

**СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА**

Викторов Валерий Васильевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Викторова Ольга Леонидовна,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Гришин Анатолий Евгеньевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

студент.

Аннотация

Проведено исследование напряженно-деформированного состояния крупнопанельного дома с разработкой двух моделей: с учетом податливости стыков отдельных конструктивных элементов панельных зданий между собой и без стыков. Изучение влияния наличия податливых стыков панелей рассматривалось на напряженно-деформированное состояние несущих конструктивных элементов здания и на результаты расчета требуемого армирования стеновых панелей. Моделирование здания проводилось в программном комплексе "Сапфир", а импортировались полученные схемы в программный комплекс "Лири-САПР".

Ключевые слова: крупнопанельные здания, программные комплексы, напряженно-деформированное состояние, податливость стыков.

COMPARISON OF VARIANTS OF THE CONDUCTED STUDY OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A LARGE-PANEL HOUSE

Viktorov Valery Vasilyevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department "Building Structures".

Viktorova Olga Leonidovna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department "Building Structures".

Grishin Anatoly Evgenievich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Student.

Abstract

The stress-strain state of a large-panel house has been studied with the development of two models: taking into account the malleability of joints of individual structural elements of panel buildings with each other and without joints. The study of the influence of the presence of malleable panel joints was considered on the stress-strain state of the load-bearing structural elements of the building and on the results of calculating the required reinforcement of wall panels. The building was modeled in the Sapphire software package, and the resulting circuits were imported into the Lira-CAD software package.

Keywords: large-panel buildings, software complexes, stress-strain state, joint compliance.

Панельное домостроение в нашей стране является востребованным во многих регионах Российской Федерации, за счет относительно низкой стоимости квадратного метра жилья. При расчете зданий, в которых применяются сборные железобетонные конструкции крупнопанельных зданий, возникают определенные сложности.

В соответствии с приложением В.4 [1] при расчете несущих конструктивных систем, состоящих из сборных элементов, следует учитывать податливость их соединений.

Растворные стыки отдельных панелей крупнопанельных зданий имеют меньшую жесткость и большую податливость, чем сами конструкции стен и перекрытий. Способы учета пониженной жесткости стыков панелей при проектировании зданий и способы моделирования узлов сопряжения податливых соединений были рассмотрены в работе [2]. Однако учет податливости стыков имеет некоторые сложности, связанные с тем, что этот вопрос в нормативной литературе до конца не проработан, и оценка деформативности некоторых видов стыков существенно затруднена. Тем не менее, в последних версиях программы "Лира-САПР" появились методы, позволяющие выполнить моделирование податливых стыков отдельных конструктивных элементов панельных зданий между собой. Суть метода моделирования жесткостных характеристик разработчиками программы до конца не разъяснена. Моделирование податливых стыков должно проводиться встроенными средствами программы "Сапфир", которая автоматически распознает тип конструкций и назначает те или иные виды стыков. В программу "Лира", которая имеет необходимые сертификаты в соответствии с ч.6, ст. 15 [3], и эти стыки передаются в виде специальных конечных элементов.

Сравнение компьютерных расчетных моделей панельного здания, выполненных со специальными конечными элементами, моделирующих податливость стыков и без таких конечных элементов и изучение влияния наличия податливых стыков панелей на напряженно-деформированное состояние несущих конструктивных элементов здания и на результаты расчета требуемого армирования являлось целью исследований.

В процессе работы были разработаны две расчетные модели: со специальными конечными элементами, моделирующими работу стыков панелей и без таких конечных элементов.

Для решения поставленной задачи было необходимо:

- смоделировать здание в программном комплексе "Сапфир";

- задать автоматическую обработку элементов здания стыками вертикальными и горизонтальными для одной расчетной схемы;
- обработать схемы в программном комплексе "Сапфир" при помощи создания триангуляционной сети;
- импортировать полученные схемы в программный комплекс "Лира-САПР";
- выполнить расчеты усилий и перемещений, возникающих в несущих элементах, а также в узлах их сопряжений, по результатам общего расчета конструктивной системы.

