

На правах рукописи

Пушкарёва Юлия Дмитриевна

**Оценка трещиностойкости железобетонных  
конструкций диаграммным методом**

Направление: Строительство  
Специализация: «Промышленное и гражданское  
строительство»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание академической степени магистра  
архитектуры

Комсомольск-на-амуре – 2024

Диссертация выполнена на кафедре Строительство и архитектура  
Комсомольской-на-Амуре государственном университете

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
В.А. Дзюба

Защита состоится 20.06.2024 в 8:00 часов на заседании  
Государственной экзаменационной комиссии по защите  
магистерских диссертаций при Комсомольском-на-Амуре  
государственном университете (681013, г. Комсомольск-на-  
Амуре, пр-кт Ленина, д.27)

С диссертацией можно ознакомиться на кафедре Строительство и  
архитектуры

## Общая характеристика работы

### **Актуальность исследования:**

Формирование структуры современных высокотехнологичных бетонов, отличительными признаками которых являются часто существенно более высокая дисперсность зернистых компонентов, повышенные значения площадей поверхности раздела фаз, преобладание мелко- и скрытокристаллических сростков новообразований, возросшая плотность, увеличенное поэтому число физических и физико-химических контактов в единице объема материала, создает противоречивую ситуацию, в которой, с одной стороны, сформированная структура обеспечивает возрастающую прочность материала при сжатии, а с другой стороны, — делает его относительно более хрупким и менее трещиностойким.

Трещиностойкость структуры современных бетонов как комплексная категория сопротивления разрушению является главным критерием их эффективности, поскольку механизм разрушения, по сути, определяется процессом развития трещин в структуре материала. Из этого следует, что актуальность исследований и их содержание предопределяются необходимостью рассмотрения механизма разрушения цементных бетонов, закономерной роли их состава и структуры в реализации этого механизма, обоснования на базе учета механизма разрушения возможных принципов управляющего воздействия на показатели сопротивления разрушению, разработки технологических приемов оптимизации состава и структуры материалов при обеспечении требуемого уровня их конструкционного потенциала и прежде всего трещиностойкости.

Важно при проектировании учесть все данные для предотвращения трещин в железобетонных конструкциях.

**Объект исследования:** железобетонная балка размером 0,2м\*0,6 м.

**Предмет исследования:** трещиностойкость железобетонных конструкций

**Степень изученности проблемы:** теоретической основой для диссертации послужили научные работы разных направлений, раскрывающие отдельные аспекты исследуемой темы. К ним относятся следующие группы работ:

- по теории применения железобетона;
- по методам расчета железобетонных конструкций на трещиностойкость;
- нормативная документация, регламентирующая проектирование железобетонных сооружений в России.

Несмотря на большое количество литературы, посвященной железобетонным конструкциям, трудно найти современный научный труд, который бы освещал вопросы по ... ручного расчета железобетонных элементов на трещиностойкость, деформации бетона и арматуры, прогиба, а также жесткость сечения. Большинство изученных работ, посвященных железобетону (СП 63.13330.2012), значительно устарели и не освещают новейшие методы и принципы расчета и возведения железобетонных конструкций. В литературе, рассматривающей решения о методах расчета железобетона по оценки железобетонных конструкций на трещиностойкость (О.В. Радайкин, Н.И. Карпенко, Н.А. Бородачев), весьма поверхностно затрагивается данную тему. В результате на данный момент отсутствует работа, которая бы вместила в себя все эти аспекты, которые без сомнения являются главенствующими при проектировании железобетона.

**Цель исследования:** внедрить инновационный метод по расчету железобетонных элементов на трещиностойкость при проектировании.

**Задачи исследования:**

- Проанализировать существующие диаграммные методы;
- Провести расчет железобетонного элемента на трещиностойкость с различными процентами армирования;

- Провести расчет железобетонного элемента на трещиностойкость с различными процентами армирования в программе ГИД;
- Сравнить ручной метод расчета на трещиностойкость и программы ГИД;
- Выявить наиболее эффективный метод расчета.

**Методологической основой** работы является комплексный подход. Для решения поставленных задач применялись следующие методы:

- анализ литературных источников
- графический анализ
- анализ научно-технического материала

**Научная новизна:** принципиальной новизной предлагаемого метода является возможность применение диаграммного метода и билинейных уравнений к расчету наклонных сечений статически неопределимых систем.

**Практическая и научная значимость:** основные положения проведенного исследования могут лечь в основу дальнейших теоретических разработок. Результаты диссертации могут быть использованы при формировании расчетов железобетонных конструкций на трещиностойкость, прогиб, жесткость.

**Границы исследования:** основной акцент ставился на изучении взаимосвязи расчетов по СП и программы ГИД.

**Структура работы:** диссертация разделена на три главы. Первая глава содержит текстовую часть, состоящую из введения, девяти подглав, в которых освещается информация о видах диаграмм, основные положения расчета образования трещин, а также характеристики бетона.

Во второй главе представлен ручной расчет трещиностойкости бетонной балки согласно СП, а также расчет согласно программы ГИД с разным процентом армирования. Глава включает в себя четыре подглавы, в которых подробно описаны данные методы.

