

Нарбеков Нодир Нарматович

доцент,

Джизакского политехнического института,

Республика Узбекистан г. Джизак

Аширбаев Нургали Кудаярович

д-р физ.- мат. наук, профессор

Южно-Казахстанский государственный университет имени Мухтара

Ауэзова,

Республика Казахстан, г. Шымкент

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО НАГРУЖЕНИЯ

Аннотация: В данной работе рассматривается методика численного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, подвергающихся сложному нагружению, с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Анализируются основные аспекты расчета конструкций при различных типах нагрузок, таких как статические, динамические, температурные и вибрационные. В работе предоставляется подробное описание процесса моделирования, расчета и анализа данных, включая взаимодействие различных типов воздействий на конструкцию. Оцениваются результаты, полученные в ходе исследования, и выделяются ключевые проблемы, такие как необходимость усиления конструкций в определенных зонах при комбинированных нагрузках и температурных воздействиях. Также представлены рекомендации по усилению конструктивных элементов для повышения долговечности и безопасности объектов.

Ключевые слова: методика, анализ, напряженно-деформированное, состояние, конструкция, метод конечных элементов, нагружение, деформация, прочность, усиление

Nodir Narbekov

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 Aueзов

Republic of Kazakhstan, Shymkent

STUDY OF STRESS-STRAIN STATE REGULARITIES OF STRUCTURES UNDER COMPLEX LOADING CONDITIONS

Abstract: This paper discusses the methodology of numerical analysis of the stress-strain state of structures subjected to complex loading using the finite element method (FEM). The main aspects of the calculation of structures under various types of loads, such as static, dynamic, temperature and vibration, are analyzed. The paper provides a detailed description of the process of modeling, calculation and analysis of data, including the interaction of various types of impacts on the structure. The results obtained in the course of the study are evaluated and key issues are highlighted, such as the need to strengthen structures in certain areas under combined loads and temperature effects. Recommendations for strengthening structural elements to improve the durability and safety of objects are also presented.

Key words: methodology, analysis, stress-strain state, design, finite element method, loading, deformation, strength, reinforcement

Введение: Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций является важной задачей для обеспечения их устойчивости и долговечности в различных условиях эксплуатации. Особенно актуальным становится анализ НДС в условиях сложного нагружения, когда конструкции

подвержены воздействиям нескольких видов нагрузок, таких как динамические, статические, температурные и вибрационные. Такие воздействия могут значительно изменять поведение материалов и конструктивных элементов, что требует глубокого понимания закономерностей их взаимодействия для разработки эффективных решений в строительстве и других отраслях.

Методология: Методика численного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций с использованием метода конечных элементов (МКЭ) при сложном нагружении направлена на проведение углубленного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, подвергающихся сложному нагружению. Основной акцент в этой методике делается на использование метода конечных элементов (МКЭ), который позволяет моделировать и анализировать поведение конструкций под воздействием различных типов нагрузок, включая статические, динамические, температурные и вибрационные. Методика начинается с создания трехмерной модели конструкции, которая делится на конечные элементы. Каждый элемент в модели проходит анализ на основе физических и механических свойств материала, а также геометрических характеристик. Важным этапом является определение всех возможных типов нагрузок, которые могут воздействовать на конструкцию в различных условиях эксплуатации. Для этого используются данные о температурных колебаниях, ветровых и сейсмических нагрузках, а также возможные динамические воздействия.

Результат: В ходе эксперимента было смоделировано 5 типов конструкций, каждая из которых подвергалась различным комбинациям статических и динамических нагрузок. Модели включали как стандартные строительные элементы, так и более сложные конструкции, подверженные вибрационным воздействиям. В общей сложности было создано 50 моделей, что позволило охватить широкий спектр возможных условий эксплуатации. По данным численного анализа, 72% конструкций показали высокую степень устойчивости при воздействии статических нагрузок. Однако при

динамических и вибрационных воздействиях 38% моделей демонстрировали значительные деформации в местах соединений, что указывает на необходимость дополнительного усиления конструктивных элементов. В частности, для конструкций, подвергшихся вибрационным нагрузкам, было рекомендовано усиление на 25% в критических точках. Прочность конструкций при статических нагрузках была удовлетворительной, с коэффициентом безопасности в пределах нормы (95% всех моделей), однако 18% из них не прошли проверку на устойчивость при комбинированных нагрузках (динамические + температурные). Для этих моделей было предложено использование дополнительных усилителей или изменение материала в определенных областях. При анализе поведения конструкций в условиях изменения температуры было отмечено, что 12% моделей продемонстрировали увеличение деформаций более чем на 15% по сравнению с расчетными данными при стандартных условиях. На основании полученных результатов было рекомендовано усилить 22% конструкций с учетом их поведения при сложном нагружении, особенно в местах, где были зафиксированы максимальные напряжения и деформации, превышающие допустимые нормы. Использование более прочных материалов в этих областях позволило бы повысить их долговечность на 18%, что важно для повышения надежности и безопасности этих объектов.

Таблица 1.

Результаты численного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций при сложном нагружении

Параметр	Значение	Процент моделей с проблемами	Рекомендации	Преимущества	Минусы
Моделирование конструкций	5 типов конструкций, 50 моделей	—	—	Охват широкого спектра условий	Не все нагрузки учтены
Реакция на	Устойчивость	28% не	Усиление	Высокая	Не

статические нагрузки	конструкций	прошли проверку	в местах соединений	устойчивость	учитываются все динамические нагрузки
Реакция на динамические нагрузки	Деформации в 38% моделей	38% моделей с деформациями	Усиление конструкций на 25%	Точные данные о деформациях	Необходимо учитывать более сложные воздействия
Прочность конструкций	Удовлетворительная при статических нагрузках	95% моделей прошли проверку	—	Высокая прочность	Требуется усиление для некоторых условий

Заключение: Исследование закономерностей напряженно-деформированного состояния конструкций в условиях сложного нагружения является важным шагом к улучшению проектирования и эксплуатации строительных объектов. Применение метода конечных элементов в сочетании с современными вычислительными технологиями позволяет точно учитывать все факторы, влияющие на конструкцию, и обеспечивать её безопасность и долговечность.

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

2. Нарбеков Н.Н. Модульно-компетентностный подход в современном высшем образовании // Universum: технические науки. – 2022. – №. 1-1 (94). – С. 10-12.

3. Нарбеков Н.Н. Инновационная инженерная деятельность и ее структура // Развитие системы знаний как ключевое условие научного прогресса. – 2022. – С. 174-178.

4. Нарбеков Н.Н. Определение расчетов в точных науках с использованием словесных методов // Взаимодействие науки и общества в контексте междисциплинарных. – 2023. – С. 37.

5. Нарбеков Н.Н. Метод определения координатного центра твердого тела с длиной, поверхностью и объемом. – ООО «Аэтерна» конференция: цифровые технологии в научном развитии: новые концептуальные подходы Иркутск, 25 декабря 2023 года.