Для апробации предложенной методики моделирования податливости соединений взяты панельные здания средней этажности – 9 этажные. Запроектированный жилой дом 9-этажный, состоит из 2-х блоков жилых секций, с размерами в осях $58,8 \times 13,2$ с техническим подпольем. Высота этажа – 2,8 м. Конструктивная схема здания - бескаркасная с поперечными и продольными стенами (стеновыми панелями). Проектирование крупнопанельных зданий ведется с соблюдением требований по проектированию [4,5].

На первом этапе основной задачей было моделирование крупнопанельного здания в программе "Сапфир", которое позволило задать сложную геометрию конструкций, учесть физическую, геометрическую и конструктивную нелинейности, поэтапность возведения (монтаж), позволило учесть работу естественного и свайного основания. Полученная модель импортирована расчетной программе "ЛИРА-САПР". Для этой модели выполнен расчет напряженно-деформированного состояния.

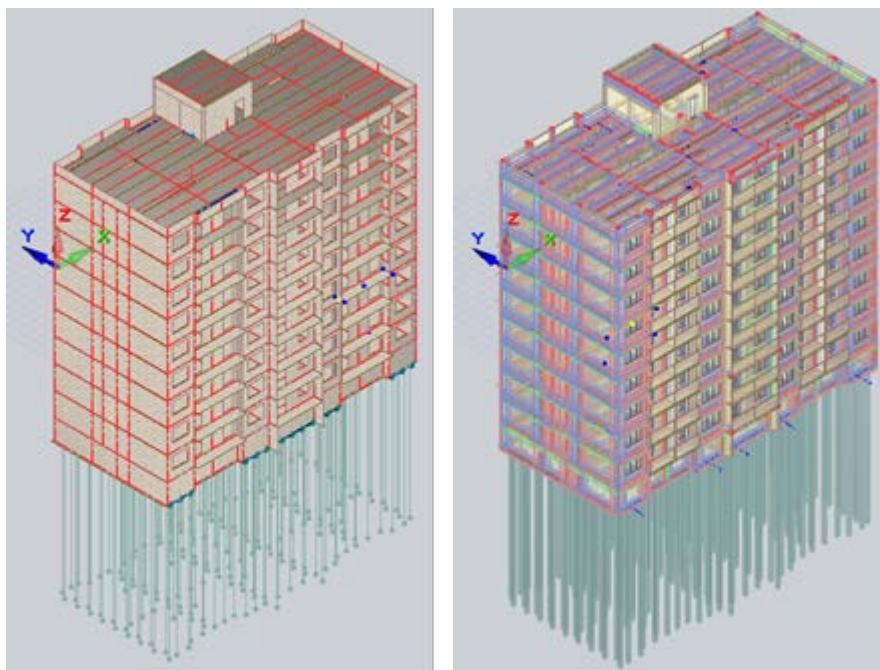


Рисунок 1 – Расчетные схемы в ПК САПФИР с моделированием податливых стыков

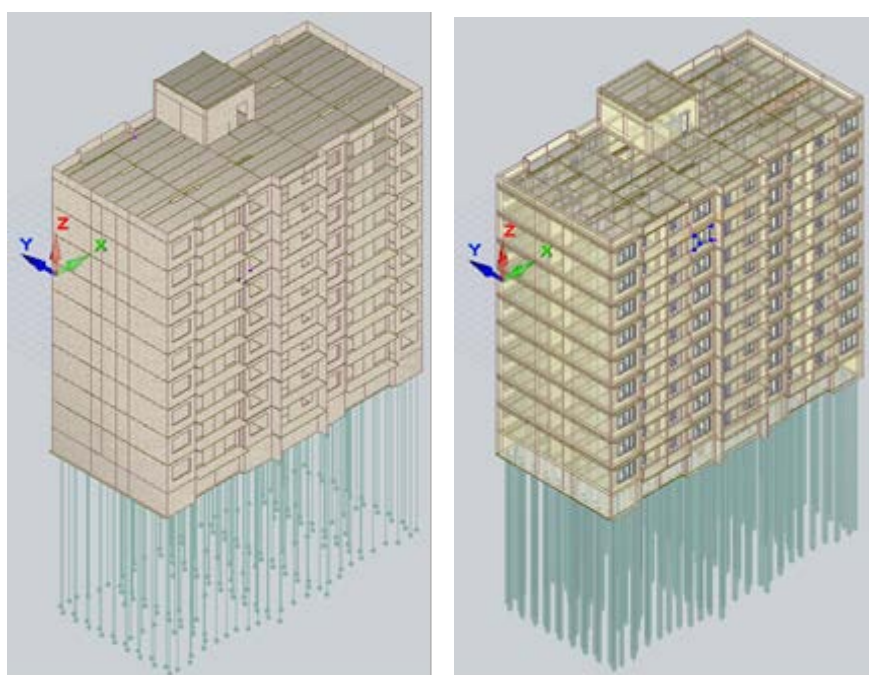


Рисунок 2 – Расчетные схемы в ПК САПФИР без моделированием податливых стыков

На втором этапе, на каждом узле стыкования панелей, средствами программы "Сапфир" установлены элементы стыков, жесткостные характеристики, которых программой "Сапфир" определялись автоматически. Эти элементы преобразуются в конечные элементы податливых стыков при конвертации модели здания из программы Сапфир в программу Лира.

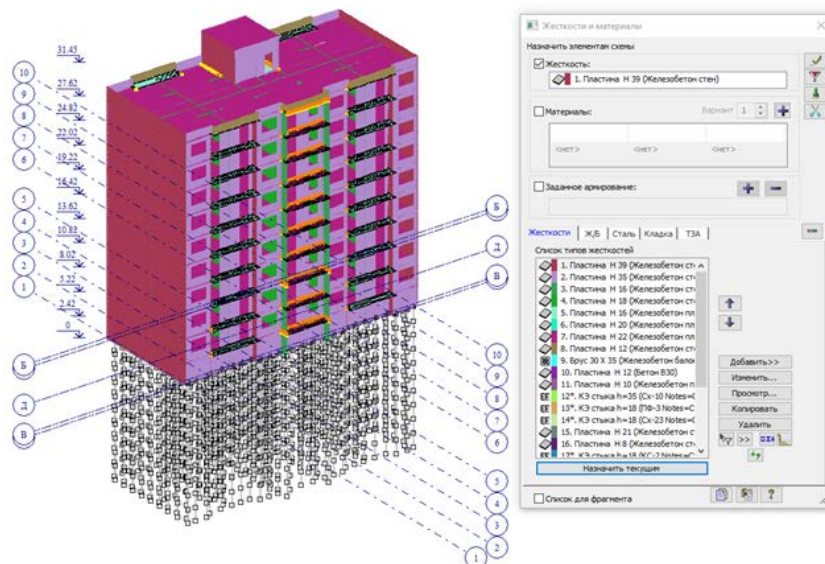


Рисунок 3 – Схема распределения жесткостных характеристик с моделированием податливых стыков

