

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук **Болгова Андрея Николаевича** на диссертационную работу **Цацулина Ильи Владимировича** на тему **«Несущая способность изгибаемых железобетонных элементов при малоцикловых нагрузках типа сейсмических с учетом пластических деформаций арматуры»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Актуальность темы исследования.

Здания и сооружения во всем мире регулярно подвергаются сейсмическим воздействиям различной степени интенсивности. При проектировании сейсмостойких зданий и сооружений одной из важных задач является оценка надежности их элементов. Анализ последствий сильных землетрясений показывает, что изгибаемые железобетонные элементы (консольные и опертые по контуру пластины больших пролетов, а также балки) в первую очередь подвержены разрушению, что может привести к значительному ущербу. В нормативной базе РФ, при выборе конструктивных схем, предпочтение отдается тем схемам, где зоны пластичности возникают в первую очередь в горизонтальных элементах каркаса.

В связи с вышеизложенным, оценка несущей способности и напряженно-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов при малоцикловых нагрузках, в частности сейсмических, безусловно является актуальной на сегодняшний день.

Структура и содержание работы.

Во введении обоснована актуальность избранной темы диссертации, сформулирована цель и задачи исследований, определен объект и предмет исследования, а также перечислены основные научные результаты и положения, выносимые диссертантом на защиту, представлены сведения об апробации и публикациях по результатам диссертационной работы.

В первой главе диссертации представлены последствия сильных землетрясений, а также характер разрушения железобетонных элементов при сейсмических воздействиях. Проведен обзор научной литературы по теме

исследования, и рассмотрены главные этапы развития теории сейсмостойкости. Количество циклов нагружения и уровень нагрузки, воспринимаемые элементами, во многом зависят от величины пластических деформаций, возникших на первом полупериоде нагружения.

Во второй главе представлены результаты экспериментальных исследований, целью которых являлось изучение работы изгибаемых железобетонных элементов при смене знака усилия. Подробно приведено описание аппаратуры для проведения экспериментальных исследований и способы приложения нагрузок. Всего автором было испытано пятнадцать статически определимых железобетонных балок, которые подразделялись на VII серий: I-я серия – эталонные балки, загружавшиеся монотонно возрастающей нагрузкой вплоть до разрушения. Образцы II–VII серии – балки, подверженные воздействию двух полупериодов знакопеременной нагрузки. В конце главы приведены полученные результаты экспериментальных исследований, выполнен анализ напряженно-деформированного состояния нормальных сечений.

В третьей главе диссертации посвящена разработке инженерного метода приближенной оценки несущей способности изгибаемых железобетонных элементов при смене знака усилия. Представлена основная научная гипотеза, приведены основные расчетные предпосылки и допущения, представлены расчетные уравнения. Полученные расчетные значения были сопоставлены с результатами экспериментальных исследований.

Четвертая глава диссертации посвящена решению методом конечных элементов задач деформирования и разрушения железобетонных образцов при знакопеременном воздействии.

С использованием вычислительного комплекса Abaqus рассчитаны железобетонные балки с симметричным продольным армированием под действием двух сосредоточенных сил. Геометрические параметры и физическо-механические характеристики полностью соответствовали

экспериментальным образцам. Результаты расчета несущей способности моделей, идентичных экспериментальным образцам в программном комплексе Abaqus, показали удовлетворительную сходимость определяющих параметров с результатами эксперимента при монотонном нагружении.

В заключении сформулированы общие выводы и рекомендации по результатам диссертационного исследования.

Диссертационная работа Цацулина И.В. изложена на 271 странице машинописного текста и включает введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы из 169 наименований отечественных и зарубежных источников, а также Приложение. Автореферат изложен на 24 страницах.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность и достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается использованием сертифицированного экспериментального оборудования при проведении натурных испытаний, применением известных общепринятых положений строительной механики и теории железобетона, а также удовлетворительной сходимостью экспериментальных данных с численными данными.

