

Для выполнения сборно – монолитного перекрытия с применением многоспустотных плит разработана конструкция [9]. Она характерна тем, что в местах соединения плит с монолитными ригелями, в пустоты устанавливают дополнительные плоские каркасы со специальными ограничителями (рис.7). Такое перекрытие имеет облегченную конструкцию в сравнении со сплошным бетонным при достаточной его прочности.

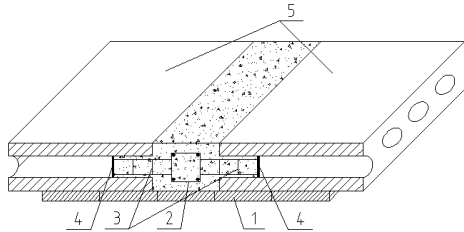


Рис. 7. Способ устройства сборно – монолитного перекрытия: 1 – опалубка; 2 – арматурный каркас ригеля; 3 – дополнительные плоские арматурные каркасы; 4 – ограничители; 5 – сборные многоспустотные плиты перекрытия

Выводы. Разработанные конструкции просты в исполнении, имеют незначительную материалоемкость, отвечают требованиям тепло и звукоизоляции, обладают надежной прочностью и обеспечивают жесткость рамной конструкции

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Магала В.С., Рабіч О.В. Спосіб улаштування монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №54097А, бюл. №2, 2003 р.
2. Магала В.С., Кожанов Ю.О., Савицький М.В. та інші. Спосіб улаштування монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №68818А, бюл. №8, 2004 р.
3. Магала В.С., Кожанов Ю.О., Савицький М.В. та інші. Спосіб улаштування монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №69985А, бюл. №9, 2004 р.
4. Магала В.С., Кожанов Ю.О., Савицький М.В. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №69769А, бюл. №9, 2004 р.
5. Магала В.С., Савицький М.В. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №11744А, бюл. №1, 2006 р.
6. Магала В.С., Савицький М.В. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №11742А, бюл. №1, 2006 р.
7. Савицький М.В., Магала В.С. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №24122А, бюл. №9, 2007 р.
8. Савицький М.В., Магала В.С. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №23418А, бюл. №7, 2007 р.
9. Савицький М.В., Магала В.С. та інші. Спосіб улаштування збірно - монолітного залізобетонного перекриття. Патент України №23425А, бюл. №7, 2007 р.

УДК 620.19

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

д.т.н., проф. Савицкий Н.В., к.т.н. Матюшенко И.Н., к.т.н. Лаухина Л.Н., маг. Шехоркина С.Е.

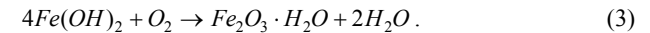
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Актуальность проблематики и постановка задачи. Одним из основных критериев проектирования железобетонных конструкций является недопущение коррозии арматуры, в то время как в реальных условиях эксплуатации данные процессы нередко возникают и оказывают значительное влияние на долговечность конструкции.

Цель настоящих исследований - разработать физико-химические и математические модели, описывающие процессы коррозии арматуры в бетоне.

Изложение основного материала.

Основным продуктом коррозии арматуры является красная ржавчина $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ [1]. Поэтому в качестве основных реакций, протекающих при коррозии арматуры, были рассмотрены:



Если арматура является активированной вследствие снижения pH (карбонизация) или воздействия хлоридов, кинетику накопления ржавчины в приарматурном слое бетона при диффузионном контроле процесса коррозии можно описать системой дифференциальных уравнений [2, 3]:

$$\begin{cases} \frac{\partial c_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_1 \frac{\partial c_1}{\partial x} \right) - kc_1c_2 - kc_1p_2 \\ \frac{\partial c_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_2 \frac{\partial c_2}{\partial x} \right) - kc_1c_2 - kc_1p_2 \\ \frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_3 \frac{\partial p_1}{\partial x} \right) + kc_1c_2 - kc_3p_1 \\ \frac{\partial c_3}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_4 \frac{\partial c_3}{\partial x} \right) - kc_3p_1 \\ \frac{\partial p_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_5 \frac{\partial p_2}{\partial x} \right) + kc_3p_1 - kc_1p_2 \\ \frac{\partial p_3}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_6 \frac{\partial p_3}{\partial x} \right) + kc_1p_2 \end{cases}, \tag{4}$$

где $c_1 .. c_3$ – концентрация кислорода, воды, ионов железа; $p_1 .. p_3$ – концентрация гидроксид-ионов, гидроксида железа, красной ржавчины;

$D_1 \dots D_6$ – эффективные коэффициенты диффузии кислорода, воды, гидроксид-ионов, ионов железа, ржавчины; k – константа скорости химических реакций; t – время; x – координата.

