

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В.К. Бубнов, А.С. Двужилов

© Бубнов В.К., Двужилов А.С., 2025

**Аннотация.** Рассмотрена оптимизация конструктивных решений с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Указаны этапы данной оптимизации. Перечислены преимущества МКЭ.

**Ключевые слова:** метод, конечные элементы, оптимизация, конструктивные решения, проектирование, строительные конструкции.

Современное строительство требует от проектировщиков высокой точности расчетов и способности быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям. Метод конечных элементов (МКЭ) стал важным инструментом, использование которого помогает достичь различных целей, оптимизировать конструктивные решения на всех этапах проектирования.

Метод конечных элементов представляет собой численный подход, который позволяет анализировать сложные конструкции за счет разбиения данных конструкций на более простые элементы. Каждый элемент обладает своими свойствами, и взаимодействие между элементами моделируется с помощью математических уравнений.

Применение МКЭ позволяет:

1. Сократить время проектирования (следовательно, добиться быстрой проверки различных конструктивных решений, касающихся прочности и устойчивости).
2. Увеличить точность расчетов благодаря моделированию сложных геометрий и нагрузок.
3. Оптимизировать материалы (выявить избыточные участки конструкции).

Оптимизация конструктивных решений с использованием МКЭ включает в себя несколько этапов:

1. Создание модели, т. е. разработку геометрической модели конструкции, которая разбивается на конечные элементы.
2. Настройку параметров (означает установку физических свойств материалов, граничных условий и нагрузок).

3. Анализ результатов (после расчетов результаты исследуют с целью выявления слабых мест конструкции).

В одном из проектов по строительству промышленного здания был применен МКЭ с целью рассмотрения стальных каркасов. Исходные конструкции имели избыточные размеры элементов. С помощью МКЭ были выявлены участки с минимальными напряжениями, где можно было уменьшить размеры элементов без потери прочности конструкции. Это позволило сократить расходы на 15 % [1].

В другом случае была проведена оптимизация железобетонного перекрытия с использованием МКЭ. Первоначальная модель показала высокие деформации в центре перекрытия. После анализа были предложены изменения арматурного каркаса и распределения бетона, что дало возможность уменьшить прогибы на 30 % и повысить общую устойчивость конструкции [2].

Метод конечных элементов предоставляет множество преимуществ при оптимизации конструктивных решений. К таким преимуществам относятся:

1. Гибкость (возможность моделирования различных сценариев и условий эксплуатации).

2. Экономия времени и ресурсов (а следовательно, снижение затрат за счет более рационального использования материалов).

3. Повышение безопасности (более точные расчеты дают возможность избежать потенциальных проблем с эксплуатацией).

Таким образом, оптимизация конструктивных решений с применением МКЭ является важным этапом современного проектирования. Этот метод позволяет значительно увеличить эффективность проектирования, снизить затраты и улучшить безопасность строительных объектов. Перспективы дальнейшего развития МКЭ связаны с интеграцией новых технологий.

### **Библиографический список**

1. Игнатьев А.В. Метод конечных элементов в форме классического смешанного метода строительной механики: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.17. Волгоград, 2019. 294 с.

2. Арьков Д.П. Моделирование железобетонных конструкций на основе МКЭ // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве: в 3 т. Волгоград: ВолГАУ, 2013. Т. 3. С. 454–458.

# OPTIMIZATION OF DESIGN SOLUTIONS USING FINITE ELEMENT METHODS

**V.K. Bubnov, A.S. Dvuzhilov**

*Abstract. Optimization of constructive solutions using the finite element method (FEM) is considered. The stages of this optimization are indicated. The advantages of the FEM are listed.*

**Keywords:** methods, finite element, optimization, design solutions, design, building structures.

Об авторах:

БУБНОВ Виктор Константинович – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: vbubnov72@gmail.com

ДВУЖИЛОВ Антон Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru

About the authors:

BUBNOV Viktor Konstantinovich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vbubnov72@gmail.com

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru

УДК 336.226.212.1

## РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ АНКЕРОВОК И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

**А.С. Двужилов, В.Е. Бирюкова**

© Двужилов А.С., Бирюкова В.Е., 2025

*Аннотация. Дано определение понятия анкеровки. Описаны основные функции анкеровки, такие как передача усилий, предотвращение проскальзывания и распределение напряжений. Представлены различные типы анкеровок и принципы их действия,*