

УДК 624.01.07:004

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ РАСЧЕТНЫХ ПРОГРАММ

Викторов Валерий Васильевич,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Лазебная Виктория Валерьевна,

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

магистрант.

Аннотация

Для конструктивного расчета зданий и сооружений в соответствии с нормативными требованиями используются сертифицированные расчетные программы. Проведено сравнение результатов расчета армирования конструкций монолитного железобетонного каркаса с использованием сертифицированных программ СКАД, СТАРК.

Ключевые слова: проектирование зданий, монолитный железобетонный каркас, армирование конструкций, сертификат, расчетные программы.

CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES USING DIFFERENT CALCULATION PROGRAMS

Victorov Valery Vasilyevich

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department "Building constructions».

Lazebnaya Victoria Valeryevna

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

undergraduate student.

Abstract

For the structural calculation of buildings and structures in accordance with regulatory requirements, certified calculation programs are used. A comparison of the results of the calculation of the reinforcement of monolithic reinforced concrete frame structures using certified programs SCAD, STARK.

Keywords: building design, monolithic reinforced concrete frame, reinforcement of structures, certificate, calculation programs.

В настоящее время конструктивный расчет зданий и сооружений невозможен без использования специализированных компьютерных программ. Компьютерные программы, которые могут быть использованы для расчета конструктивных решений, должны быть соответствующим образом сертифицированы. Требованием неперенной сертификации расчетных методик заложено в ч. 6, ст. 15 [0], в которой сказано, что соответствие проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения требованиям безопасности должны быть обоснованы расчетами или испытаниями, выполненными по сертифицированным или апробированным методикам.

Для конструктивного расчета зданий и сооружений в соответствии с требованиями современных российских норм проектирования может быть использован целый ряд расчетных программ, прошедших сертификацию. К таким программам относятся программы семейства "Ли́ра" ("Ли́ра-Сапр" и "Ли́ра-Софт"); программа "SCAD"; программа "Stark", программа "ING+" и другие.

Все эти программы позволяют

- создавать расчетные схемы зданий в плоской и пространственной постановке с назначением жесткостных характеристик материалов и приложением нагрузок,
- выполнять статический и динамический расчеты этих расчетных схем,

- производить поиск и оценку наиболее неблагоприятных сочетаний совместно действующих нагрузок,
- выполнять конструктивные расчеты по подбору требуемого количества арматуры в железобетонных конструкциях
- выполнять проверку несущей способности стальных конструкций.

Ранее использованием расчетного комплекса SCAD Office была рассмотрена методика по расчету усиления железобетонных балок, что позволило значительно упростить процесс конструирования объекта в целом [2]. Различные расчетные программы в своей основе имеют различные алгоритмы работы. Следует полагать, что результаты расчета одних и тех же сооружений, выполненные различным программам будут отличаться одни от других.

В настоящей работе выполнено сравнение результатов расчета монолитного железобетонного каркаса здания поликлиники, выполненных с использованием программ "Stark" и "SCAD".

Здание поликлиники сложной формы в плане, переменной этажности (от одного до четырех) с цокольным этажом.

Здание П-образной формы в плане с габаритами в осях 0,48 м × 46,75 м. Здание имеет три деформационных блока.

Высота цокольного этажа составляет 3,600 метров. Высота надземных этажей составляет 3,600 метров. Полная высота здания в уровне ограждения парапета составляет 19,370 м, высота от уровня земли составляет 0,020 м.

Основными несущими конструкциями здания являются элементы монолитного железобетонного рамно-связевого каркаса, состоящего из вертикальных и горизонтальных несущих конструкций. Вертикальные конструкции - монолитные железобетонные колонны, стены подвала, диафрагмы, стены лестничных клеток и лифтовых шахт, образующих ядра жесткости. Горизонтальные конструкции - монолитные плиты перекрытий и покрытия, образующие при пространственной работе здания жесткие диски.

Шаг колонн в продольном и поперечном направлении переменный составляет от 2,600 до 6,000 м.

Колонны, объединенные в уровне этажей жесткими дисками перекрытий, образуют продольные и поперечные рамы. В поперечном направлении рамы трехпролетные. Ширина крайних пролетов 5,60 м и 5,30 м, ширина средних пролетов 3,600 м.

Монолитные железобетонные колонны прямоугольного сечения из тяжелого бетона класса В25 сечением 400×400 мм. Стены подвала толщиной 250 мм. Стены лестничных клеток и лифтовых шахт и диафрагмы жесткости толщиной 200 мм. Плиты перекрытий и покрытия толщиной 200 мм.

