

УДК 624.07

https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/46

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГА КЫРГЫЗСТАНА

©*Рысбекова Э. С.*, ORCID: 0000-0002-1894-577X, SPIN-код: 5443-7863, канд. техн. наук,
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан, e.rysbekova@mail.ru

STUDY OF BEARING STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF KYRGYZSTAN

©*Rysbekova E.*, ORCID: 0000-0002-1894-577X, SPIN-code: 5443-7863, Ph.D.,
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, e.rysbekova@mail.ru

Аннотация. Актуальность, приведенных в статье результатов исследования заключается в необходимости применения новых конструктивных решений для многоэтажных жилых зданий. Целью данной работы является поиск новых конструктивных решений многоэтажных жилых зданий из железобетонных конструкций на юге Кыргызстана. Были решены задачи формирования расчетной пространственной модели многоэтажного жилого здания с использованием пилонов вместо колонн с диафрагмами жесткости. Произведен расчет пространственной системы с применением метода конечных элементов и современных компьютерных программ, приняты новые конструктивные решения многоэтажного жилого здания. Определены напряженно-деформированные состояния модели от заданной нагрузки. Произведен подбор сечения для конструктивных элементов многоэтажного жилого здания. Результаты исследования могут быть использованы в формировании архитектурных и конструктивных решений многоэтажных жилых зданий.

Abstract. The relevance of the research results presented in the article lies in the need to apply new design solutions for multi-storey residential buildings. The purpose of this work is to search for new design solutions for multi-storey residential buildings made of reinforced concrete structures in the South of Kyrgyzstan. The problems of forming a design spatial model of a multi-storey residential building were solved using pylons instead of columns with stiffening diaphragms. A spatial system was calculated using the finite element method and modern computer programs, new design solutions for a multi-storey residential building were adopted. The stress-strain states of the model from a given load are determined. The selection of the section for the structural elements of a multi-storey residential building made of reinforced concrete structures was made. The results of the study can be used in the formation of architectural and design solutions for multi-storey residential buildings.

Ключевые слова: многоэтажное здание, пилон, метод конечных элементов, конструктивные решения, расчет, железобетонные конструкции, пространственная модель.

Keywords: multi-storey building, pylon, finite element method, design solutions, calculation, reinforced concrete structures, spatial model.

Масштабное строительство, которое ведется в Кыргызстане, является важнейшей отраслью народного хозяйства. Объемы строительства явно показывают уровень экономики любой страны. Снижение стоимости и обеспечение необходимой надежности сооружений

является одним из наиболее важных направлений в области капитального строительства. Южный регион известен своей сейсмической активностью, а это значит, что здания и сооружения должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать землетрясения и другие стихийные бедствия. Одним из основных факторов, который необходимо учитывать инженерам и архитекторам при проектировании зданий и сооружений на юге Кыргызстана, является высокий уровень сейсмической активности региона. Одной из главных стратегий, используемых при проектировании и строительстве зданий и сооружений, является использование железобетона [1].

Этот материал невероятно прочен и долговечен, и из него можно создавать конструкции, устойчивые как к землетрясениям, так и к другим видам повреждений. В настоящее время при проектировании строительных конструкций большая часть расчетов выполняется с помощью специальных программно-вычислительных комплексов (ПВК). Применяемые в инженерной практике проектирования строительных конструкций ПВК отличаются друг от друга методическими и сервисными разработками, но все они включают в себя статические и динамические расчеты конструкций и отдельных их частей, выполняемые методами строительной механики. Алгоритмы численных расчетов в этих программах в основном строятся на методе конечных элементов (МКЭ) [2], реализуемом в форме метода перемещений.

Целью исследования является поиск новых конструктивных решений многоэтажного жилого здания с использованием пилонов вместо колонн с диафрагмами жесткости, с применением актуальных компьютерных программ, основанных на методе конечных элементов [3-5], для исследования и расчетов, оптимизации конструкций многоэтажного жилого здания. С помощью актуальных компьютерных программ можно максимально точно высчитывать конструкции многоэтажного жилого здания.

Методы исследования.