Краевые условия.

Начальные условия: для системы уравнений при $t=0$

$$c_1 = p_1 = p_2 = p_3 = 0, \quad (5)$$

$$c_3 = \begin{cases} 0 & \text{if } 0 < x < l \\ c_{3,0} & \text{if } l < x < d \\ 0 & \text{if } d < x < a \end{cases}, \quad (6)$$

где x – координата, l – расстояние от грани бетона до ближней грани арматуры, d – расстояние от грани бетона до дальней грани арматуры (т.е. $(d-l)$ – диаметр арматуры).

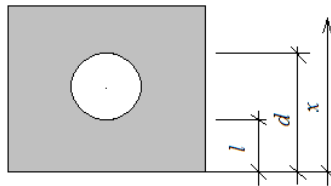


Рис.1. Схема к определению концентрации стали

Граничные условия:

1) при $x=a$

$$\frac{\partial c_k}{\partial x} = 0, (k = 1,2,3), \quad (7)$$

$$\frac{\partial p_k}{\partial x} = 0, (k = 1,2,3); \quad (8)$$

2) при $x=0$

$$c_1 = c_{1,0} \cdot f(t), \quad (9)$$

$$c_2 = c_{2,0} \cdot f(t); \quad (10)$$

где $c_{1,0}, c_{2,0}$ – концентрация агрессивного вещества в начальный момент времени в окружающей среде; $f(t)$ – функция, описывающая закон изменения концентрации агрессивного вещества в окружающей среде;

3) при $x=0$

$$\frac{\partial p_k}{\partial x} = 0, (k = 1,2,3) \quad (11)$$

с поверхности бетона не удаляются вещества.

Моделирование процессов коррозии арматуры было выполнено в программном комплексе MathCAD14.

В результате были получены графики распределения концентраций агрессивных веществ и продуктов коррозии для бетона Воскресенского завода (В/Ц=0.6, диаметр арматуры 10 мм, толщина защитного слоя 30 мм) при начальной концентрации кислорода 50 мг/л и начальной концентрации влаги 10.38 мг/л, что соответствует относительной влажности 60%; длительность воздействия – 10 лет (рис. 2).

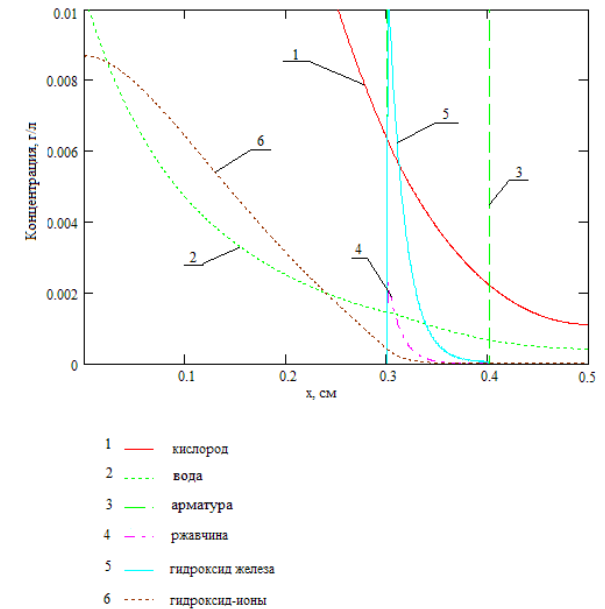


Рис. 2. Распределение концентраций агрессивных веществ и продуктов коррозии по глубине бетона при концентрации кислорода 50 мг/л и относительной влажности воздуха 60%.

На рис. 3 представлены результаты моделирования коррозии арматуры в бетоне Воскресенского завода (В/Ц=0.6, диаметр арматуры 10 мм, толщина защитного слоя 30 мм) при начальной концентрации кислорода 50 мг/л и начальной концентрации влаги 10.38 мг/л, что соответствует относительной влажности 80%; длительность воздействия – 10 лет.