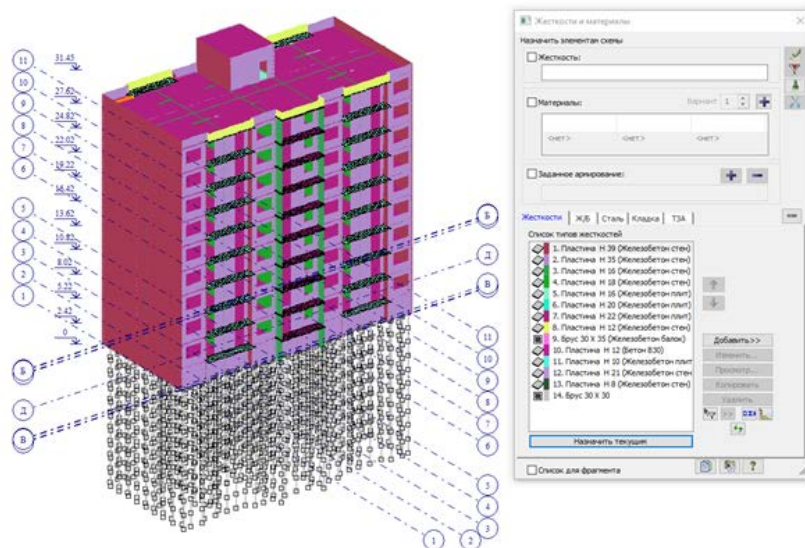


Рисунок 4 – Схема распределения жесткостных характеристик без моделирования податливых стыков

Проектируемое здание воспринимает временные и постоянные нагрузки [6]. Нагрузки, действующие на крупнопанельный дом, были заданы в программном комплексе Сапфир. Обе расчетных схемы загружены одинаково.

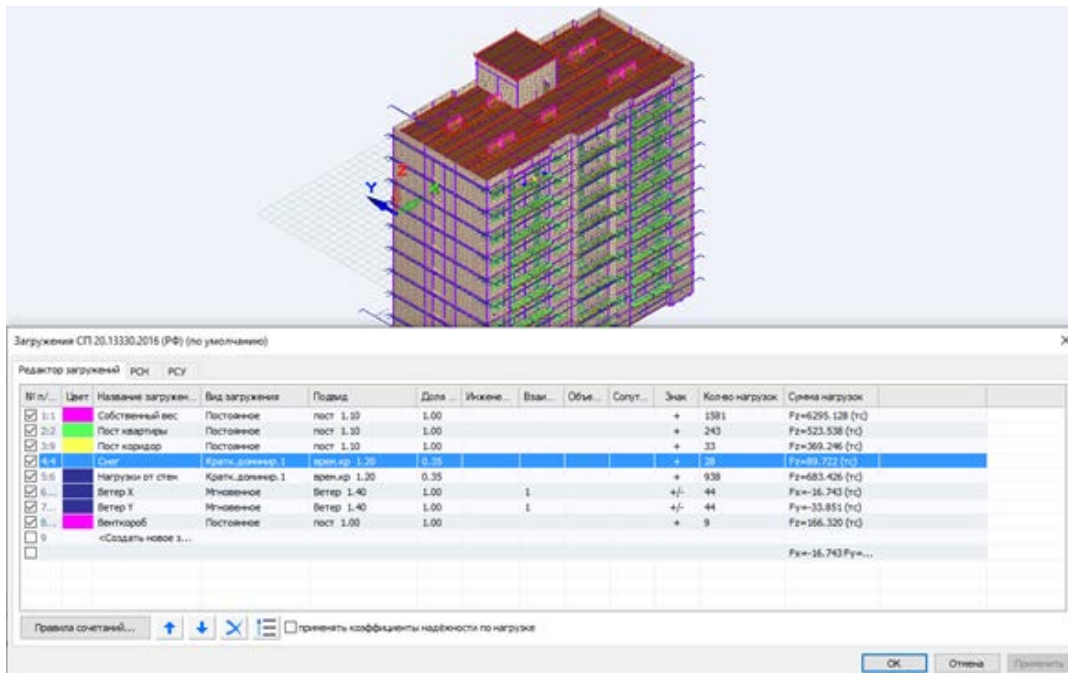


Рисунок 1 – Задание нагрузок на здание в ПК Сапфир

После создания расчетной модели выполнялся расчет напряженно-деформированного состояния крупнопанельного здания. Результаты расчета по перемещениям представлены на рисунках 6-7:

