

АХВОРОТІ

ToshTYMI

Chorak jurnali

1/2019
ISSN 2091-5365



ВЕСТНИК

ТашИИТ

Ежеквартальный журнал

Содержание

РАЗДЕЛ - СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МЕТОДЫ РАСЧЁТА ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	3
Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Шаумаров С.С. Теоретические аспекты структурно-имитационного моделирования макроструктуры композиционных строительных материалов	3
Абдукамилов Ш.Ш., Мамадалиев А.Ю. Балласт қатлами тебранишларининг поездлар ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлиги	13
Мамадалиев А.Ю., Махаматжонов Ш.Ш. Қўчувчи бархан қумлари билан ифлосланган балласт қатламининг тебраниш жараёнини тадқиқ этиш	21
Адылходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Ильясов А.Т. Улучшение теплотехнических характеристик стенового керамического материала на основе низкосортных лёссовидных суглинков и модифицированного жидкого стекла	29
Кахаров Б.Б., Умаров У.В., Мухамедгалиев Б.А. Прогнозирования площади возможного пожара в случае полного разрушения цистерны с нефтепродуктом резервуара	34
Шаумаров С.С., Кандахоров С.И. Фуқаро бинолари энергия тежамкорлигини оширишнинг ўзига хос хусусиятлари	40
РАЗДЕЛ - МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	46
Абдусаттаров А., Собиров Н.Х., Исомиддинов А.И. Исследование кинетики напряжённого состояния тонкостенных упруго-пластических стержней с учетом диаграммы циклического деформирования и повреждаемости	46
Рахманов У. Расчет взаимодействующей системы "грунт-сооружение" на действие сейсмических сил	57
Самиев Л.Н., Бабаев А.Р. Насос станциянинг напорли қувурларида лойқали оқимлар ҳаракати тадқиқоти	61
Джалилов Х.Х. К определению кинематических параметров движения вагона по ускоряющим уклонам сортировочной горки	64
Қурбонов Э.Ш., Усмонов Ж.Т. Темир йўл транспорти тизими фаолиятининг эҳтимолий модели	74
Набиев Э.С., Самборская Н.А. Наплавка цилиндрических деталей сварочным полуавтоматом в среде углекислого газа	82
Файзибаев Ш.С., Исанов Р.Ш., Валиев М.Ш. Задача об уносе твердых частиц с земной поверхности потоком воздуха образованного вследствии движения высокоскоростного поезда	85
РАЗДЕЛ - ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ	93
Баратов Д.Х., Арипов Н.М., Рузиев Д.Х., Болтаев А.Х. Сравнительный анализ современных систем электрических централизаций	93
Амиров С.Ф., Жураева К.К., Болтаев О.Т. Исследование магнитных цепей с распределенными намагничивающими обмотками	99
Жумаев Ш.Б., Суюнбаев Ш.М., Ахмедова М.Д. Влияние обращения длинносоставных поездов на уровень выполнения графика движения в условиях твердого графика	106

УДК 691.33

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРУКТУРНО-ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАКРОСТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Адилходжаев А.И., т.ф.д., проф. (ТошТЙМИ)

Махаматалиев И.М., т.ф.н., проф. (ТошТЙМИ)

Шаумаров С.С., т.ф.н., доц. (ТошТЙМИ)

Введение. Несмотря на определенные достижения в производстве бетонов различного назначения и имеющийся значительный опыт их производства в Узбекистане и за рубежом внедрение инновационных технологий в производство сборного и монолитного бетона и железобетона идёт очень медленно. В особенности это касается высокомарочных и многокомпонентных бетонов обеспечивающих ресурсо- и энергосбережение как в процессе их производства, так и в период эксплуатации. Решение таких сложных задач связано с одной стороны с изысканием и расширением сырьевой базы материалов имеющей свои особенности, оптимизацией составов, разработки механизмов регулирования вопросов смесеобразования в увязке с технологическими режимами производства, а также всесторонними исследованиями характера течения структурных изменений на уровне микро- и макроструктуры и установлении взаимосвязи с физико-механическими и эксплуатационными показателями разрабатываемых материалов с другой стороны.