Сопряжение железобетонных стен между собой принято жестким. Сопряжение вертикальных несущих конструкций и плит перекрытий и покрытия принято жестким. Сопряжение колонн и стен с фундаментами принято жестким.

Фундаменты – монолитная железобетонная плита толщиной 400 мм на естественном основании.

Пространственная жесткость здания обеспечивается совместной пространственной работой всех элементов каркаса – колоннами, диафрагмами, ядрами жесткости, жестким диском покрытия, жесткими узлами сопряжения с вертикальных конструкций с плитами перекрытий и с фундаментами.

Ограждающие конструкции надземной части здания – ненесущие кирпичные стены поэтажного опирания с минераловатным утеплителем и облицовкой из штукатурки по сетке.

Программа SCAD, разработанная ООО "Скадсофт" и программа "Stark", разработанная ООО "Еврософт" используют в своих алгоритмах метод конечных элементов. В расчете использовано два типа конечных элементов – стержневые для моделирования колонн и балок и плоские (треугольные и четырехугольные) для моделирования стен и плит перекрытий. В расчетах была использована идентичная конечноэлементная сетка выполненная переносом данных из одной программы в другую с использованием формата dxf. Модули деформации для конечных элементов принимались с пониженными значениями в соответствии с п. 6.2.6 [3]. Жесткость вертикальных конструкций

принималась с понижающим коэффициентом 0,6, жесткость горизонтальных конструкций принималась с понижающим коэффициентом 0,3.

Нагрузки на две расчетных схемы также были приложены идентично. Иллюстрации расчетных схем приведены на рис. 1

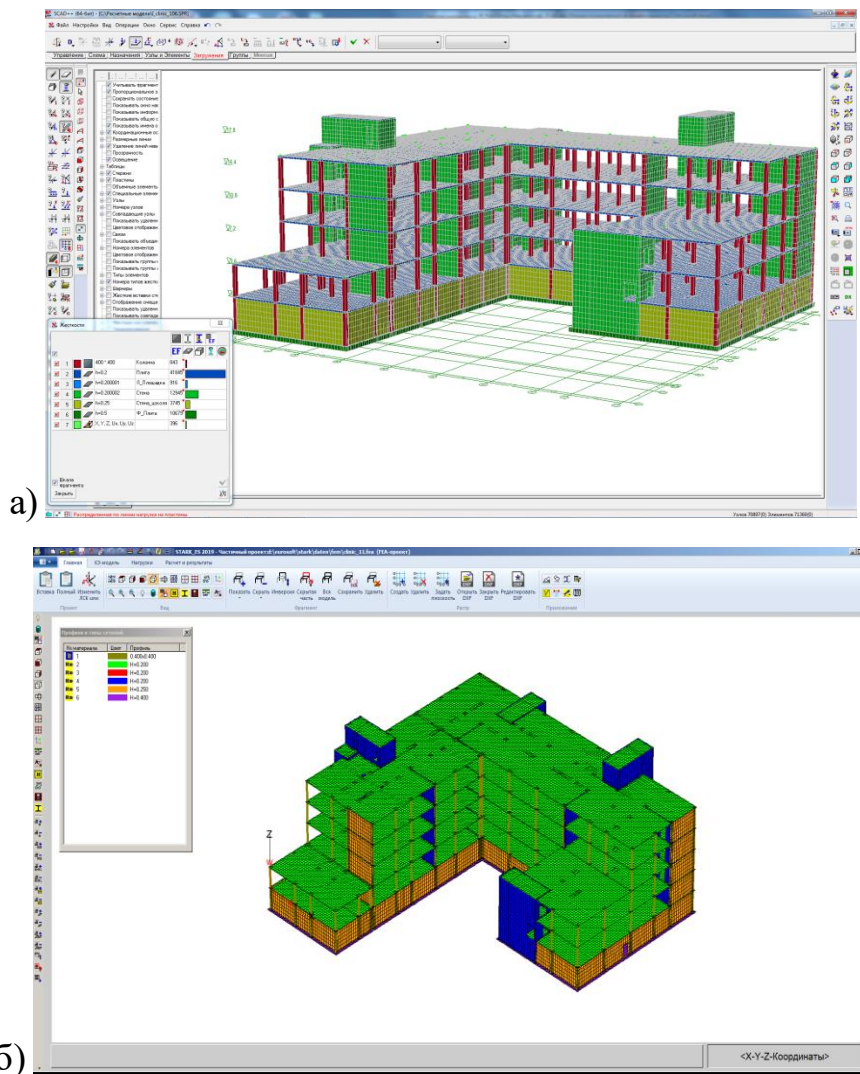


Рисунок 1 - Расчетные схемы каркаса поликлиники для программ а) SCAD; б) Stark

Совместная работа каркаса и фундамента учитывалась использованием коэффициентов постели под подошвой фундамента. Коэффициенты определялись расчетом по программам Кросс для SKAD и "Инженерный калькулятор" для "STARK".

