

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Лунев Николай Максимович

**Исследование многоэтажных железобетонных рам при
различных режимах нагружения для разработки реко-
мендаций проектировщикам**

Направление подготовки
08.04.01 – «Строительство»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель: Дзюба Виктор Александрович
кандидат технических наук, доцент

Рецензент: Щербаков Иван Федорович
начальник отдела проектных работ
МКУ «Управление капитального строительства
администрации города Комсомольска-на-Амуре»
кандидат технических наук

Защита состоится «24» июня 2021 г. в 9 часов 00 мин. на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ» ауд. 212/1.

Автореферат разослан 20 июня 2022 г.

Секретарь ГЭК

И.В. Погорельских

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Быстрый рост населения Земли, переселение людей из сельской местности в города, как следствие увеличение плотности городской застройки и развитие производственной сферы приводят к совершенствованию конструктивных схем, особо применительно к большепролетным и высотным зданиям.

Основное направление, которое является целью современных исследований по направлению «строительство» - это повышение надежности и качества проектных решений и получение экономичных конструктивных решений. Совершенствование строительных конструкций наиболее активно развивается в следующих направлениях:

- применение автоматизированных средств проектирования и расчетов строительных конструкций с использованием современного программного обеспечения на основе реальных физических моделей;

- применение и разработка новых материалов и технологий, обеспечивающих функциональность зданий и сооружений с учетом экономической целесообразности;

- разработка новых конструктивных решений, которые позволят повысить надежность и снизить затраты на материалы и производство работ.

Железобетонные конструкции широко используются в качестве несущих элементов при строительстве зданий и сооружений уже более 150 лет. Этот материал стал заменой затратным материалам из камня и кирпича, имея ряд положительных свойств. Однако данный материал является неупругим.

С введением актуализированного СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» изменился принцип расчета влияния ветрового воздействия, а именно при неизменной высоте эквивалентная ветровая нагрузка средней составляющей ветра увеличивается в процентном соотношении от увеличения длины здания.

Целями и задачами диссертационной работы является:

1) Анализ ветровой нагрузки для зданий различной длины.

Определить влияние эквивалентной высоты от ширины здания.

Выполнить сбор ветровой нагрузки для зданий различной длины согласно новой методике расчета $k_{(ze)}$ - эквивалентной высоты, введенной в СП 20.13330.2016.

Оценить зависимость величины $q_{\text{экв}}$ - эквивалентной нагрузки для зданий различной длины.

2) Анализ ветровой нагрузки для зданий различной высоты

Выполнить расчет зданий разной этажности при горизонтальном и вертикальном нагружении;

Выделить максимально нагруженные конструктивные элементы для каждой этажности и определить зависимость увеличения % роста изгибающих моментов от горизонтальных нагрузок при увеличении этажности;

Провести анализ данного исследования на подборе армирования.

Объект исследования – многоэтажные железобетонные рамы.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации опубликованы в двух научных статьях. Материалы диссертации доложены и апробированы на одной из конференций:

- V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований». Организатор конференции: ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет». Дата проведения конференции: с 15 ноября 2021 г. по 15 апреля 2022 г. Секция 8: строительство, архитектура и дизайн.

Структура и объём работы.

Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников (17 источников) и приложений (2 приложения). Основной текст изложен на 109 страницах, содержит 9 таблиц и 72 рисунка.

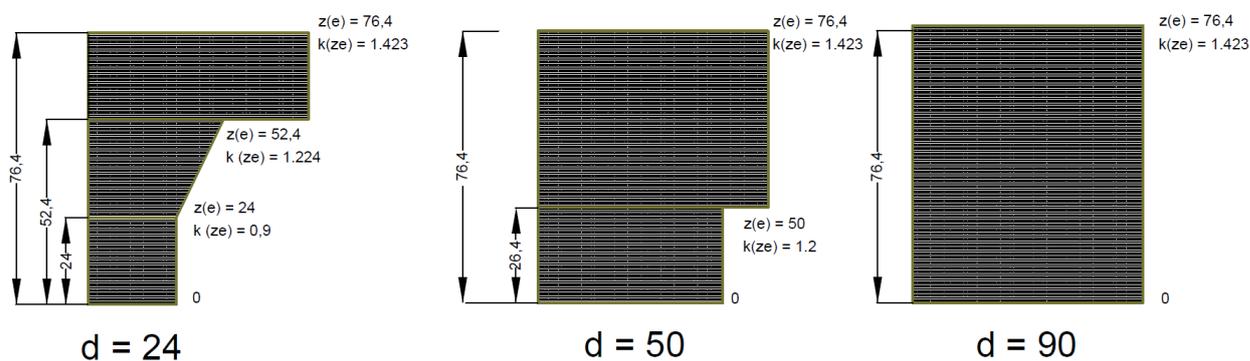
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, предмет и объект исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость, апробация результатов.

В **первой главе** изучены классификации высотных зданий, их конструктивные несущие элементы, а также рассмотрены основные виды нагрузок

Во **второй главе** что бы увидеть, как влияет длина здания на интенсивность средней и пульсационной составляющей ветровой нагрузки рассмотрено 3 варианта здания.

Согласно СП 2016 «Нагрузки и воздействия» определена величина эквивалентной высоты и на эпюрах представлено, каким образом при разном соотношении длины и высоты здания меняется эпюра ветровой нагрузки.



