

Ключевые слова: экогеосистема, низовые пожары, биогенные пирогенные горизонты почв, физико-химические свойства почв, тяжелые металлы.

Buts Yu.V. EFFECTS OF THE INFLUENCE OF THE PYROGENIC FACTOR ON BIOGEOCHEMICAL PROPERTIES OF ECO GEO-SOURCES IN THE CONDITIONS OF TECHNOGENEOUS LOAD. The analysis of the results of experimental studies of postpyrogenic soil changes in pine forests is presented. Ground

fires transform the surface organogenic horizons of soils. The negative influence of low-intensity fires of different intensity on the dynamics of biogeochemical properties of ecogeosystems, in particular, the change of qualitative fractional composition of organogenic horizons of soils, physical and chemical properties and microelement composition is shown.

Key words: ecogeosystem, grass fires, biogenic pyrogenic horizons of soils, physical and chemical properties of soils, trace metals.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-122-126
УДК 691-419.8:699.814

Берестянская С.Ю., Опанасенко Е.В.

*Украинский государственный университет железнодорожного транспорта
(пл. Фейербаха, 7, Харьков, 61050, Украина; e-mail: s.berestyanskaya@gmail.com, opanasenko.el@gmail.com)*

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛИТ НА ТЕРМОСИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИБРОБЕТОНОВ

В данной статье рассматриваются особенности работы и определение пределов огнестойкости сталебетонных плит при термосиловых воздействиях. Наряду с использованием конструкций с внешним листовым армированием эффективным является введение в бетон различных добавок в виде фибр. Использование фибры позволяет существенно улучшить показатели работы конструкции при силовом воздействии. В ходе проведенного анализа литературных источников, выявлено, что практически отсутствуют данные о прочности фибробетона при термосиловом воздействии. Это стимулирует новые экспериментальные и теоретические исследования фибробетона при пожаре.

Ключевые слова: плиты; сталебетон; композит; фибра; фибробетон; предел огнестойкости; термосиловое воздействие; граничные условия.

Вступление. Сталебетонные конструкции являются более эффективными по сравнению с железобетонными благодаря многофункциональному использованию стального листа. Одним из вопросов всестороннего анализа является усовершенствование существующих методов расчета сталебетонных конструкций, в частности моделирование процесса деформирования при термосиловом воздействии. Введение в бетон различных видов фибр значительно улучшает прочностные и деформативные

характеристики конструкции [1, 2]. Внедрение изгибаемых в двух направлениях сталефибробетонных плит затруднено ввиду недостаточной разработанности методов расчета и проектирования, особенно с учетом высокоинтенсивных термосиловых воздействий, так как конструкция в равной степени должна отвечать не только требованиям прочности, жесткости и трещиностойкости, но и требованиям противопожарной безопасности.

На основе проведенного анализа литературных источников в [3, 4] были предложены оптимальные параметры различных видов фибр.

В статье [4] было проанализировано влияние параметров различных фибр на прочностные характеристики фибробетона при различных видах деформации. Для каждого из видов фибр были проанализированы экспериментальные исследования различных авторов и сделаны выводы по рациональным параметрам фибрового армирования.

Одним из перспективных направлений усовершенствования бетона является введение в бетон различных видов фибр (базальтовая, стальная, полипропиленовая и т.д.). В результате получается композитный материал с новыми улучшенными свойствами. Для широкого распространения фибробетонных конструкций необходимо при проектировании помимо прочих характеристик учитывать огнестойкость конструкции. Для этого необходимо иметь математический аппарат для расчета фибробетонных плит на термосиловое воздействие.