Установление корреляционных зависимостей между параметрами формирующейся структуры и свойствами многокомпонентных (5-6, а иногда и более составляющих) бетонов, технологических переделов получения материала с наперёд заданным комплексом свойств является весьма сложной задачей для решения которой необходимо привлечение нетрадиционных методик, позволяющих охватить весь спектр задач: проектирование состава, исследования закономерностей и характера структурообразования, технологии приготовления, прогнозирования физико-механических и эксплуатационных показателей создаваемого материала. Попытки поиска научно обоснованного решения вышеуказанных задач использованием неординарных методик привело к разработке и созданию полиструктурной теории композиционных строительных материалов (ПТ КСМ) [1-2].

Полиструктурная теория композиционных строительных материалов (ПТ КСМ), как единая система научных представлений о закономерностях структурообразования, технологии и свойствах композиционных материалов строительного назначения, получила заслуженное признание в научном мире.

Главная отличительная особенность ПТ КСМ состоит в том, что принцип полиструктурности выступает не только как классификационный фактор или методологический прием для объяснения механизма формирования структуры и свойств материала, но и как ключ к направленному исследованию возникающих между компонентами химических реакций, с целью формирования требуемых физико-технических показателей материала, разработке рациональной технологии изготовления. В рамках ПТ КСМ впервые четко определены основные структурообразующие факторы для каждого структурного уровня и получены количественные зависимости свойств композитов от этих факторов [2].

Вопросы разработки строительного композита согласно основных постулатов ПТ КСМ рассматриваются сквозь призму последовательных этапов: физико-химические взаимодействия и превращения протекающие в формирующейся среде с учетом индивидуальных особенностей компонентов, их влияний на ход течения процессов формирования структуры, оптимизации технологических операций изготовления и т.д.

Такая многогранная задача, решение которой направлено на получение «идеального» композита с наперед заданным комплексом свойств путем обработки большого массива переменных факторов не может быть реализована обычным тривиальным подходом.

Анализ материалов исследований [3-6] проведенных к настоящему времени показал, что реализация такой масштабной работы может быть реализована путем моделирования структуры разрабатываемого композита. Полученные имитационные и виртуальные модели послужат основой для оптимизации физико-механических и технологических параметров проектируемого материала с учетом индивидуальных особенностей исходных компонентов и их объёмной концентрации, а использование математического аппарата и современных компьютерных программных комплексов в полной мере обеспечит решение оптимизационных задач путем варьирования большого числа переменных факторов [7-8].

Моделирование позволяет получить представление о внутренних процессах протекающих при формировании структуры, установить механизм влияния отдельных элементов на ход течения возникающих взаимодействий и объяснить особенности формирования структуры в целом получить виртуальную картину формирующейся структуры композита [9-14]. В результате появляется возможность производить ранжирование и описание влияния различных внешних и внутренних факторов для формирования требуемых физико-механических, физико-технических и специальных свойств проектируемого материала.

Структурно-имитационное моделирование макроструктуры многокомпонентного высококачественного бетона. В контексте вышеуказанных теоретических положений нами была разработана программа «Бетон-технология», позволяющая прогнозировать прочностные свойства тяжёлого многокомпонентного высококачественного бетона на макро-структурном уровне. Общий вид моделируемого объекта исследования приведен на рис.1.