В расчетной практике используются в основном три ПВК, основанных на МКЭ: Лира-САПР, Лира-Софт и SCAD. Более доступным для изучения считается *Structure construction automatic design (SCAD)*. Проектно-вычислительный комплекс Structure CAD реализован как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе МКЭ и позволяет определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций. В основу комплекса положена система функциональных модулей, связанная между собой единой информационной средой. Эта среда называется проектом и содержит полную информацию о расчетной схеме. Расчетная схема — это описание конструкции в виде узлов, линий, связей, назначений жесткостей, нагрузок. С появлением ЭВМ и средств программирования МКЭ получил мощный импульс к развитию, что привело к появлению универсальных программных комплексов для расчета любых строительных конструкций. При этом современные системы позволяют не только определять перемещения и усилия в конструкциях, но и выполнять динамические расчеты, составлять расчетные сочетания усилий и перемещений, выполнять конструктивные расчеты для железобетонных и металлических конструкций.

Результаты и обсуждение исследования

С помощью современных компьютерных программ стало возможным относительно просто и максимально точно высчитывать строительные конструкции. В настоящее время на Юге Кыргызстана проектируются и строятся многоэтажные жилые здания наряду с другими конструктивными схемами рамно-связевые с использованием пилонов вместо колонн с

диагфрагмами жесткости, это позволяет экономить расход строительных материалов, времени на строительные-монтажные работы, за счет упрощения сечения несущей конструкции. Расчёт выполнен на примере 12-этажного жилого здания (рис. 1), на программе SCAD 21.1 с использованием трёхмерной (пространственной) расчётной модели 12-этажного здания [6-8].



Рисунок 1. Общий вид 12-этажного жилого здания

Задачи расчета 12-этажного жилого здания: 1. Формирование расчетной пространственной конечно-элементной модели. 2. Определение напряженно-деформированного состояния модели от заданной нагрузки. 3. Подбор сечения для конструктивных элементов. Создание модели для расчета 12-этажного жилого здания производится с помощью конечных элементов в ПК SCAD (Рисунок 2-7). Далее необходимо присвоить жесткостные характеристики всем элементам (Рисунок 8).