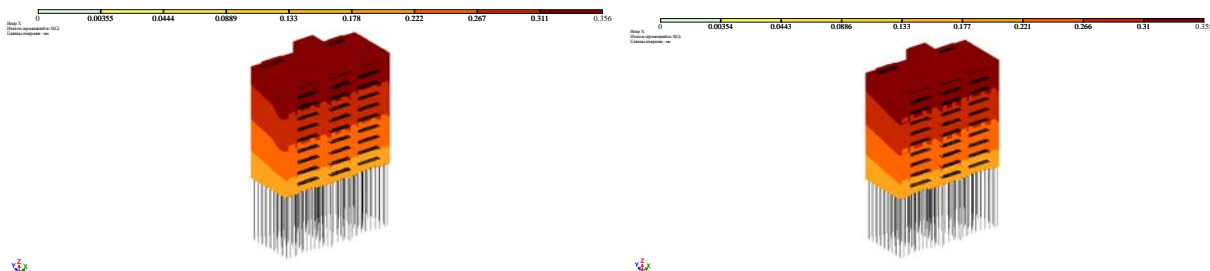


Рисунок 2 – Изополю перемещений по оси X для расчетной схемы со стыками и без стыков

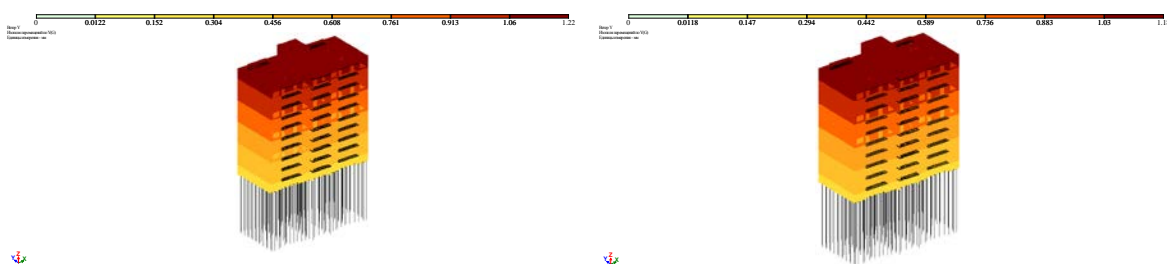


Рисунок 7 – Изополю перемещений по оси Y для расчетной схемы со стыками и без стыков

Результаты расчета по деформациям показали, что значения деформаций по оси X для расчетной схемы со стыками получились практически такими же, как для схемы без стыков. Максимальное значение перемещений от ветровых нагрузок по оси X составило 0,356 мм для схемы со стыками и 0,355 мм для

схемы без стыков. Значения деформаций по оси Y для расчетной схемы со стыками получились немного больше, чем для схемы без стыков. Максимальное значение перемещений от ветровых нагрузок по оси Y составило 1,22 мм для схемы со стыками и 1,18 мм для схемы без стыков.

Горизонтальные деформации от расчетных сочетаний нагрузок представлены на рис. 8-9.