Материалы и методы исследований. В работе [5] был разработан математический аппарат для расчета сталебетонной прямоугольной плиты при термосиловом воздействии с шарнирным опиранием, а также предусмотрена огнезащита этой конструкции. Методика оценки предела огнестойкости содержит основные положения теории сталебетонных плит, которая учитывает помимо силовых, температурные воздействия и является развитием исследований [6-10]. Используется условия равновесия элемента сталебетонной плиты, полученные в [7]:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} (M_T - M_x) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (M_T - M_y) - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = q(x, y) \quad (1)$$

Температурные изгибающие моменты в бетоне и стальном листе определяются так:

$$M_T = M_T^c + M_T^s \quad (2)$$

$$M_T^c = - \int_{x_i}^{x_j} \frac{\alpha_c E_c (T - T_0)}{3(1 - \nu_c)} x dx.$$

$$M_T^s = - \int_{h_c}^{h_c + \delta} \frac{\alpha_s E_s (T - T_0)}{3(1 - \nu_s)} x dx,$$

где T_0 - начальная температура; α_b, α_s - коэффициенты объемного расширения бетона и стали.

Моменты M_x, M_y, M_{xy} связаны с жесткостными коэффициентами и кривизнами зависимостями [7];

$$\begin{pmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} K_x \\ K_y \\ 2K_{xy} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где $D_{i,j}$ - цилиндрические жесткости; K_x, K_y, K_{xy} - кривизны.

Для решения задачи о напряженно-деформированном состоянии сталебетонных плит необходимо знать распределение температурно-влажностного поля в его сечении. Предполагалось, что конструкция прогревается равномерно: а) со стороны стального листа; б) со стороны бетона; в) со стороны стального листа и бетона одновременно (рис. 1) [7, 11].

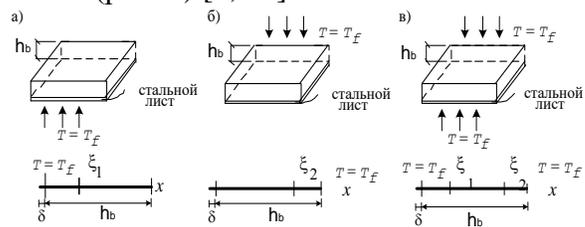


Рис. 1. Расчетная схема сталебетонной плиты: температурное воздействие а) со стороны стального листа; б) со стороны бетона; в) с обеих сторон

Предел огнестойкости конструкции характеризовался ее способностью сопротивляться температурным воздействиям и определялся временем t , за которое плита

теряет несущую способность. В свою очередь, несущая способность характеризовалась следующими факторами, имеющими место в какой-либо точке конечно-разностной сетки: прочностью бетона, прочностью стального листа, прочностью контакта [8].

Описанная методика расчета на совместное действие нагрузки и температуры предусматривает только шарнирное опирание плиты. В работе [12] изложена методика расчета прямоугольных сталебетонных плит на силовое воздействие при различных способах опирания (рис. 2).

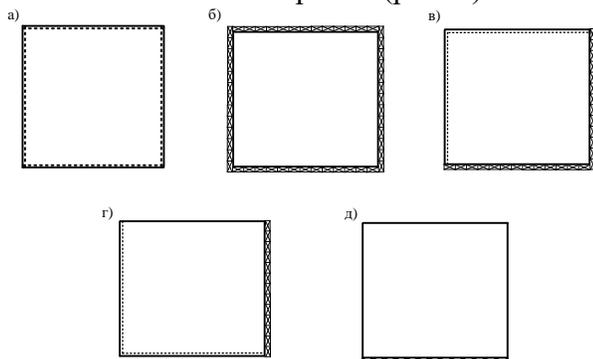


Рис. 2 Схемы опирания плиты: а) с шарнирно-опертыми краями; б) с защемленными краями; в) 2 края защемленных, 2 края шарнирно-опертые; г) один край защемленный; д) пластинка консоль, т.е. один край защемлен, остальные свободные.

Описанная методика расчета плиты с различными условиями опирания на термосиловое воздействие не учитывает особенности влияния фибровых добавок на прочностные свойства бетона.