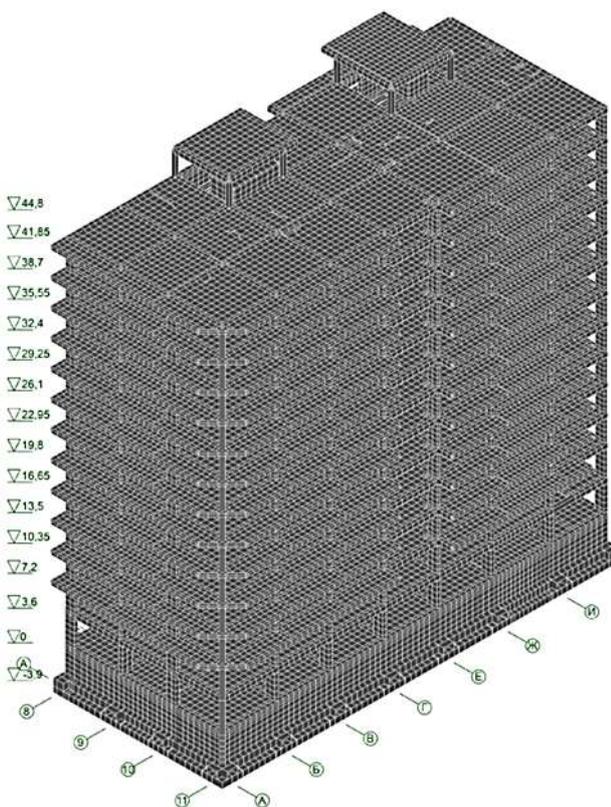


Рисунок 2. Расчетная схема здания

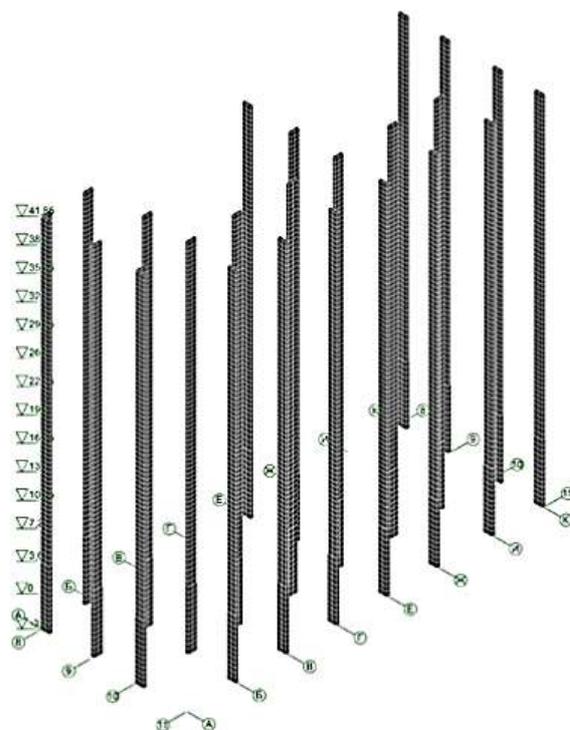


Рисунок 3. Схема расположения пилонов

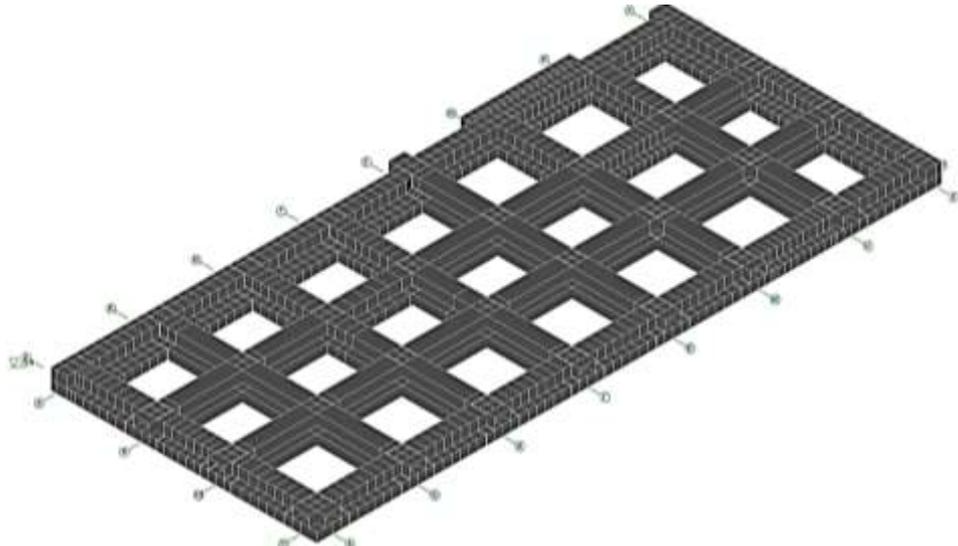


Рисунок 4. Общий вид фундаментов

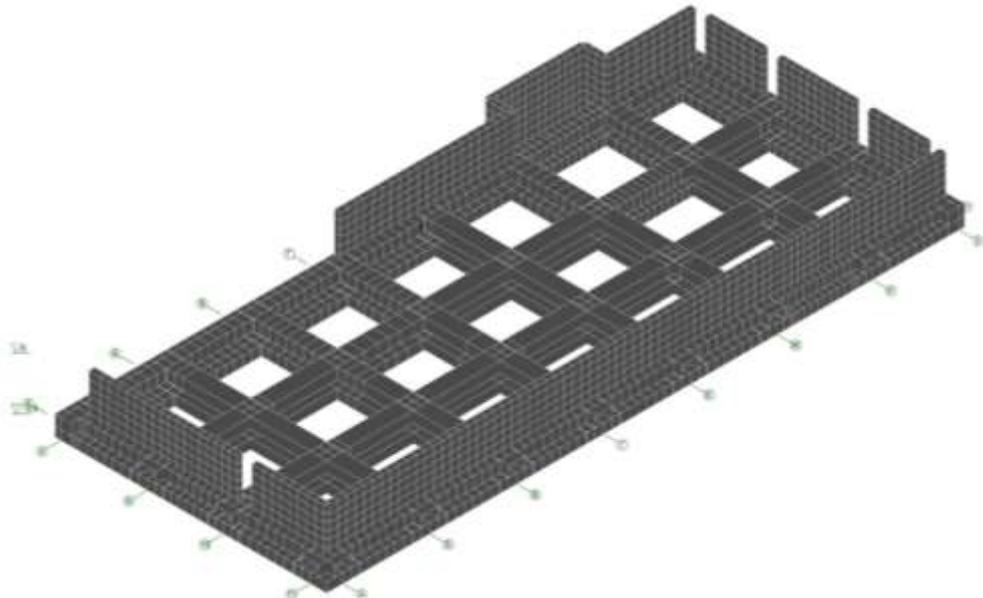


Рисунок 5. Схема расположения стен подвала

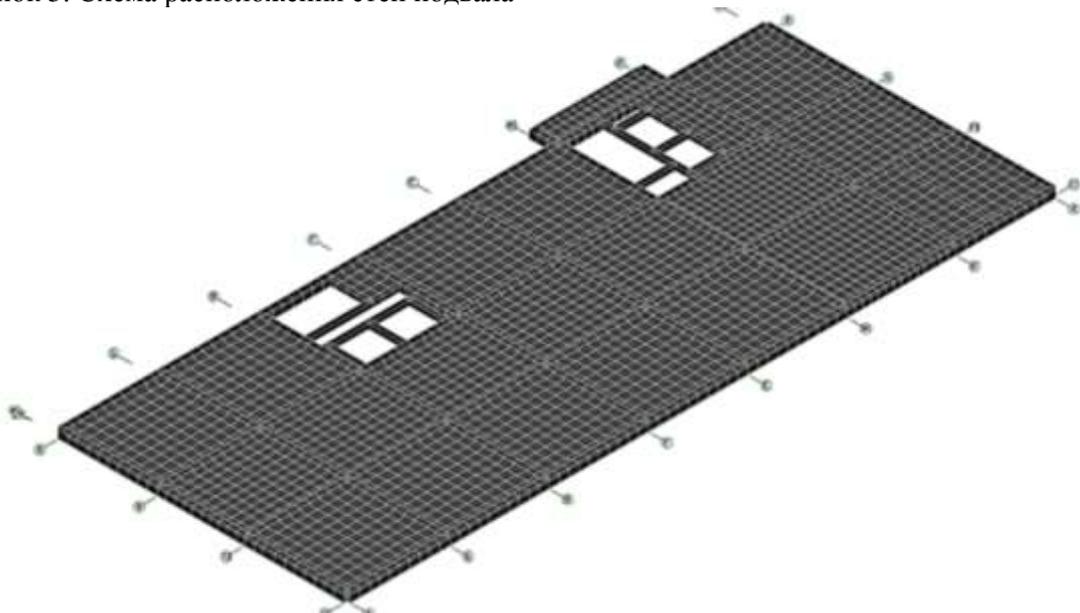


Рисунок 6. Плита перекрытия на отм. 0,000

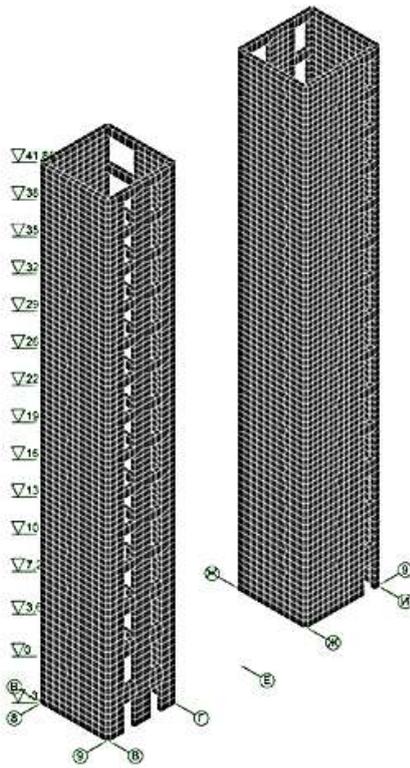


Рисунок 7. Схема расположения ядер жесткости

Спектр жесткостных характеристик

Модуль Юнга

№	Имя	T/M ²	Min = 3060000	Max = 3060000
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Фундаментная лента 240x150	3060000	263
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Фунд. лента 0,7	3060000	245
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Фунд. лента 1,5	3060000	218
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Стена подвала	3060000	1205
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Колонна 50x50	3060000	20
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Стойка тех этажа	3060000	8
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Ригель 01	3060000	8138
<input checked="" type="checkbox"/>	8	Ригель 02	3060000	76
<input checked="" type="checkbox"/>	9	Диафрагма 30	3060000	3600
<input checked="" type="checkbox"/>	10	Диафрагма 40	3060000	650
<input checked="" type="checkbox"/>	11	Ядро жесткости 40	3060000	6274
<input checked="" type="checkbox"/>	12	Плита 18	3060000	33227
<input checked="" type="checkbox"/>	13	Ребро	3060000	2140