В результате расчета были получены значения внутренних усилий во всех конечных элементах системы от всех нагрузок и заданных сочетаний. По

результатам статического расчета было проведен расчет количества требуемой арматуры для армирования железобетонных конструкций в соответствии с нормативными требованиями [4]. Частичные результаты расчета приведены на рис. 2.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что в целом результаты расчета по двум программам получаются похожими.

При учете базового армирования, состоящего из верхней и нижней сеток (арматура $\varnothing 12$ мм, расположенная с шагом 200 мм), имеются поля дополнительного армирования. Эти поля имеются, как в верхней зоне плиты, так и в нижней.

Геометрически, положение полей дополнительного армирования в верхней зоне плиты примерно одинаково. Пиковые значения требуемого армирования над колоннами, также получились близкими по значению. В некоторых случаях армирование, полученное по программе "SCAD" превышает аналогичное, полученное по программе "Stark" на 5-7%. Однако во входящем углу плиты (пересечение осей Ж-7) требуемое армирование, полученное по программе Stark почти в два раза выше аналогичного, полученного по программе SCAD.

Положение полей дополнительного армирования нижней зоны плиты имеют некоторое отличие. В серединах пролетов плит перекрытия результаты расчета арматуры по программе "SCAD" на 8-15% превышают аналогичные результаты, полученные по программе "Stark".

Таким образом, результаты расчета армирования конструкций монолитного каркасного здания, полученные по двум программам, имеют похожие значения и могут быть использованы при разработке реального проектирования конструкций.