Стальная фибра является самым прочным и востребованным материалом для улучшения качества бетона. Для повышения прочности сцепления фибры с бетоном желательно, чтобы она имела периодический профиль, загнутые концы или волнистое очертание. На основании обзора литературы [13] был сделан вывод об эффективности использования фибры «Челябинка». Минимальное значение коэффициента стального фибрового армирования определяется согласно Eurocode 2 [14] по формуле:

$$\mu_{\min} = \frac{1,5 \cdot C \cdot R_{bt}}{R_f \cdot k_{or}^2 \left(1 - \frac{30}{R_f} - \frac{l_{f,an}}{l_f} \right)}, \quad (4)$$

где C - принимается на основании [14]; l_f - длина фибры; R_f - расчетное сопротивление растяжению фибровой арматуры; R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение по I группе предельных состояний; k_{or} - коэффициент, учитывающий ориентацию фибры относительно направления главных растягивающих напряжений; $l_{f,an}$ - минимальная длина заделки стальной фибры в бетон, соответствует ее разрыву при выдергивании из бетона-матрицы.

Согласно расчетам было получено на 1 м^3 бетона необходимо $32,536 \text{ кг}$ стальной фибры.

Базальтовая фибра — это волокна, введение которых повышает прочность бетона на растяжение, имеющие ряд преимуществ, поскольку являются одними из самых прочных минеральных волокон. По данным Н.Г. Василевской, И.Г. Енджиевской и И.Г. Калугина [15] базальтовая фибра длиной волокна 12 мм с процентным содержанием $0,2\%$ от массы цемента дает самый высокий предел прочности на сжатие и изгиб.

Для сталефибробетонной плиты был использован математический аппарат для расчета сталебетонной прямоугольной плиты при термосиловом воздействии с шарнирным опиранием, а также предусмотрена огнезащита этой конструкции. Для этого необходимо провести экспериментальные исследования, которые позволят найти физико-механические характеристики фибробетонов. С этой целью было выполнено планирование эксперимента, которое позволило определить необходимое число образцов.

Проведение исследования схематически может быть представлено в виде «чер-

ного ящика». Фиксированный набор действующих факторов определяет одно из возможных состояний «черного ящика». Одновременно это есть условие проведения одного из возможных опытов. Если перебрать все возможные наборы состояний, получим полное число различных опытов

$$N = p^k \times n = 72, \quad (5)$$

где $p = 3$ – число уровней; $k = 2$ – число факторов; $n = 8$ – число значений температуры.

Рассматриваем три вида армирования (стальная фибра, базальтовая фибра и контрольный бетонный образец без фибры). Зависимость прочности от температуры будем определять для следующих температур: 20°C, 60°C, 90°C, 120°C, 200°C, 400°C, 600°C, 800°C. Таким образом всего необходимо изготовить 72 кубика (24 - со стальной фиброй, 24 - с базальтовой фиброй и 24 - без фибры) и 72 призмы соответственно.

Выводы. Одним из вопросов всестороннего анализа является усовершенствования существующих методов расчета сталебетонных конструкций, моделирование поведения их работы при термосиловом воздействии. Проведенный анализ литературных источников выявил, что практически отсутствуют данные о прочности фибробетонов при термосиловых воздействиях. Характер деформирования и исчерпания несущей способности изгибаемых в двух направлениях сталефибробетонных плит, которые подвергаются не только силовому, но и термосиловому воздействию, в том числе и в условиях пожара, исследован недостаточно. Сделан вывод о необходимости уточнения физико-механических и теплофизических свойств нагретого фибрового бетона. С этой целью было проведено планирование эксперимента, которое позволило определить необходимое число образцов для получения температурных зависимостей прочности и модуля деформации, теплопроводности и удельной теплоемкости фибровой бетонной смеси.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Избаш М.Ю. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования изгибаемых конструкций [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов, В.В. Савйовский // Научный вестник строительства. - Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. - Вып. 66. - С.282-285.
2. Избаш М.Ю. Прочность и деформативность фибробетона [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов // Научный вестник строительства. - Харьков: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. - Вып. 68. -С.212-216.
3. Избаш М.Ю. Подбор рационального состава фибробетонной смеси [Текст] / М.Ю.Избаш, Ф.И.Казимагомедов // Научный вестник строительства. - Харьков: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2013. - Вып. 72. -С.220-224.
4. Веревичева М.А. Выбор рациональных параметров фибрового армирования. [Текст] / А.А. Берестянская, С.В. Дериземля. Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение», Днепропетровск, ПГАСА. 2015. – Вып. 82, С.60-69.
5. Берестянская С.Ю. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит при силовых и температурных воздействиях: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Харьков, 2003. – 214 с.
6. Чихладзе Э.Д. Теорія тепломасообміну в пористих середовищах [Текст] / А.И. Жакин, М.А. Веревичева. - Изв. ВУЗов. Будівництво. – 1998. - №1. – С. 111-116.
7. Чихладзе Э.Д., Огнестойкость бетонных и сталебетонных конструкций [Текст] / А.И. Жакин, М.А. Веревичева и др. Харьков, Сб. трудов ХарГАЖТ, вып. 40, 2000. – 97с.
8. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит // Строительная механика и расчет сооружений. – 1990. – №2. – С. 22-26.
9. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Несущая способность сталебетонных плит // Бетон и железобетон. – 1990. - №10. – С. 30-31.
10. Берестянська С.Ю., Обзор исследований сталебетонных плит при силовых воздействиях [Текст] / А.А. Берестянская. Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka konference «Veda a vznik» – 2013/2014/ - Dil 35/. Vystavba