<input checked="" type="checkbox"/>	14	Ребро 02	3060000	192
<input checked="" type="checkbox"/>	15	ЛРМ балка	3060000	15
<input checked="" type="checkbox"/>	16	ЛРМ стойка	3060000	16
<input checked="" type="checkbox"/>	17	Стенка лифта	3060000	167
<input checked="" type="checkbox"/>	18	Плита 20	3060000	64

Рисунок 8. Жесткостные характеристики конечных элементов расчетной схемы

Далее задаем нагрузки в ПК SCAD. В нашем примере расчета 12-этажного жилого здания в ПК SCAD приложим линейно-равномерно распределенную нагрузку. Загружения необходимо упаковать в РСУ (расчетное сочетание усилий) с соответствующими коэффициентами (Таблица 1).

Таблица 1

ЗАГРУЗКА

№	Загружения	Тип загрузки	Вид нагрузки	Кoeffициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное загрузка
1	Соб вес ЖБ	Постоянные нагрузки	Вес бетонн	1,1	1	<input type="checkbox"/>
2	Полы, Кровля	Постоянные нагрузки	Вес бетонн	1,2	1	<input type="checkbox"/>
3	Стены	Постоянные нагрузки	Вес бетонн	1,2	1	<input type="checkbox"/>
4	Эксплуат крат	Кратковременные на	Полные наг	1,2	0,35	<input type="checkbox"/>
5	Снег	Кратковременные на	Полные сне	1,4	0,3	<input type="checkbox"/>
6	Давл Грунта	Постоянные нагрузки	Грунты нас	1,15	1	<input type="checkbox"/>
7	Сейсмика X	Особая нагрузка	Сейсмическ	1	0	
8	Сейсмика Y	Особая нагрузка	Сейсмическ	1	0	
9	Сейсмика Z	Особая нагрузка	Сейсмическ	1	0	

Вес конструкций и грунтов. Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей или паспортных данных заводов-изготовителей, других строительных конструкций и грунтов по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

