

УДК 614.84

POSSIBILITIES OF THE USE OF FIREPROOF COVERAGE FOR INCREASE OF FIRE-RESISTANCE OF REINFORCE-CONCRETE FLAGS OF CEILING

Kavera Oleg Vladimirovich,

*kadet, department of supervisory-prophylactic activity,
faculty of civil defence, National university of civil defence of Ukraine,
Kharkov, Ukraine*

Vasilchenko Alexey Vladimirovich,

*candidate of technical sciences, docent
of National university of civil defence of Ukraine,
Kharkov, Ukraine*

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Кавера Олег Владимирович

*Курсант, кафедра надзорно-профилактической деятельности,
факультет гражданской защиты
Национальный университет гражданской защиты Украины
г.Харьков, Украина*

Васильченко Алексей Владимирович

*канд. техн. наук, доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины
г.Харьков, Украина*

Possibility of application in heights buildings of reinforced-concrete plates of floor with the diminished protective layer of concrete of to 1 cm and coverage by fireproof material 1...2 cm is demonstrated. It allows to reduce weight of constructions and to promote their limit of fire-resistance from 120 to 180 minutes.

Keywords: limit of fire-resistance, reinforce-concrete flag of ceiling

Показана возможность применения в высотных зданиях железобетонных плит перекрытия с уменьшенным защитным слоем бетона до 1 см и покрытием огнезащитным материалом 2 см, что позволяет снизить вес конструкций и повысить их предел огнестойкости до 180 минут.

Ключевые слова: предел огнестойкости, железобетонная плита перекрытия.

При возведении высотных железобетонных зданий одним из путей повышения их прочности является максимальное облегчение конструктивных элементов. Уменьшить их вес без снижения прочности возможно только за счет уменьшения толщины защитного слоя бетона.

В то же время для высотных зданий как объектов повышенной пожарной опасности необходимо обеспечить I степень огнестойкости. При уменьшении толщины защитного слоя бетона изгибаемого элемента сохранить необходимый предел огнестойкости можно за счет специальных огнезащитных покрытий, имеющих существенно меньшую плотность, чем бетон. Таковыми могут служить керамзитобетонная штукатурка ($1000 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), покрытия ОФП-ММ ($300 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), Сотерм-М1 ($370 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$), и др. [1]. При использовании для железобетонных плит перекрытия бетона класса В-20 на известковом заполнителе уменьшение толщины защитного слоя бетона на 1 см дает удельный выигрыш в весе от 10 до $20 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}$.

Согласно ДБН В.1.1-7-2016 в зданиях I степени огнестойкости необходимо обеспечить класс огнестойкости железобетонных плит перекрытия не менее 60 мин. Однако, мировой опыт показывает, что в высотных зданиях желательнее повысить это значение в 2-4

раза [2]. Уменьшение толщины защитного слоя бетона плиты перекрытия значительно уменьшит ее предел огнестойкости. Поэтому необходимо оценить толщину огнезащитного покрытия, способного обеспечить требуемый предел огнестойкости железобетонных плит перекрытия при уменьшении в них толщины защитного слоя бетона.

Воспользовавшись уравнением теплопроводности Фурье для описания одномерного температурного поля и выполнив отдельно некоторые преобразования получим [3]: для слоя огнезащитного покрытия:

$$\operatorname{erf} \frac{\sqrt{a_p} + p}{2\sqrt{a_p \tau_p}} = \operatorname{erf} X_p = \frac{t_l - t_{pb}}{t_l - t_0} \quad (1)$$

и для бетона:

$$\operatorname{erf} \frac{k\sqrt{a_b} + \delta}{2\sqrt{a_b \tau_b}} = \operatorname{erf} X_b = \frac{t_{pb} - t_{crS}}{t_{pb} - t_0}. \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности; ρ – плотность; C – коэффициент теплоемкости; ∇^2 – оператор Лапласа; k – коэффициент плотности бетона; a_b , a_p – коэффициенты температуропроводности; p – толщина покрытия; δ – толщина защитного слоя бетона; t_l – температура стандартного пожара; t_0 – начальная температура; t_{pb} – температура на границе раздела покрытия и бетона; t_{crS} – критическая температура арматуры.

Точное решение задачи аналитически осложняется тем, что для описания теплообмена двухслойной системы "покрытие-бетон" трудно заменить граничные условия III и IV рода граничными условиями I рода. Количество неизвестных превышает количество уравнений, поэтому решение задачи предложено в приближенном виде.

Расчеты показали, что, предел огнестойкости железобетонных плит перекрытия при уменьшении защитного слоя до 1 см меньше требуемого и его следует повысить.

Пределы огнестойкости, которые способны обеспечить огнезащитные покрытия приведены в табл. 1. Они превышают нормативные значения, но меньше желаемого (120 мин). Однако, толщина защитного слоя бетона плиты также дает существенный вклад в суммарный предел огнестойкости. Время прогрева защитного слоя бетона до критической температуры в зависимости от температуры, достигнутой на границе раздела покрытия и бетона, показано в табл. 2.

Таблица 1. Характеристики огнезащитных покрытий

№	Характеристики	Сотерм-М1	ОФП-ММ	Керамзитобетонная штукатурка
1	Плотность, ρ_p , кг·м ⁻³	370	300	1000
2	Коэффициент теплопроводности, λ_p , ккал·(м·ч·гр) ⁻¹	0,095	0,086	0,243
3	Коэффициент теплоемкости, C_p , ккал·(кг·гр) ⁻¹	0,26	0,33	0,24
4	Коэффициент температуропроводности, a_p , м ² ·ч ⁻¹	0,00099	0,00087	0,001
5	Предел огнестойкости при $p = 1$ см, τ_{p1} , мин	70	72	70
6	Предел огнестойкости при $p = 2$ см, τ_{p2} , ч	108	114	108

Таблица 2. Время прогрева защитного слоя бетона до критической температуры

Температура на границе раздела покрытия и бетона, t_{pb} , °С	Функция ошибок Гаусса, $erf X_b$	Время прогрева защитного слоя до критической температуры, τ_b , мин
700	0,294	167
800	0,356	93
900	0,454	62
1000	0,51	54

Таким образом, показано, что применение в высотных зданиях железобетонных плит перекрытия с уменьшенным защитным слоем бетона до 1 см и покрытием огнезащитным материалом 2 см с одной стороны позволяет снизить вес конструкций, а с другой – повышает предел огнестойкости до 180 минут и более (суммарное время прогрева покрытия и защитного слоя бетона). К сказанному следует добавить, что приведенные данные являются приближенными и нуждаются в экспериментальной проверке.

Литература

1. Огнезащита строительных конструкций / В.Л.Страхов, А.М.Крутов, Н.Ф.Давыдкин; под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000. – 433 с.
2. Шевчук, И.А. Пожарная безопасность высотных комплексов / И.А.Шевчук, С.Н.Никонов // Высотные здания. – 2007. – № 1. – С. 104-107.
3. Васильченко А.В. Оценка предела огнестойкости железобетонных плит перекрытия с огнезащитным покрытием / Васильченко А.В. – Сб. науч. трудов УГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.27.– Харьков: УГЗУ, 2010. – С. 45-48.