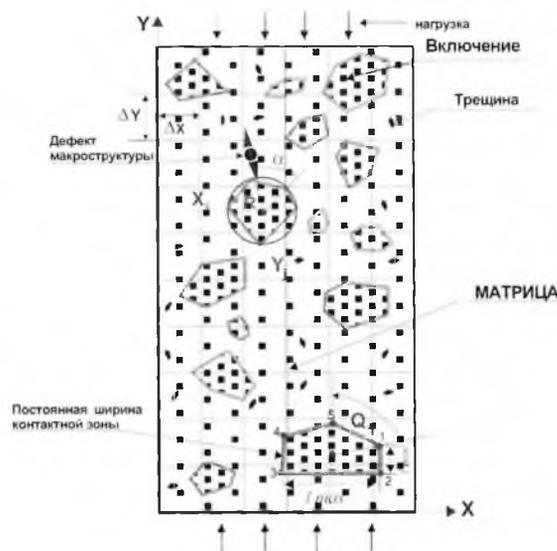


Рис.1. Моделируемый объект и его структурные компоненты

Как видно из рис. 1 в структуре исследуемого композита различают следующие элементы: крупный заполнитель, мелкий заполнитель, цементный камень, воздушные поры, различные дефекты. При моделировании макроструктуры бетона условно принята состоящая из двух блоков: крупного заполнителя и цементно-песчаного раствора, а начальные дефекты макроструктуры (НДС) бетона и его компонентов с коллинеарными трещинами (рис.2).

При создании модели учитывались следующие геометрические параметры начальные дефекты макроструктуры: r_{ij} – радиус поры с координатами X_i, Y_j -const; l_{oij} – начальная длина трещины, численно равная $0,184r$; α_{ij} – ориентация трещины относительно вектора нагрузки – случайная величина, подчиняющаяся закону произвольного распределения в интервале от 0 до 2π ; X_i, Y_j – координаты НДС независимые случайные величины, распределенные по равномерному закону по площади пластины (моделируемого образца); N – количество начальных дефектов в поле образца ($N_{\min}=30$).

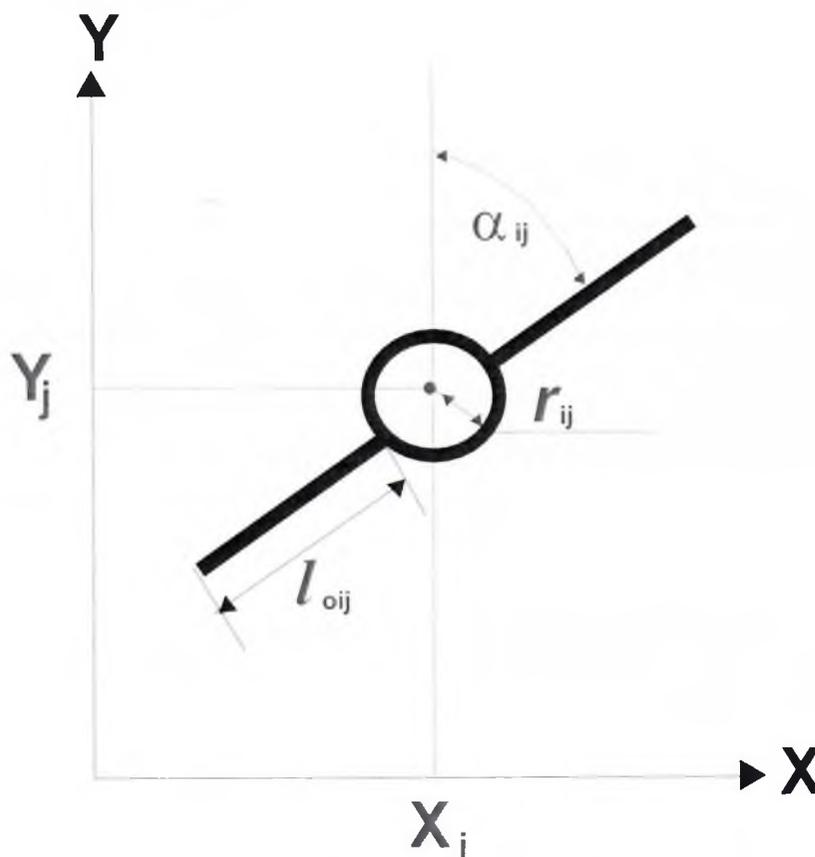


Рис.2. Геометрические параметры начальных дефектов структуры объекта

Включения - зерна крупного заполнителя моделировались выпуклыми многогранниками (рис. 3.) со следующими геометрическими параметрами:

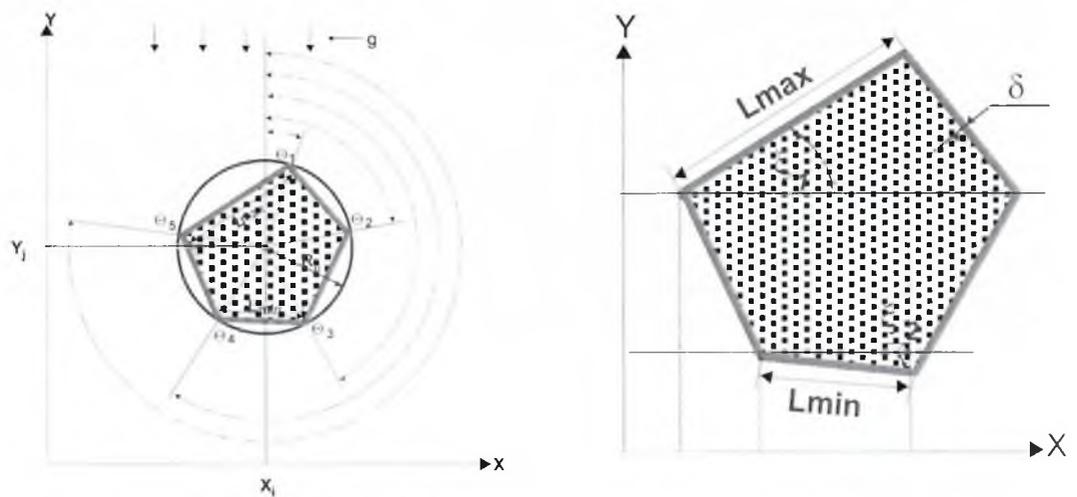


Рис.3. Общий вид включений в моделируемом объекте

R_{ij} – радиус описанной вокруг многоугольника окружности, const;

n_{ij} – число вершин многоугольника ($n \leq 6$);

Θ_k^m – ориентация k -ой вершины многоугольника M -го включения относительно вектора нагрузки – случайная величина, распределенная по равномерному закону на интервале от 0 до 2π ;

X_i^M, Y_j^M – координаты центра описанной окружности M -го включения;

φ – концентрация включений, определяемая по формуле:

$$\varphi = \frac{\sum_{m=1}^M S_m^B}{S_{об}} \quad (1)$$

где S_m^B – площадь M -го включения, $S_{об}$ – площадь образца;

K_Φ – коэффициент формы:

$$K_\Phi = \frac{L_{\max}^f}{L_{\min}^f}$$

где $L_{\max}^f = L_{\max} \cdot \cos \xi_1$, $L_{\min}^f = L_{\min} \cdot \cos \xi_2$; L_{\max} , L_{\min} – максимальная и минимальная стороны многоугольника включения.

В модели учитывались следующие физические параметры включений:

E_v – модуль упругости – const; μ_v – коэффициент Пуассона – const;

K_{lc}^B - коэффициент интенсивности напряжений при нормальном разрыве; K_{lc}^R - коэффициент интенсивности напряжений при плоском сдвиге - const.

Контактная зона включения – сторона многоугольника включения с заданной шириной δ - постоянная, либо случайная величина, распределенная по произвольному закону.

Физические параметры включений: K_{lc}^k - критический коэффициент интенсивности напряжений при нормальном разрыве; K_{lc}^k - критический коэффициент интенсивности напряжений при плоском сдвиге принимались прямо пропорциональными аналогичному параметру матрицы:

$$\begin{aligned} K_{lc}^k &= \Delta_M K_{lc}^M, \\ K_{lc}^k &= \Delta_M K_{lc}^M, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\Delta_M = \frac{MKT^K}{MKT^M}. \quad (3)$$

где: MKT^K - микротвердость контактной зоны; MKT^M - микротвердость матрицы; MKT^K, MKT^M - постоянные значения.

В разработанной модели определяющим источником, вызывающим деформацию матрицы и компонентов бетона является внешняя нагрузка g .

При этом объектом анализа деформационных свойств бетона в модели являются: слияние изолированных дефектов и их развитие на границе с включениями; образование и развитие зигзаг - трещин, возникающих при огибании трещинами включений.

