в таблице.

Таблица – Результаты оценочных расчетов характеристик безарматурной плиты

	Фибробетон на основе полипропиленовой фибры	Фибробетон на основе стальной фибры	Фибробетон на основе базальтовой фибры
Расчетная толщина растянутой зоны без прогрева, мм	15	29	40
Критическая толщина растянутой зоны, мм	25	18	15
Критическая толщина прогрева фибробетона, мм	–	75	120
Время достижения критической толщины прогрева, мин	–	153	562

Из таблицы видно, что фибробетон с полипропиленовой фиброй даже при нормальных условиях не обеспечивает несущей способности безарматурной плиты. Также в связи с малым значением критической температуры его нельзя рекомендовать для использования в данном изделии.

Расчеты показали, что безарматурные плиты из фибробетона со стальной и базальтовой фиброй способны выдерживать рабочую нагрузку, обеспечивая достаточную надежность при воздействии высокой температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков И.В. Фибробетон: состояние и перспективы применения / И.В. Волков // ПГС. – № 9. – 2002.
2. Мещерин В.Н. Предупреждение трещинообразования в бетоне с помощью фиброармирования / В.Н. Мещерин // Бетон и железобетон. – № 1 (6). – 2012. – С. 50-57.
3. Пухаренко Ю.В. Эффективные фиброармированные материалы и изделия для строительства/ Ю.В. Пухаренко // Промышленное и гражданское строительство. – № 10. – 2007.
4. Васильченко А.В. Оценка огнестойкости безарматурной плиты из фибробетона/ Васильченко А.В., Хмыров И.М.//Сб. науч. трудов НУГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.37.– Харьков: НУГЗУ, 2015. – С.42-46.
5. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И.Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.