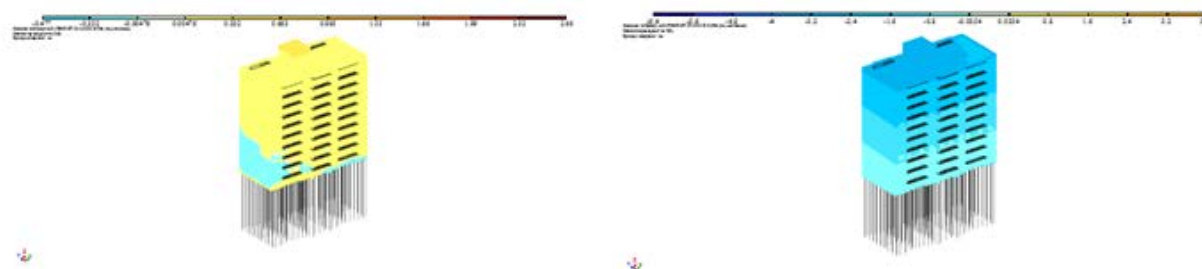


Рисунок 8 – Изополю перемещений по осям X и Y для расчетной схемы со стыками

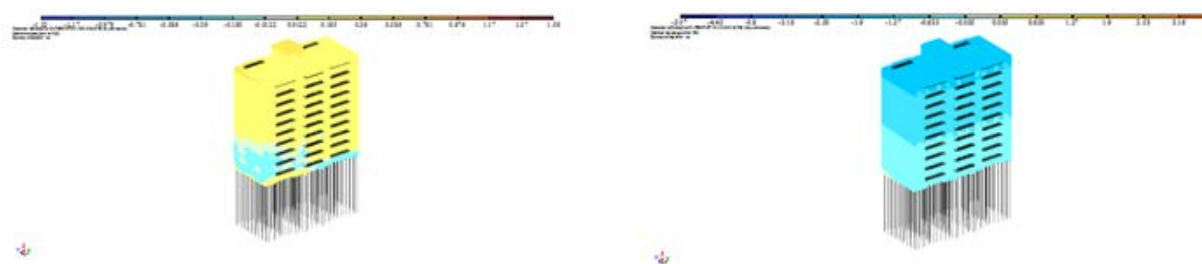


Рисунок 9 – Изополю перемещений по осям X и Y для расчетной схемы без стыков

Результаты расчета по перемещениям показали, что максимальное значение перемещений от РСН по оси X составило 2,66 мм для схемы со стыками и 1,56 мм для схемы без стыков, а максимальное значение перемещений от РСН по оси Y составило 6,4 мм для схемы со стыками и 5,07 мм для схемы без стыков. Таким образом, значения горизонтальных деформаций по осям для расчетных схем со стыками больше, чем без стыков.

Напряжения от расчетных сочетаний нагрузок представлены на рисунках 10-11:



Рисунок 10 – Изополю напряжений M_x и M_y для расчетной схемы со стыками



Рисунок 11 – Изополю напряжений M_x и M_y для расчетной схемы без стыков

Максимальные значения напряжений по РСН составило -330 и $82,4$ кН/м^2 для схемы со стыками, $-41,3$ и $49,2$ кН/м^2 для схемы без стыков. Максимальные значения напряжений по РСН составило -156 и 139 кН/м^2 для схемы со стыками, -127 и $52,9$ кН/м^2 для схемы без стыков. Таким образом, значения напряжений по осям для расчетных схем со стыками больше, чем без стыков.

По итогам расчета схем в программном комплексе Лира-САПР были получены результаты по деформациям, напряжениям. Более внушительные значения деформаций и напряжений оказались в расчетной схеме со стыками. Таким образом, в исследовании напряженно-деформированного состояния крупнопанельного дома моделирование стыков панелей играет важную роль для получения верных результатов расчета составленной расчетной схемы. В проекте принимается расчетная схема с моделированием податливых стыков панелей.

Библиографический список

1. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: Минстрой РФ, 2016.

2. Викторov В.В, Викторова О.Л., Жилыева В.В., Медведев Р.Н. Особенности моделирования несущих конструкций многоэтажных панельных зданий с использованием расчетной программы SCAD [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2022. №16. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no16/matematiceskoe-modelirovanie-chislennye-metody-i-kompleksy-programm/16.01/at_download/file
3. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" М.: РГ Федеральный выпуск №5079, 2009.
4. СП 335.1325800.2017 Крупнопанельные конструктивные системы. правила проектирования. – М.: Минстрой РФ, 2017.
5. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций. – М.: ГУП ЦПП, 2002.
6. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минстрой РФ, 2016.