

UDC 624.072.221

CALCULATION MODELING OF FLEXURAL REINFORCED CONCRETE ELEMENTS ADJUSTED FOR CRACK PROPAGATION RESISTANCE OF CONCRETE

¹ Evgeny N. Peresipkin² Sergey V. Shevtsov³ Victor S. Shevtsov⁴ Valery N. Sidorov

¹ Sochi State University for Tourism and Recreation
Sovetskaya street 26a, Sochi city, Krasnodar Krai, 354000, Russia
The doctor of technical sciences, Professor

² Sochi State University for Tourism and Recreation
Sovetskaya street 26a, Sochi city, Krasnodar Krai, 354000, Russia
postgraduate student (in technical science)

³ Sochi State University for Tourism and Recreation
Sovetskaya street 26a, Sochi city, Krasnodar Krai, 354000, Russia
PhD (technical), Professor

⁴ Sochi State University for Tourism and Recreation
Sovetskaya street 26a, Sochi city, Krasnodar Krai, 354000, Russia
PhD (technical), Professor
E-mail: vishev@mail.ru

The calculation modeling of concrete structures is shown. Function model allows more exact (as compared with traditional design diagrams) mode determination of deformation characteristics of construction in all stages of process.

Keywords: function model, reinforced concrete components, crack propagation resistance, fracture mechanics

В настоящее время в строительстве для выполнения статических расчетов конструктивных элементов (определения усилий, напряжений и деформаций в элементах конструктивной схемы), как правило, используются специальные компьютерные программы и программные комплексы, в основе которых лежат методы функционального моделирования. Поэтому совершенствование и развитие деформационных моделей железобетона и разработка на их основе методов расчета, учитывающих образование трещин и развитие неупругих деформаций в железобетонных элементах, а также их реализация в виде компьютерных программ расчета строительных конструкций, остаются весьма актуальными.

В результате проведенных исследований [1, 2] разработан метод расчета изгибаемых железобетонных конструкций с учётом сопротивления бетона распространению трещин. Расчётные уравнения получены с помощью гипотезы плоских сечений и кусочно-линейных диаграмм деформирования бетона и стальной арматуры.

Особенностью метода является включение в систему внутренних усилий результирующего вектора напряжений в окрестности вершины трещины, где упругие напряжения превышают расчётное сопротивление бетона растяжению.

Для практической реализации предлагаемого метода расчета изгибаемых железобетонных элементов была разработана функциональная модель, в основу которой была положена методология функционального моделирования IDFo [3, 4].

Основной концептуальный принцип методологии IDFo – представление любой изучаемой системы в виде набора взаимодействующих и взаимосвязанных блоков, отображающих процессы, операции, действия, происходящие в описываемой системе.

В качестве входных расчетных параметров функциональной модели приняты геометрические размеры сечений и защитных слоев, прочностные характеристики бетона и арматуры, различные коэффициенты, нормативные и другие расчетные величины общим количеством, составляющим 24 параметра.

Выходными параметрами, получаемыми в результате расчета, являются возникающие в результате силового воздействия напряжения и деформации в бетоне и арматуре, геометрические характеристики создающихся в результате воздействия деформаций, геометрические характеристики сжатой и растянутой зон расчетного сечения, расчетные усилия и другие искомые величины общим числом, составляющим 11 параметров.

В основу предлагаемой функциональной модели положены исследованные в [1, 2] закономерности напряженно-деформированного состояния изгибаемого железобетонного элемента на разных стадиях нагружения вплоть до стадии разрушения.

На рисунке 1 представлена диаграмма А0 процесса деформирования железобетонного элемента, представляющая собой верхний уровень в иерархии данной функциональной модели.



Рис. 1. Диаграмма А0 процесса деформирования изгибаемого железобетонного элемента.

Данный процесс декомпозируется на два элемента (подпроцесса) - диаграммы А1 и А2, как показано на рисунке 2:

- функциональная модель (диаграмма) упругого деформирования бетона (А1);
- функциональная модель (диаграмма) «пластического» деформирования бетона (А2).