- a architektura: Praha. Publishing House «Education and Science». - S.12-17.
11. Chikhladze E.D, Vatulya G.L. Stress-strained state of steel-concrete structures under force and temperature effect Proceedings of the 5th International Conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering, Zilina, 2011
 12. Орел Е.Ф. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит с различными условиями опирания: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Харьков, 2006. – 252 с.
 13. Glib Vatulia, Svetlana Berestianskaya, Elena Opanasenko and Anastasiya Berestianskaya. Substantiation of concrete core rational parameters for bending composite structures / Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering – DYNWIND'2017. MATEC Web of Conferences. Volume 107, 00044 (2017).
 14. EN 1992-1-2 (English): Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design, 99, (2004)
 15. Васильовська, Н. Г. Цементные композиции дисперсно-армированные базальтовой фиброй [Текст] / Н.Г. Васильовська, И.Г. Енджиевской, И.Г. Калугин // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – Томск, 2011. – Вып. 3. – С. 153-158.

Берестянська С.Ю., Опанасенко О.В. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕБЕТОННИХ ПЛИТ НА ТЕРМОСИЛОВИЙ ВПЛИВ ТА ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІБРОБЕТОНІВ. У статті розглядаються особливості роботи та визначення межі вогнестійкості сталебетонних плит при термосилових впливах. Поряд з викорис-

танням конструкцій з зовнішнім листовим армуванням ефективним є введення в бетон різних добавок у вигляді фібр. Використання фібри дозволяє суттєво поліпшити показники роботи конструкції при силовому впливі. В ході проведеного аналізу літературних джерел, виявлено, що практично відсутні данні о міцності фібробетону при термосиловому впливі. Це стимулює нові експериментальні та теоретичні дослідження фібробетону при пожежі.

Ключові слова: плити; сталебетон; композит; фібра; фібробетон; межа вогнестійкості; термосиловий вплив; граничні умови.

Berestianskaya S.Yu., Opanasenko E.V. PECULIARITIES OF STEEL CONCRETE SLABS' CALCULATION UNDER THERMO POWER IMPACT AND PREREQUISITES FOR DETERMINING THE MECHANICAL AND THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF FIBER CONCRETE. This article deals with the features of the work and determination of the limits of fire resistance steel-concrete slabs at thermal power influences and hinged support. Along with the use of structures with external sheet reinforcement it is effective to add various additives into the concrete in the form of fibers. Using fiber can significantly improve the performance of the structure under force action. During the literature analysis it was found out that there is no practically data on the strength of fiber-reinforced concrete at thermal power influences. This stimulates new experimental and theoretical studies of fiber-reinforced concrete in case of fire.

Keywords: slabs; reinforced concrete; composite; fiber; fiber concrete; fire resistance; thermal power influences; border conditions.