В процессе моделирования на начальном этапе развития трещин (рис.4.) величина внешней нагрузки g^* , вызывающей развитие двух трещин, изолированного начального дефекта макроструктуры, определяется по формуле:

$$q^* = \frac{\sqrt{\pi} V_i K_{lc_i} \sqrt{a_1 + a_2}}{\varphi(a_{1,2})} \quad (4)$$

(индекс l - принимает значения из области матрицы, либо значение из области контактной зоны, либо значение из области включения), где концентрация включений φ для вершины a_2 (рис.4) составляет:

$$\varphi(a_2) = \int_{-a_1}^{-r} \left(\frac{r^2}{2\xi^2} - \frac{3r^4}{2\xi^4} \right) \sqrt{\frac{a_1 - \xi}{a_2 + \xi}} d\xi \times \int_r^{a_2} \left(\frac{r^2}{2\xi^2} - \frac{3r^4}{2\xi^4} \right) \sqrt{\frac{a_1 - \xi}{a_2 + \xi}} d\xi. \quad (5)$$

Условие слияния начальных дефектов с различными диаметрами определяется выражением:

$$\Psi_1 = \frac{a_i + a_{i-1,i+1}}{2c - (r_i + r_{i-1,i+1})} \geq 0.46. \quad (6)$$

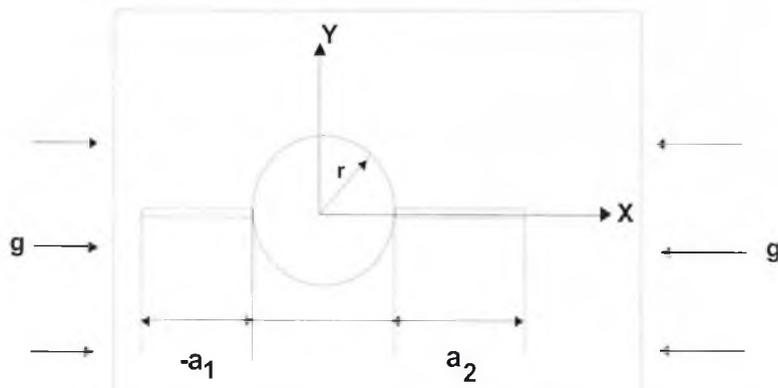


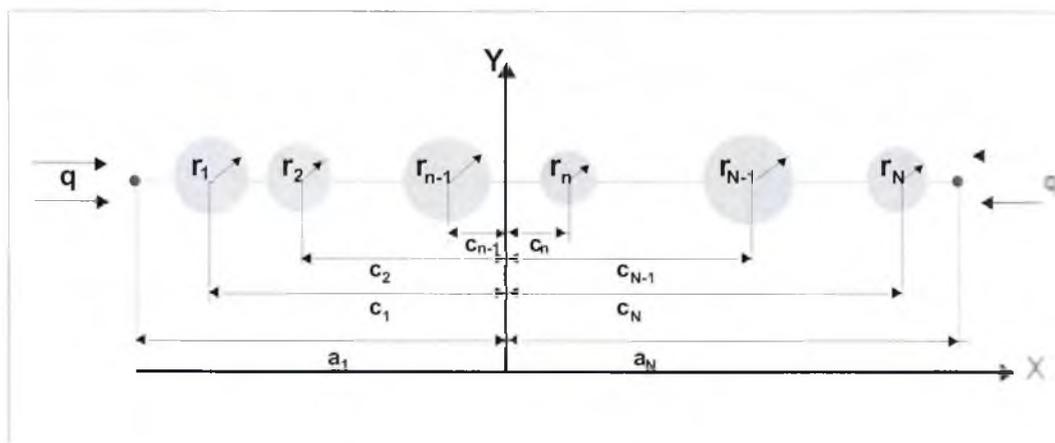
Рис.4. Начальный дефект макроструктуры бетона и его компонентов

Величина нагрузки, вызывающей развитие N ($N > 2$) слившихся начальных дефектов макроструктуры бетона или его компонентов (рис.5) описывается уравнением:
 - для вершины трещины a_N :

$$q_{a_N}^* = \frac{\sqrt{\pi} V_i K_{Ic} V_i \sqrt{a_1 + a_N}}{\varphi(a_N)} \quad (7)$$

- для вершины трещины a_1 :

$$q_{a_1}^* = \frac{\sqrt{\pi} V_i K_{Ic} V_i \sqrt{a_1 + a_N}}{\varphi(a_1)} \quad (8)$$



где K_{ic} - принимается в зависимости от местоположения вершины трещины: $i \sim B$ – во включении; $i \sim M$ – в матрице; $i \sim K$ – в контактной зоне.

