

**РАСЧЕТ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПЛИТЫ ИЗ ФИБРОБЕТОНА**  
**ESTIMATION OF THE FIRE RESISTANCE OF FIBER-**  
**CONCRETE SLAB**

**Порока Станислав Григорьевич**

*Курсант,*

*кафедра надзорно-профилактической деятельности,*

*факультет гражданской защиты,*

*Национальный университет гражданской защиты Украины г.Харьков*

*Украина*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент,*

*Васильченко А.В., старший преподаватель,*

*Национальный университет гражданской защиты Украины*

*г.Харьков Украина*

Очевидные преимущества фибробетонов (многократное увеличение прочности, трещиностойкости, износостойкости и т.д.) позволяет коренным образом улучшить качество железобетонных конструкций при одновременном снижении затрат материалов, труда и снижении энергоемкости [1]. Используя в качестве микрофибры стекловолокно, стальные, базальтовые или полимерные волокна, удается достигать прочности фибробетона при изгибе до 30...35 МПа, а при сжатии – до 80...100 МПа.

При таких характеристиках фибробетонов возникает искушение использовать этот материал в некоторых изгибаемых изделиях (например, в плитах наката) без обязательной стальной арматуры [2]. В нормальных условиях при незначительном нагружении, характерном для элементов ограждающих конструкций, такие изделия вполне работоспособны. Проблема заключается в надежности таких элементов, особенно при пожаре.

Характеристики фибробетонов зависят от вида используемой фибры. Так, стальная и базальтовая фибры обуславливают в изделии повышенную прочность и модуль упругости, полипропиленовая фибра придаёт повышенную трещиностойкость и деформативность [1, 2, 3].

По литературным данным в настоящее время в строительстве применяются фибробетоны со стальной, базальтовой и полипропиленовой фиброй, прочностные характеристики которых незначительно отличаются друг от друга. Их прочности на сжатие находятся в пределах  $R_{fc} = 45 \dots 70$  МПа, а на растяжение при изгибе –  $R_{ft} = 5 \dots 20$  МПа [3].

Известны также методы расчета изделий из фиброжелезобетона [3, 4]. Однако, методы расчета изделий из фибробетона без арматуры как при нормальных условиях, так и при пожаре остаются недостаточно исследованными.

Особенностью расчета безарматурного изгибаемого элемента из фибробетона является необходимость учитывать большое различие в этом материале предела прочности на сжатие и предела прочности на растяжение. 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 производилась по их расчетным пределам огнестойкости.

Для примера выбран расчет сплошной безарматурной плиты прямоугольного сечения с размерами:  $l_0 = 1600$  мм,  $b = 1190$  мм,  $h = 200$  мм. Принимается, что плита, свободно опирающаяся на две противоположные стороны, равномерно нагружена. При расчетной удельной нагрузке  $Q = 1,92$  кН·м<sup>-2</sup> создается изгибающий момент  $M = 2,57$  кН·м. Материалом плиты служит фибробетон с дисперсным армированием базальтовой фиброй,

обеспечивающий характеристики:  $R_{fbc} = 60$  МПа,  $R_{fbt} = 15$  МПа,  $\rho_b = 2400$  кг·м<sup>-3</sup> (здесь  $R$  – расчетное сопротивление;  $\rho$  – плотность; индексы означают:  $c$  – сжатие,  $t$  – растяжение,  $f$  – фибробетон,  $b$  – базальт).

Для выбранного изгибаемого элемента несущая способность относительно центра тяжести сечения сжатой зоны бетона рассчитывалась по формуле:

$$M = \sigma_{fc} b 0,5x^2 + \sigma_{ft} b 0,5(h-x)^2, \quad (1)$$

где  $\sigma_{fc}$ ,  $\sigma_{ft}$  – напряжение в сжатой и растянутой зонах;  $b$ ,  $h$  – ширина и толщина плиты;  $x$  – расчетная высота сжатой зоны.

Условием равновесия для расчетов в элементе с дисперсным армированием принято соотношение:

$$\sigma_{ft} b(h-x) - R_{fc} b x = 0; \quad (2)$$

Расчетная высота сжатой зоны бетона вычислялась как:

$$x = \xi \cdot h_0, \quad (3)$$

где  $\xi$  – относительная высота сжатой зоны бетона,

$$\xi = \frac{k}{\frac{R_{ft}}{R_{fc}} + 1}. \quad (4)$$

На основании условия равновесия (2), принято условие прочности плиты

$$\sigma_{ft} = \frac{M}{Wc_1} = \frac{6M}{b(h-x)^2 c_1} \leq R_{ft}, \quad (5)$$

из которого определялась критическая толщина растянутой зоны, обеспечивающей несущую способность плиты (здесь  $W$  – момент сопротивления сечения,  $c_1$  – коэффициент запаса жесткости).

Предел огнестойкости плиты при нагреве снизу рассчитывался по методике [5, 6], 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;  $\delta$  – 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 базальтовой фибры  $t_{crfb}=600$  °С),  $\tau$  – 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 базальтовой фибры
Расчетная толщина растянутой зоны без прогрева, мм	40
Критическая толщина растянутой зоны, мм	15
Критическая толщина прогрева фибробетона, мм	120
Время достижения критической толщины прогрева, мин	562

Из таблицы видно, что безарматурная плита из фибробетона с базальтовой фиброй способна выдерживать рабочую нагрузку и показывает достаточную надежность при воздействии высокой температуры.

Таким образом, расчеты показали, что безарматурные плиты из фибробетона с 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. Пухаренко Ю.В. Эффективные фиброармированные материалы и изделия для строительства/ Ю.В. Пухаренко // Промышленное и гражданское строительство. – № 10. – 2007.

3. Мещерин В.Н. Предупреждение трещинообразования в бетоне с помощью фиброармирования / В.Н. Мещерин // Бетон и железобетон. – № 1 (6). – 2012. – С. 50-57.

4. Васильченко А.В. Оценка предела огнестойкости изгибаемых железобетонных элементов, усиленных фиброматериалами / Васильченко А.В., Золочевский Н.Б., Хмыров И.М. // Сб. науч. трудов НУГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.33.– Харьков: НУГЗУ, 2013. – С.27-32.

5. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И.Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.

6. 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.