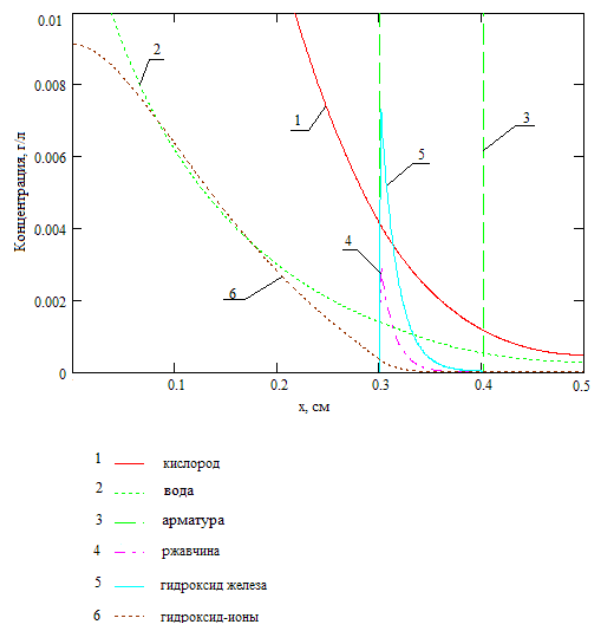


Рис. 3. Распределение концентраций агрессивных веществ и продуктов коррозии по глубине бетона при концентрации кислорода 50 мг/л и относительной влажности воздуха 80%.

Выводы

1. Разработана численная модель, отражающая основные особенности физико-химических процессов коррозии арматуры в бетоне.
2. Выполнено моделирование данных процессов при заданных начальных параметрах среды. Получены графики распределения концентраций агрессивных по отношению к арматуре веществ и продуктов коррозии.
3. Полученная модель может быть использована для осуществления прогноза долговечности железобетонных конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия., 1976. – 472 с.
2. Савицкий Н.В. Основы расчета надежности железобетонных конструкций в агрессивных средах. Дисс. докт. техн. наук. - М., 1993. - 399 с.
3. Матюшенко И.Н. Прогнозирование долговечности бетона в жидких агрессивных средах. Дисс. к.т.н. – Днепропетровск., 2008. – 156 с.
4. Долговечность железобетона в агрессивных средах/ С.Н.Алексеев, Ф.М.Иванов, С.Модры, П.Шисль. - М.: Стройиздат, 1990. - 320 с.

УДК 692.23:699.86

ОГРАЖДАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ С КАРКАСОМ ИЗ ТЕРМОПРОФИЛЕЙ

д.т.н., проф. Савицкий Н.В., аспирант Несин А.А.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Актуальность. В мировой практике гнутые профили из оцинкованной стали широко применяются для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений. Для снижения теплопроводности гнутых профилей на их стенках в процессе прокатки выполняется перфорация в виде продольных просечек. Перфорированные профили, так называемые термопрофили, обладают меньшей теплопроводностью, благодаря увеличению пути прохождения теплового потока между полками профиля. Применение термопрофилей имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными стальными конструкциями из прокатных профилей.

Целью исследований является сравнение теплотехнической эффективности термопрофилей с аналогичными профилями без выполнения просечек.

Изложение основного материала. Наружные ограждающие конструкции с термопрофилями, расположенными непосредственно в теплоизоляционных слоях, являются неоднородными. Это обуславливает необходимость расчета приведенных значений сопротивления теплопередаче конструкций ограждения с учетом влияния термопрофилей, являющихся «мостиками холода», на теплотехнические качества конструкции.

Теплотехнические расчеты выполнялись численным методом с использованием программного комплекса расчета температурных полей «HEAT 2» [1].

В качестве эффективного утеплителя была принята эковата с коэффициентом теплопроводности 0,041 Вт/м²С.

Для сравнения была взята ограждающая конструкция с каркасом из наиболее распространенных профилей, удовлетворяющих требованиям сопротивления теплопередачи [2], с шагом 1 м – термопрофиля (ТПП-100;ТПП-150;ТПП-200) и аналогичные профиля без просечек (ПП-100;ПП-150;ПП-200) соответственно с высотой стенки 100, 150 и 200 мм и толщиной стенки 1; 1,5 и 2 мм.

На рис.1 и рис.2 показаны температурные поля ограждающей конструкции с каркасом из термопрофиля ТПП-150 и профиля ПП-150, толщиной 1,5мм.

В табл.1 приведены результаты теплотехнического расчета ограждающей конструкции с каркасом из термопрофиля (ТПП-100;ТПП-150;ТПП-200) и аналогичного профиля без просечек (ПП-100;ПП-150;ПП-200).