K_I – коэффициент интенсивности нормальных разрывающих напряжений у вершины трещины, вычисляемый по формулам:

$$K_I = \frac{q\varphi(a_1, b_M)}{V_i \sqrt{\pi(a_1 + a_N)}}; \quad (15)$$

для вершины трещины a_N

$$K_I = \frac{q\varphi(a_N, b_M)}{V_i \sqrt{\pi(a_1 + a_N)}}. \quad (16)$$

В разработанной структурно-имитационной модели процесса разрушения бетона и его компонентов на уровне макроструктуры, формирующиеся взаимодействия между структурными элементами в процессе твердения бетона производится по вышеуказанным формулам. В качестве дополнительных также принято условие, что трещина развивается параллельно приложенной нагрузке и ее рост прекращается при выходе на другую трещину.

Разработанная модель процесса разрушения цементного бетона и программное обеспечение «Бетон-технология» позволяют проследить эволюцию формирования деструктивных процессов, прогнозировать прочностные свойства тяжелого бетона на макроструктурном уровне и получить виртуальное изображение динамики распределения напряжений в бетонном образце в процессе увеличения внешней нагрузки g вплоть до завершающего момента разрушения образца включительно (рис.6).

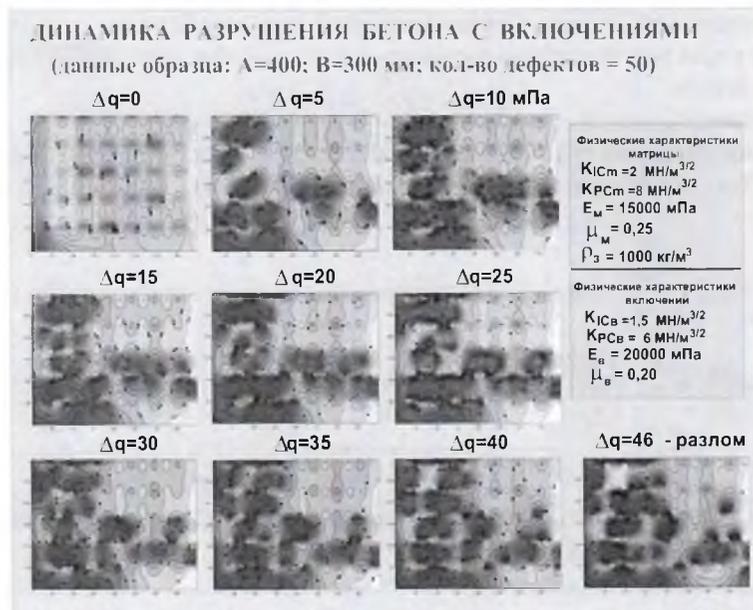


Рис.6. Графическая визуализация результатов численного моделирования прочности цементного бетона с использованием программного комплекса «Бетон-технология»

Заключение. По нашему мнению графическая визуализация результатов численного моделирования прочности цементного бетона с использованием программного комплекса «Бетон-технология» соответствует существующим представлениям о процессе разрушения цементных композиций и позволяет заключить, что предложенный метод структурно-имитационного моделирования процессов разрушения бетона при одноосном сжатии пригоден для теоретической оценки прочности рассматриваемой системы.