Научной новизна диссертации состоит в следующем:

- экспериментальным путем получены данные об относительной несущей способности изгибаемых железобетонных элементов при смене знака усилия в зависимости от коэффициента пластичности по деформациям арматуры в первом полуцикле нагружения;
- экспериментальным путем получены предельные значения коэффициента пластичности по деформациям арматуры, соответствующие разрушению при смене знака усилия в зависимости от коэффициента пластичности по деформациям арматуры на первом полуцикле нагружения;

– выполнен анализ напряженно-деформированного состояния и механизма разрушения нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов в процессе прямого нагружения при смене знака усилия;

– экспериментально проверена гипотеза билинейных сечений и определен эмпирический коэффициент A данной гипотезы в зависимости от величины пластических деформаций арматуры;

– разработан инженерный метод расчета несущей способности изгибаемых железобетонных элементов с учетом наличия остаточных деформаций бетона и арматуры.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.

К теоретической значимости результатов исследований можно отнести разработку подхода, связанную с ограничением пластических деформаций арматуры, что позволит повысить прочность элементов каркаса и общую механическую безопасность зданий и сооружений при сейсмических воздействиях.

Практическая значимость результатов, полученных в рассматриваемой диссертации, заключается в использовании предложенного автором метода расчета, результатов экспериментальных исследований, в том числе экспериментальных зависимостей и рекомендаций, при выполнении расчетов и проектировании сейсмостойких зданий и сооружений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на использовании фундаментальных положений, аналитических и численных методов строительной механики и теории железобетона. Результаты сравнения расчетных и опытных данных позволяют сделать вывод, что разработанный аналитический метод расчета обладает достаточной для практики точностью и позволяет получать достоверные результаты.

Замечания по работе.

1. В качестве рекомендованной автор предлагает принять величину коэффициента пластичности 1,4, а в качестве предельной – 2,14. В работе отсутствует анализ возможного изменения величины данного коэффициента в зависимости от классов бетона, количества и класса арматуры, а также для разных схем армирования балок. Следовало бы провести количественную оценку коэффициента пластичности с учетом вышеперечисленных факторов.
2. Выполненные автором в диссертации исследования работы железобетонных конструкций при малоцикловых нагружениях направлены на установление предельного коэффициента пластичности при 1-ом цикле нагружения, отвечающие разрушению железобетонного элемента при изгибе на последующем цикле обратного знака. Следовало бы в рамках данной работы установить возможность, с использованием разработанной методики, построения огибающей кривой петель гистерезиса, которая могла соответствовать критерию прочности при различных напряженных состояниях и уровнях пластических деформаций в бетоне и арматуре с целью более точного учета упругопластического поведения железобетонных изгибаемых элементов при малоцикловом знакопеременном нагружении.
3. В диссертации автором предложено применять разработанную методику расчета прочности железобетонных конструкций при малоцикловой знакопеременной нагрузке с ограничением величины пластических деформаций на 1-ом цикле колебаний совместно с линейно-спектральным методом определения усилий в элементах конструктивной системы. Учитывая, что в линейно-спектральный метод устанавливаются правила определения усилий, но не ограничивает перемещения элементов системы, представляется целесообразным в дальнейшем связать предлагаемый метод с прямым динамическим методом расчета конструктивных систем.

Заключение.

Диссертационная работа Цацулина Ильи Владимировича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. диссертация на тему «Несущая способность изгибаемых железобетонных элементов при малоцикловых нагрузках типа сейсмических с учетом пластических деформаций арматуры» отвечает критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней (постановление правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Цацулин Илья Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, заведующий лабораторией железобетонных конструкций и контроля качества, Научно–исследовательский, проектно – конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева) – Акционерное Общество «Научно – исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»)



Болгов Андрей Николаевич

«4» сентября 2023г.

Адрес: 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, корп. 5
E-mail: 200651@mail.ru
Тел.: +7-499-174-75-70

Андрей Николаевич Болгов
Начальник отдела