Собственный вес конструкций каркаса. Собственный вес монолитных железобетонных конструкций вычислен программно по геометрическим размерам и плотности материала и учитывается автоматически в загрузении 1.

Ветровая нагрузка. Согласно СНиП КР 20-02:2009 п. 5.2.2 при учете сейсмической нагрузки в расчёте ветровую нагрузку допускается не учитывать.

Сейсмическая нагрузка. Согласно техническому заданию, площадка строительства относится к зоне с сейсмичностью 8 баллов. Сбор сейсмической массы и загрузка на соответствующие участки, т. е. приложения выполняется программно. Все коэффициенты для вычисления усилий и напряжений от сейсмического воздействия приняты согласно СНиП КР 20-02:2009.

Расчет 12-этажного жилого здания в среде SCAD Office начинается с того, что в первом приближении задают предполагаемые сечения элементов конструкции [9, с. 124; 10, с. 166].

После определения расчетных усилий выполняется проверка и подбор сечений. Если результаты проверки не удовлетворительны, необходимо заменить сечения и пересчитать задачу с последующей проверкой сечений. В некоторых случаях может понадобиться несколько таких итераций, чтобы добиться приемлемого результата.

Обработка результатов расчета приведена в графической форме. При назначении конструктивных параметров ориентируемся на локальные оси, на Рисунке 9 и 10 показаны соответственно максимальные перекосы этажа по оси X и по оси Y.