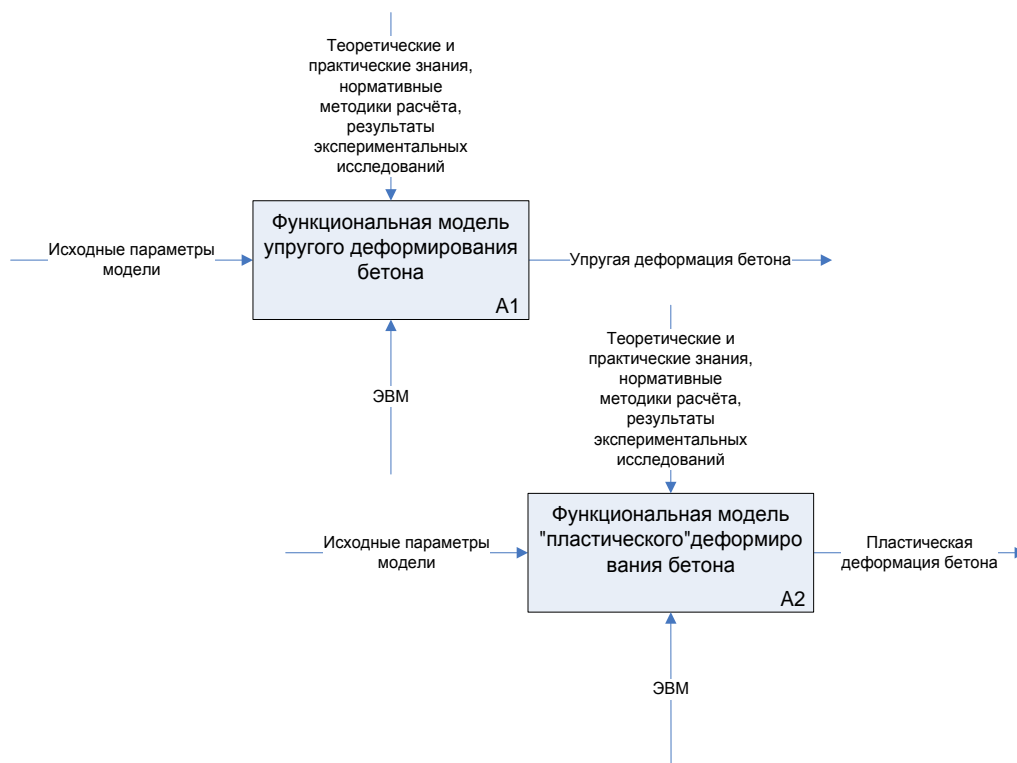


Рис. 2. Подпроцессы A1 и A2 функциональной модели деформирования изгибаемого железобетонного элемента

Эти подпроцессы в свою очередь также декомпозируются, и в результате получена сложная и разветвленная функциональная модель, позволяющая более точно, по сравнению с традиционными расчётными схемами, определить параметры напряженно-деформированного состояния конструкции на любой стадии её работы в широком диапазоне изменения влияющих факторов.

Программа написана на языке программирования C++ в среде Microsoft Visual C++ 6.0 и имеет удобный графический интерфейс. Программа может быть установлена на персональном компьютере с операционной системой Windows.

На основе данной функциональной модели разработана прикладная программа для ЭВМ [5], реализующая предлагаемый метод расчета изгибаемых железобетонных элементов с учетом сопротивления бетона распространению трещин.

Результаты практических расчетов, выполненных с помощью предлагаемой компьютерной программы, показали их хорошую сопоставимость с данными многочисленных экспериментальных исследований. Особое значение имеют результаты расчётов, полученные для средне- и малоармированных конструкций, которые позволили существенно уточнить параметры напряжённо-деформированного состояния в эксплуатационной стадии, а для малоармированных элементов и в стадии разрушения. Эти результаты позволили выявить неоправданный, избыточный запас прочности, который можно рассматривать как ресурс несущей способности и который во многих случаях следует использовать.

Предложенная функциональная модель расчета изгибаемых железобетонных элементов и разработанная программа для ЭВМ могут быть использованы в исследовательской практике, для оценки остаточной несущей способности конструкций при технических обследованиях, а также в проектной практике в области строительных конструкций.

Примечания:

1. Пересыпкин Е.Н., Шевцов С.В. Расчётные уравнения для нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов с учётом сопротивления бетона распространению трещин // Строительная механика и расчёт сооружений. 2010. № 3. С. 39-44.

2. Пересыпкин Е.Н., Шевцов С.В. Расчет изгибаемых железобетонных элементов с учетом сопротивления бетона распространению трещин // Вестник СГУТиКД, 2011. №1(15). С. 106-115.

3. Методология функционального моделирования IDFo. Руководящий документ. Издание официальное // Госстандарт России. М., ИПК Издательство стандартов, 2000. 62 с., прил.

4. Р 50.1.028 – 2001 Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции Методология функционального моделирования/ Издание официальное // Госстандарт России. М., ИПК Издательство стандартов, 2007. 65 с., прил.

5. Шевцов С.В., Попов А.А., Пересыпкин Е.Н. Расчет изгибаемых железобетонных конструкций с возможностью учета сопротивления бетона распространению трещин // Программа для ЭВМ, гос. регистрационный №2010612375 от 31.03.2010. М., Роспатент. 2010.

УДК 624.072.221

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНА РАСПРОСТРАНЕНИЮ ТРЕЩИН

¹ Евгений Николаевич Пересыпкин

² Сергей Викторович Шевцов

³ Виктор Сергеевич Шевцов

⁴ Валерий Николаевич Сидоров

¹ Сочинский государственный университет туризма и курортного дела
354003, Россия, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
доктор технических наук, профессор

² Сочинский государственный университет туризма и курортного дела
354003, Россия, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
аспирант

³ Сочинский государственный университет туризма и курортного дела
354003, Россия, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
кандидат технических наук, доцент

⁴ Сочинский государственный университет туризма и курортного дела
354003, Россия, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
кандидат технических наук, доцент

E-mail: vishev@mail.ru

Представлена функциональная модель расчёта железобетонных элементов, которая позволяет более точно по сравнению с традиционными расчётными схемами определить параметры напряженно-деформированного состояния конструкции во всех стадиях её работы.

Ключевые слова: функциональная модель, железобетонные элементы, сопротивление распространению трещин, механика разрушения.