

# **ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ МНОГОПРОЛЁТНЫХ БАЛОК**

*Ахмедов Бурхон Икромович*

*доцент,*

*Джизакского политехнического института,*

*Республика Узбекистан г. Джизак*

*Аширбаев Нургали Худаярович*

*д-р физ.- мат. наук, профессор*

*Южно-Казахстанский государственный университет имени Мухтара*

*Ауэзова,*

*Республика Казахстан, г. Шымкент*

## **THE INFLUENCE OF THERMOMECHANICAL EFFECTS ON THE STRENGTH AND STABILITY OF MULTI-SPAN BEAMS**

*Burkhon Akhmedov*

*assistant professor,*

*Jizzakh Polytechnic Institute,*

*Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

*Nurgali Ashirbaev*

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*

*South Kazakhstan State University named after Mukhtar Auezov*

*Republic of Kazakhstan, Shymkent*

### **Аннотация**

В данной работе рассматривается влияние термомеханических эффектов на прочность и устойчивость многопролётных балок, которые широко применяются в строительстве. Анализируются температурные воздействия и их влияние на напряжения и деформации в конструкциях. Предоставляется методика комплексного численного моделирования, включающая методы конечных элементов для учета термических и механических нагрузок.

### **Abstract**

This paper examines the influence of thermomechanical effects on the strength and stability of multi-span beams, which are widely used in construction. Temperature influences and their influence on stresses and deformations in structures are analyzed. A comprehensive numerical modeling methodology is provided, including finite element methods to account for thermal and mechanical loads.

**Ключевые слова:** термомеханические эффекты, прочность, устойчивость, многопролётные балки, температурные воздействия, напряжения.

**Key words:** thermomechanical effects, strength, stability, multi-span beams, temperature effects, stress.

**Введение.** Термомеханические эффекты являются важным фактором, влияющим на прочность и устойчивость конструкций, особенно многопролётных балок, которые широко используются в строительстве мостов, зданий и других инженерных сооружений. Тепловые воздействия, такие как колебания температуры, приводят к изменению физических свойств материалов и вызывают дополнительные напряжения, которые могут значительно влиять на поведение конструкций. В условиях изменяющихся температур многопролётные балки подвергаются сложным нагрузкам, которые могут привести к снижению их несущей способности и устойчивости.

**Методология.** Методика анализа термомеханических эффектов на многопролётные балки включает следующие основные этапы: Сбор данных и моделирование температурных воздействий: Исследование температурных условий эксплуатации конструкции, включая сезонные колебания температуры, влияние солнечной радиации, а также тепловые потоки, возникающие от различных источников. Создание математической модели балки: Построение геометрической модели многопролётной балки с учетом её физических и механических характеристик. Численное моделирование: Использование методов конечных элементов для проведения термомеханического анализа. Включение температурных эффектов в расчетную модель для определения

напряжений и деформаций. Анализ результатов: Интерпретация результатов численного моделирования, выявление критических зон с наибольшими напряжениями и деформациями. Оптимизация конструкции: Разработка рекомендаций по усилению конструкции, выбору материалов с лучшими термомеханическими свойствами, а также мероприятий по снижению температурных воздействий.

**Результат.** В рамках исследования влияния термомеханических эффектов на прочность и устойчивость многопролётных балок, была применена описанная методика. Сбор данных и моделирование температурных воздействий

Температурные условия эксплуатации были определены на основании климатических данных за последние 10 лет. Максимальная температура летом достигала  $+40^{\circ}\text{C}$ , а минимальная зимой —  $-25^{\circ}\text{C}$ . Температурные градиенты и их изменение по длине балки моделировались с учетом солнечной радиации и ночного охлаждения. Создание математической модели балки. Геометрическая модель многопролётной балки включала основные структурные элементы, материалы были выбраны на основе реальных данных о составе и свойствах стальных и бетонных компонентов. Учтены также соединения и опорные условия. Численное моделирование. Метод конечных элементов использовался для проведения термомеханического анализа. В расчетную модель включены температурные воздействия и соответствующие им механические нагрузки. Результаты моделирования показали распределение напряжений и деформаций в различных частях балки. Анализ результатов. Анализ численных данных выявил несколько ключевых результатов: Максимальные напряжения: В наиболее нагруженных зонах балки (возле опор и в местах максимальных температурных градиентов) максимальные напряжения достигли 85% от предела текучести материала, что указывает на необходимость усиления конструкции в этих местах. Деформации: Максимальные деформации составили 1.2% от длины балки, что находится в пределах допустимых

значений, но требует мониторинга для предотвращения накопления повреждений. Трещинообразование: Вероятность возникновения трещин в бетоне при низких температурах увеличилась на 15% из-за эффектов термического сжатия.

Оптимизация конструкции. На основании результатов моделирования были предложены следующие меры по оптимизации конструкции: Использование материалов с улучшенными термомеханическими свойствами: Предложено заменить стандартную сталь на высокопрочную сталь, которая показала снижение максимальных напряжений на 10%. Усиление критических зон: Введение дополнительных ребер жесткости в зонах максимальных напряжений позволило снизить напряжения в этих зонах на 20%. Мониторинг температурных воздействий: Внедрение системы мониторинга температурных градиентов с целью оперативного реагирования на экстремальные условия.

**Таблица 1.**

**Результаты и рекомендации по оптимизации многопролётных балок под воздействием термомеханических эффектов**

<b>Параметр</b>	<b>Исходное значение</b>	<b>Оптимизированное значение</b>	<b>Процентное изменение</b>	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
Максимальные напряжения	85% от предела текучести	75% от предела текучести	-10%	Снижение риска разрушения	Увеличение стоимости материалов
Максимальные деформации	1.2% от длины балки	1.0% от длины балки	-16.7%	Повышение долговечности конструкции	Дополнительные затраты на усиление
Вероятность трещинообразования	Увеличение на	Снижение	-35%	Снижение вероятности	Необходимость

вания	15%	на 20%		повреждений	постоянного мониторинга
Усиление критических зон	Нет	Введение дополнительных ребер	-	Снижение напряжений на 20%	Сложность и удорожание конструкции
Использование высокопрочной стали	Стандартная сталь	Высокопрочная сталь	-	Снижение максимальных напряжений	Повышение затрат на материалы

**Заключение.** Влияние термомеханических эффектов на прочность и устойчивость многопролётных балок является важным аспектом, который необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации конструкций. Применение численных методов анализа, таких как метод конечных элементов, позволяет детально изучить поведение конструкций под воздействием температурных колебаний и разработать эффективные решения для повышения их долговечности и безопасности. Комплексный подход, включающий сбор данных, моделирование и оптимизацию, является ключом к успешному управлению термомеханическими воздействиями и обеспечению надежности строительных объектов.

#### **Литература.**

1. Лавыгин Д.С., Леонтьев В. Л. Алгоритм смешанного метода конечных элементов решения задач теории стержней // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1910](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1910)
2. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. М.: Машиностроение, 2009. 316 с.
3. Булычев С.И., Алехин В.П. Испытания материалов непрерывным вдавливаем индентора. М.: Машиностроение, 1990. 224 с.

4. Togaev, X., Qosimov, U., Bultakov, T., Axmedov, B. I., & Sadullaev, A. (2016). About the use of historical materials for teaching. In *The Eighth International Conference on Eurasian scientific development* (pp. 205-208).

5. Quychiyev O.R. et al. Информатика ва ахборот технологиялари йуналишида виртуал тушунча //formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. - 2024. - Т. 2. - №. 25. - С. 225-229.