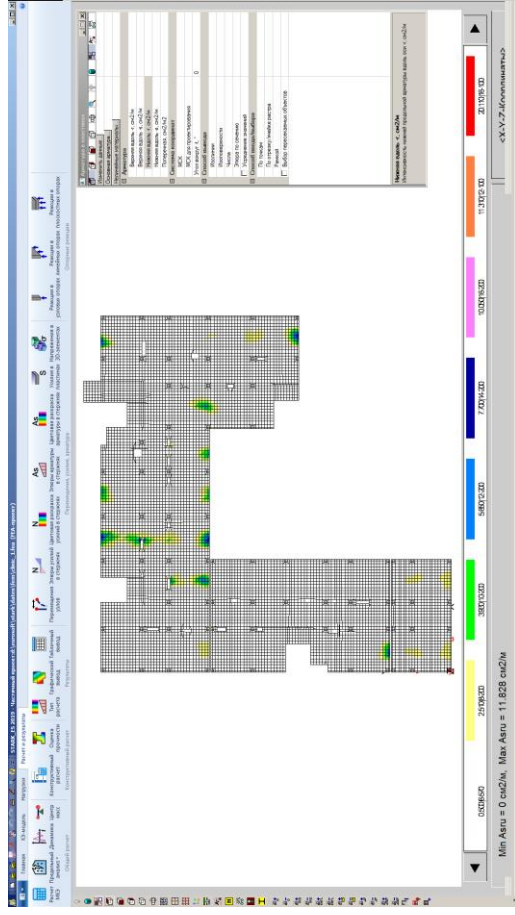
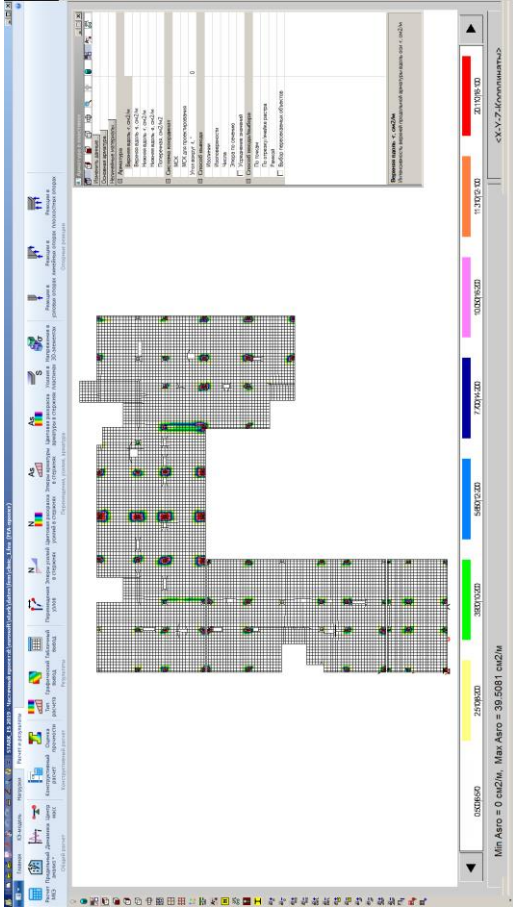
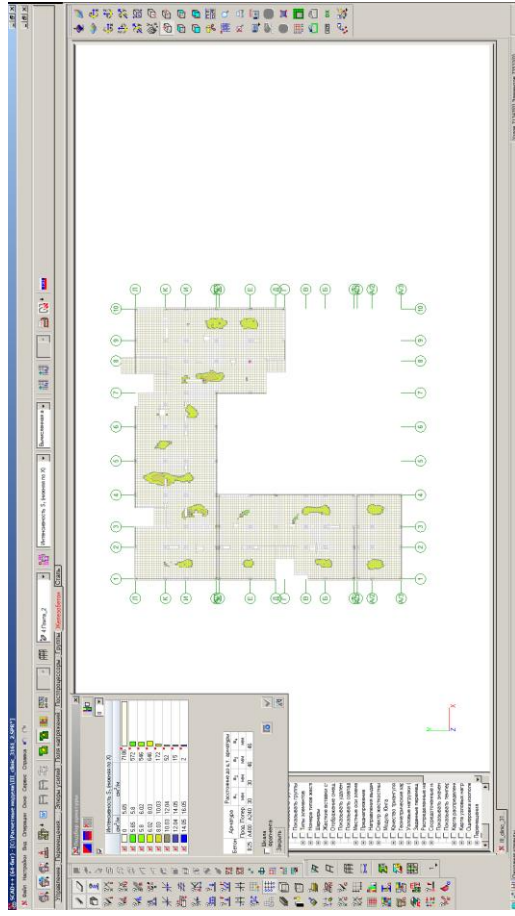
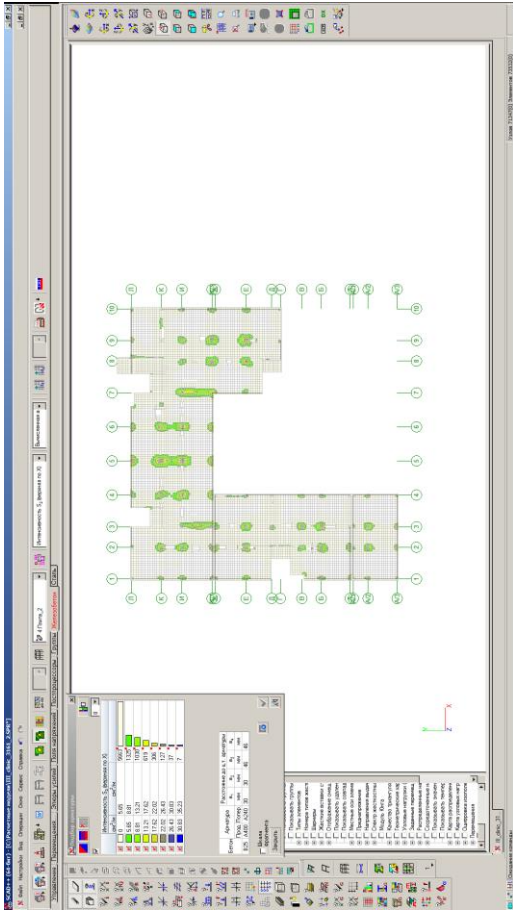


Рисунок 2 - Результаты расчета арматуры плиты перекрытия над первым этажом по программам SCAD и Stark – результаты представлены в виде полей дополнительного армирования при базовой верхней и нижней арматуре Ø12-200

Библиографический список литературы

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. закон Рос. Федерации от 30.12.2009 №384-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23.12.2009: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25.12.2009.
2. Викторов В.В. Расчет усиления железобетонных балок с использованием программ SCAD Office [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2019. № 10. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no-10-nov-2019/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.3/view>
3. СП 52-103-2007 Железобетонные монолитные конструкции зданий. М.: ФГУП НИЦ Строительство, 2007.
4. СП 63.13330.2018 СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М.: Минстрой России, 2018.