Список литературы

1. Соломатов В.И. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов / Соломатов В.И. и др., - Т.: Фан, 1991. 345 с.
2. Соломатов В.И. Развитие полиструктурной теории композиционных строительных материалов // Изв. вузов. Строительство. Новосибирск. 1985. -№8. с.58-64.
3. Баженов Ю.М. Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения / Баженов Ю.М. // «Материалы 10 академических чтений РААСН» / Пенза-Казань, 2006. с.3-7.
4. Баженов Ю.М. Основные подходы к компьютерному моделированию строительных композитов / Баженов Ю.М. // Журнал «Строительные материалы». 2006. - №7. с. 2-4.
5. Чермашенцев В.М. Теоретические аспекты компьютерного моделирования эффективных композиционных материалов / Чермашенцев В.М. // Изв. Вузов. Строительство. Новосибирск, 2002. №3. С.33-40.
6. Харитонов А.М. Исследование свойств цементных систем методом структурно-имитационного моделирования / Харитонов А.М. // Журнал «Строительные материалы». 2008. №9. С.81-83.
7. Adilhodjaev A.I., Mahamataliev I.M., Tsoy V.M. About nature of interphase interactions of basalt aggregate and polycarboxylate super plasticizer with cement in multi-component concrete / Adilhodjaev A.I., Mahamataliev I.M., Tsoy V.M. // "IBAUSIL" - "19 Internationale Baustofftagung", Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 2015. P.1211-1219.
8. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. Вопросы управления качеством при проектировании составов многокомпонентных высококачественных бетонов с минеральными наполнителями / Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. // "Вестник ТашГТУ", 2016.- №1. С.252-260.
9. Воробьев В.А. Основные задачи компьютерного моделирования строительных композитов / Воробьев В.А. // Журнал «Строительные материалы». 2006. №7. с.19-21.
10. Воробьев В.А. Применение физико-математических методов в исследованиях свойств бетона / Воробьев В.А. // М.: Высшая школа, 1977. -345с.
11. Shaumarov S.S. On the issue of increasing energetic efficiency of buildings in railway transport / S.S. Shaumarov // VIII International Conference "Transport Problems - 2016" / Katowice, Poland. p. 522-532
12. Shaumarov S.S. On peculiarities of formation of the thermal mode in operating panel buildings / Shaumarov S.S., Adilhodzhayev A.I., Karimova F.F. // International conference «Science and practice: a new level of integration in the modern world» / London, 2018. p. 365-368
13. Shaumarov S.S. On the method of estimation of thermal protective properties of external walls of operating residential buildings / Shaumarov S.S., Adilhodzhayev A.I., Kandakharov S.I. // International conference «Student science: research works» / March 30, 2018. San Francisco, California, USA. Part II. «B & M Publishing». p. 103-106

14. Adylhodzayev A.I., Shaumarov S.S. The issue of thermal renovation of infrastructure of railway transport is evaluated / A.I. Adylhodzayev, S.S. Shaumarov // X International Scientific Conference "Transport Problems - 2018" / Wisla, Katowice, Poland. p. 13-18

THEORETICAL ASPECTS OF STRUCTURAL AND SIMULATION MODELING OF THE MACROSTRUCTURE OF COMPOSITE BUILDING MATERIALS

Adilhodzhaev A.I. , Mahamataliev I.M., Shaumarov S.S.

Tashkent institute of railway engineers, Tashkent, Uzbekistan.

At the present time, the description of the joint work of multi-component, high-quality concretes in the framework of the structural and simulation modeling of cement composites is a very topical task of building materials science. In the context of the solution of the above problems, theoretical aspects of structural and simulation modeling are presented on the example of the developed program "Concrete-technology", which allows to predict the strength properties of multicomponent high-quality concrete at the macro structural level.

Keywords: *structural simulation simulation, composite building materials, high-quality concrete, composite, macrostructure, strength.*

Аннотация

В настоящее время описание совместной работы разнородных по свойствам фаз многокомпонентных высококачественных бетонов в рамках структурно-имитационного моделирования цементных композитов является весьма актуальной задачей строительного материаловедения. В контексте решения вышеуказанных задач в данной статье приводятся теоретические аспекты структурно-имитационного моделирования на примере разработанной программы «Бетон-технология», позволяющая прогнозировать прочностные свойства многокомпонентного высококачественного бетона на макроструктурном уровне.

Ключевые слова

структурно-имитационное моделирование, композиционные строительные материалы, высококачественный бетон, композит, макроструктура, прочность.