После того как эквивалентная высота для каждого здания найдена, выполнен расчет ветровой нагрузки. Из расчетов можно сделать вывод что разница ветровой нагрузки составляет 15%, при том что здания имеют одинаковую высоту

При расчете пульсационной составляющей определено, что учет пульсационной составляющей ветровой нагрузки приводит к выравниванию воздействия ветра на здания различной протяженности.

Третьей главе был выполнен расчет трёх сборных ж/б зданий различной высоты.

Расчеты выполнены при помощи ПК САПФИР и ПК ЛИРА САПР.

В САПФИРе заданы исходные данные на экране конструктивные элементы - это ригель сечением 250 на 600 и колонна 400x400, так же в расчетной схеме присутствует плита толщиной 200 мм служащая диском жесткости.

Бетон для всех конструкций В25, основная арматура А400.

После того как исходные данные заданы - проведен автоматизированный расчет и определено, как же возрастает доля ветровой нагрузки с повышением этажности здания, в том числе на примере подбора армирования и рассмотрено как меняется его процент.

Таблица 1– Сводная максимальных значений в ригелях

Высота, м	Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки, кН*м	Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки, кН*м	Суммарный изгибающий момент, кН*м / Доля от горизонтальной нагрузки	Средний / максимальный процент армирования при вертикальной нагрузке, %	Средний/ максимальный процент армирования при горизонтальной нагрузке, %
75	137	81,9	218,9 / (37,4 %)	0,67 / 1,66	0,42 / 0,84
48	137	48,3	185,3 / (26,1 %)	0,67 / 1,66	0,2 / 0,4
27	137	23,4	160,4 / (14,6 %)	0,67 / 1,66	0,1 / 0,2

Составлена аналогичная таблица 2, только для оценки максимальных изгибающих моментов рассматриваются колонны колонны.

Таблица 2 – Сводная максимальных значений в колоннах

Высота, м	Максимальный изгибающий момент от вертикальной нагрузки, кН*м	Максимальный изгибающий момент от горизонтальной нагрузки, кН*м	Суммарный изгибающий момент, кН*м / Доля от горизонтальной нагрузки	Средний / максимальный процент армирования при вертикальной нагрузке, %	Средний/ максимальный процент армирования при горизонтальной нагрузке, %
75	54,9	110	164,9 / (66,71 %)	0,84 / 0,96	1,64 / 1,75
48	54,9	65,5	120,4 / (54,4 %)	0,84 / 0,96	0,9 / 0,96
27	54,9	32,8	87,7 / (37,4 %)	0,84 / 0,96	0,36 / 0,38

В соответствии с полученными данными видно, что доля горизонтальной нагрузки в изгибающем моменте здания высотой 27 метров составляет

для ригелей - 14,6%, а для колонн - 37,4%. В случае со зданием высотой 75 метров эта доля в суммарном соотношении составляет 37,4% для ригелей и 66,71% для колонн.

Получим разницу $37,4 - 14,6 = 22,8\%$ ($58,5 \text{ кН*м}$) и $66,71 - 37,4\% = 29,31\%$ ($77,2 \text{ кН*м}$), а разность между высотой здания составляет $75 - 27 = 48$ метров. При этом разность в высоте здания необходимо предусмотреть дополнительный процент армирования ригелей $0,84 - 0,2 = 0,64\%$ и колонн $1,75 - 0,38 = 1,37\%$

Согласно проведенного анализа можно сделать вывод о повышенных требованиях к жесткости здания высотой 75 м, и вследствие чего процент при армировании основных конструктивных элементов будет больше на 0,64% для ригелей, 1,75% для колонн по сравнению со зданием высотой 27 метров.

Данные значения можно использовать при экономической оценке, выборе высотности и объёмно-планировочного решения проектируемого сооружения.

Выводы по диссертации

В результате проведенного исследования и сопоставления результатов магистерской диссертации с ее задачами позволяет сделать следующие выводы:

1) рассмотрены общие представления о истории строительства высотных зданий, основных конструктивных схемах, несущих элементов. Проанализированные нагрузки, действующие на здания: статические и динамические, в т.ч. оценена роль основных параметров ветрового потока (давление, скорость, динамический и статический характер, направление) в давлении на здание сооружение;

2) рассмотрена методология сбора ветровой нагрузки согласно СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия;

2) произведен учебный расчет гипотетического здания различной длины: 24/50/90 метров на действие статической и динамической (пульсационной) составляющей ветровой нагрузки;

3) рассмотрены технологические возможности и функции программного комплекса «Лира – САПР»;

4) реализован учебный расчет гипотетического здания различной высоты: 27/48/75 метров на воздействие горизонтальных нагрузок - статического действия ветра. Отдельно рассмотрено воздействие вертикальных нагрузок: собственного веса и временной (полезной);

5) проведен расчет и подбор армирования основных максимально нагруженных конструктивных элементов гипотетического здания по п.5, при помощи расширения Лира «АРМ-САПР»;

6) сопоставлено и проанализировано необходимое количество арматуры: его площадь сечения, количество, диаметр для зданий 27 и 75 метров при неизменных исходных данных.

Данные выводы позволяют констатировать, что задачи магистерской диссертации решены и цель её достигнута.

Практическая значимость полученных результатов состоит в возможности использования разработанной методики в учебном процессе, в том числе при изучении BIM-технологии студентами строительных специальностей вузов и колледжей в условиях цифровизации строительной отрасли.