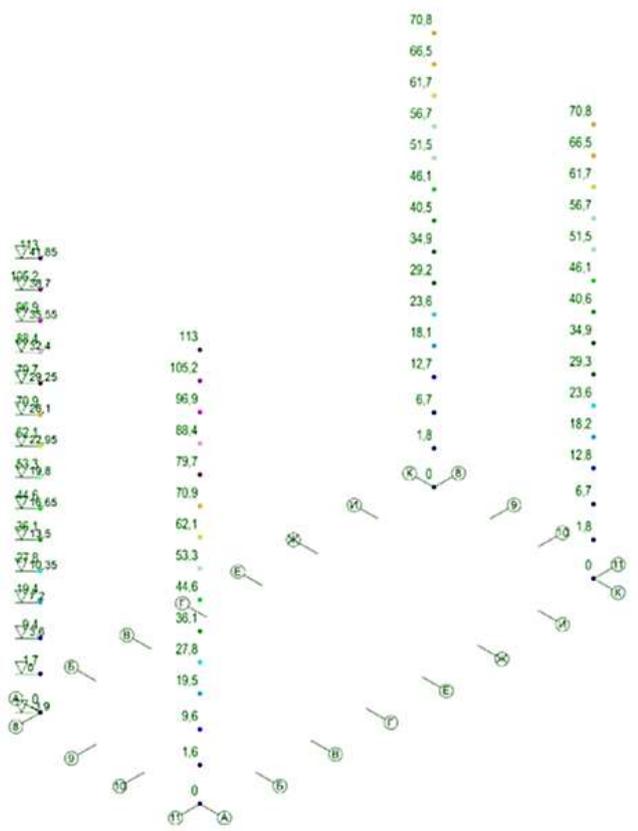


Рисунок 9. Максимальный перекос этажа по оси X

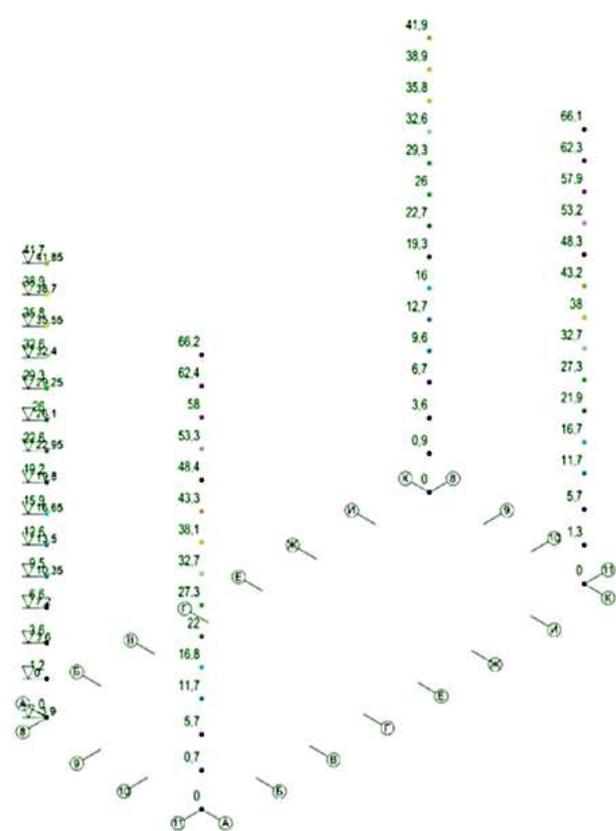


Рисунок 10. Максимальный перекос этажа по оси Y

В данной работе проведены исследования 12-этажного жилого здания в ПК SCAD. На первый взгляд, кажется, что расчет многоэтажного жилого здания кажется очень легким, но

расчет в ПК SCAD обладает рядом сложностей, поэтому относится к такому расчету нужно предельно внимательно. Использование пилонов вместо колонн с диафрагмами жесткости позволяет сэкономить 15% на расход строительных материалов, времени на строительномонтажные работы, за счет упрощения сечения несущей конструкции. Принятые сечения основных конструкций здания приведены в Таблице 2.

Таблица 2

ПРИНЯТЫЕ СЕЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Наименование	Материалы	Сечение, мм.
Фундаментная лента	ЖБ класс В25	2400x1500
Стена подвала	ЖБ класс В25	t=400
Пилоны	ЖБ класс В25	1100x300
Пилоны	ЖБ класс В25	1100x400
Ядро жесткости	ЖБ класс В25	t=400
Колонна	ЖБ класс В25	500x500
Ригель	ЖБ класс В25	400x500
Плита перекрытия	ЖБ класс В25	t=180

В результате исследования 12-этажного жилого здания сделаны следующие *выводы*:

1. Стремление использовать железобетонных пилонов вместо колонн с диафрагмами жесткости, при этом, добившись максимально оптимального веса и формы данных конструкций, приводит к созданию новейших материалов и поиску новых конструктивных решений в условиях сейсмики.
2. Были решены задачи формирования расчетной пространственной модели многоэтажного жилого здания.
3. Определены напряженно-деформированные состояния модели от заданной нагрузки. Произведен подбор сечения для конструктивных элементов многоэтажного жилого здания.