В третьей главе представлен пример расчета на трещиностойкость по билинейным уравнениям. Глава включает четыре подглавы.

## Содержание исследования

**Во введении** обосновывается актуальность исследования, ставятся цели и задачи, определяются предмет, объект исследования, научная новизна и практическая ценность.

**В первой главе** исследована перспектива модернизирования ручного расчета согласно СП по железобетону.

Для монолитных железобетонных конструкций обеспечение трещиностойкости является важнейшей задачей проектирования. Монолитное строительство - метод возведения зданий, при котором основным материалом конструкций является монолитный железобетон. Основная особенность монолитного строительства заключается в том, что местом для производства материала монолитных зданий является строительная площадка. Применение монолитного железобетона позволяет реализовывать многообразие архитектурных форм, а также сократить расход стали и бетона. Но при этом возрастают энергозатраты, особенно в зимнее время, и повышаются трудозатраты на строительной площадке.

Исходя из проведенного анализа, можно выделить несколько основных исторических периодов в применении железобетона в строительстве:

- Впервые в России технология была применена при строительстве здания Государственного банка в Петербурге, построенного в 1881 году фирмой «В. Гюртлер и К°»;
- Тяжелый же монолитный бетон впервые применен в 1886 году при возведении стен железнодорожной будки на Костромской ветви Московско-Ярославской железной дороги;
- К началу XX века знаменитый американский изобретатель Т.А. Эдисон разработал метод возведения домов из монолитного бетона в многократно оборачиваемых опалубках (патент 1908 года);

- В 1935-1936 годах в Ленинграде был возведён более совершенный 6-этажный дом с применением металлической опалубки высотой на этаж.;
- В конце XX века начинается попытка повторного внедрения монолитного строительства с целью повышения архитектурной выразительности массовой типовой застройки. Метод монолитного строительства, прежде всего, использовали при возведении многоэтажных зданий, служащих в застройке композиционными акцентами.;

И так, анализируя перспективу развития монолитного домостроения, можно увидеть, что железобетон развивался годами; с появлением новых технологий в строительной практике, возникали новые проектные решения. Становится понятно, что прочность монолитных железобетонных объектов практически зависит от их несущей способности.

**Во второй главе** рассмотрены основные методы расчетов железобетонных конструкций на образование трещин, выявлены основные подходы в формировании методов.

Рассмотрены основные положения расчета образования трещин.

Таким образом, становится понятно, что трещиностойкость являются важными формообразующими факторами при проектировании ЖБК.

Спортивные объекты представляют собой сложные инженерные сооружения. В процессе проектирования их конструктивной основы приходится преодолевать немалые трудности, связанные с большими размерами зданий и специфичными функциональными требованиями. Ввиду этого поиск наиболее рационального и выразительного конструктивного решения является весьма значимой творческой задачей для архитектора. В данной главе раскрыто содержание магистерской диссертации.

**В третьей главе** раскрыт метод расчета по билинейным уравнениям. В ходе разработки диссертации были учтены принципы формообразования расчетов трещиностойкости,

выявленные во второй главе, учитывался мировой опыт по созданию подобных сооружений, проанализированный в первой главе.

### **Основные выводы и результаты исследования**

- Выполнен расчет трещиностойкости согласно СП (ручным методом);
- Выполнен расчет трещиностойкости согласно в программе ГИД (диаграммным методом);
- Рассмотрен расчет по билинейным уравнениям.

Расчет моментов образования трещин диаграммным методом показал полное совпадение значений с расчетами по СП.

## **Пояснительная записка проекту стадиона на 45 тыс. мест в г.Екатеринбурге**

Архитектурно-планировочное решение разработано в соответствии с нормативной документацией:

1. Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных элементов : электронное учебно-методическое пособие
2. Теория деформирования железобетона с трещинами.
3. Проектирование сборных железобетонных конструкций каркасного здания : учеб. пособие
4. Диаграммные методы расчета железобетонных конструкций: Учебно-методическое пособие для магистрантов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» по дисциплине «Диаграммные методы расчета железобетонных конструкций».
5. Методы неразрушающего контроля : учеб. пособие.
6. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений : учебное пособие.
7. К оценке прочности, жесткости, момента образования трещин и их раскрытия в зоне чистого изгиба железобетонных балок с применением нелинейной деформационной модели.



8. К построению общей методики расчета статически неопределимых стержневых железобетонных конструкций на основе метода конечных элементов.
9. Применение составной функции диаграммы сжатого бетона для деформационной оценки конструкций.
10. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями № 1,2,3).
11. СП 63.13330.2012 Бетонные и каменные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
12. “Железобетонные конструкции (Общий курс)” Учеб. для вузов.
13. Модели деформирования железобетона в приращениях и методы расчета конструкций.
14. К определению кривизны бетонных и железобетонных элементов вдоль пролета с учетом совместного действия изгибающих моментов и перерезывающих сил.

**Основные публикации по теме исследования**

1. Оценка трещиностойкости железобетонных конструкций. 2022 год.

2. Определение момента образования трещин в железобетонных конструкциях диаграммным методом. 2023 год.

3. Расчет железобетонных сечений на основе билинейной диаграммы бетона. 2024 год.