Список литературы:

1. Плевков В. С., Мальганов А. И., Балдин И. В. Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2012. 289 с.
2. Галлагер Р. Метод конечных элементов: основы. М.: Мир, 1984. 428 с.
3. Маруфий А. Т., Рысбекова Э. С. Методы анализа результатов расчетов строительных конструкций с применением метода конечных элементов, нормативных форм и процедур // Известия ОшГУ. 2010. №1. С. 37.
4. Рысбекова Э. С. Программный комплекс по подготовке исходных данных для расчета строительных конструкций с применением метода конечных элементов, нормативных форм и процедур // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2016. №1. С. 11-19.
5. Карпиловский В. С. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. М.: СКАД СОФТ: Изд-во Ассоц. строительных вузов, 2009. 647 с.
6. Нагрузки и воздействия. СНиП 2.01.07-85. М., 2003.
7. ГОСТ 27751-2014. Межгосударственный стандарт. Надежность строительных конструкций и оснований. М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.
8. Сейсмостойкое строительство. СНиП КР 20-02:2009. Введ. 2009-01-01. Бишкек, 2009. 103 с.
9. Рысбекова Э. С., Абдыкадырова Ж. Б., Курбанов И. А. Исследование многоэтажных жилых зданий в условиях юга Кыргызстана // Технологические инновации и научные открытия. 2023. С. 120-125.

10. Маруфий А. Т., Рысбекова Э. С. Специфическое конструктивное решение для покрытия больших площадей пространственной металлической фермой // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №12. С. 160-168. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/73/22>

References:

1. Plevkov, V. S., Mal'ganov, A. I., & Baldin, I. V. (2012). Zhelezobetonnye i kamennye konstruksii seismostoikikh zdaniy i sooruzhenii. Moscow. (in Russian).
2. Gallager, R. (1984). Metod konechnykh elementov: osnovy. Moscow. (in Russian).
3. Marufii, A. T., & Rysbekova, E. S. (2010). Metody analiza rezul'tatov raschetov stroitel'nykh konstruksii s primeneniem metoda konechnykh elementov, normativnykh form i protsedur. *Izvestiya OshTU*, (1), 37. (in Russian).
4. Rysbekova, E. S. (2016). Programmnyi kompleks po podgotovke iskhodnykh dannykh dlya rascheta stroitel'nykh konstruksii s primeneniem metoda konechnykh elementov, normativnykh form i protsedur. *Nauchnaya diskussiya: voprosy tekhnicheskikh nauk*, (1), 11-19. (in Russian).
5. Karpilovskii, V. S. (2009). SCAD Office. Vychislitel'nyi kompleks SCAD. Moscow. (in Russian).
6. Nagruzki i vozdeistviya (2003). SNIIP 2.01.07-85. Moscow. (in Russian).
7. GOST 27751-2014. Mezghosudarstvennyi standart. Nadezhnost' stroitel'nykh konstruksii i osnovanii (2007). Moscow. (in Russian).
8. Seismostoikoe stroitel'stvo (2009). SNIIP KR 20-02:2009. Vved. 2009-01-01. Bishkek. (in Russian).
9. Rysbekova, E. S., Abdykadyrova, Zh. B., & Kurbanov, I. A. (2023). Issledovanie mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy v usloviyakh yuga Kyrgyzstana. In *Tekhnologicheskie innovatsii i nauchnye otkrytiya* (pp. 120-125). (in Russian).
10. Marufiy, A., & Rysbekova, E. (2021). Specific Design Solution for Covering Large Areas With Spatial Metal Truss. *Bulletin of Science and Practice*, 7(12), 160-168. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/73/22>

*Работа поступила
в редакцию 15.03.2024 г.*

*Принята к публикации
22.03.2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Рысбекова Э. С. Исследование несущих конструкций зданий и сооружений в условиях юга Кыргызстана // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №4. С. 413-420. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/46>

Cite as (APA):

Rysbekova, E. (2024). Study of Bearing Structures of Buildings and Structures in the Conditions of the South of Kyrgyzstan. *Bulletin of Science and Practice*, 10(4), 413-420. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/46>