

Конструктивный расчет рамы железобетонного каркаса школы на 1200 мест в городе Биробиджан

Суржко Алексей Викторович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Фельдман Андрей Геннадьевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье представлен конструктивный расчёт рамы железобетонного каркаса школы на 1200 мест в городе Биробиджан. Каркас здания состоит из монолитных железобетонных колонн и монолитных железобетонных перекрытий. При армировании железобетонных конструкций применяются сварные сетки и каркасы. Произведен расчет в программе ЛИРА САПР.

Ключевые слова: особенности проектирования, школа, рама, расчетная модель, железобетонный каркас

Structural calculation of the reinforced concrete frame of a school for 1200 places in the city of Birobidzhan

Surzhko Alexey Viktorovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Feldman Andrey Gennadievich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article presents a structural calculation of the reinforced concrete frame of a school for 1200 places in the city of Birobidzhan. The building frame consists of monolithic reinforced concrete columns and monolithic reinforced concrete floors. When reinforcing reinforced concrete structures, welded mesh and frames are used. The calculation was carried out in the LIRA SAPR program.

Keywords: design features, school, frame, calculation model, reinforced concrete frame

Приказом № 47 решением президиума Биробиджанского горсовета от 19 января 1938 г. отведен участок под строительство школы по улице Партизанской около поселка Обозного завода. В этом же году здание школы

было введено в эксплуатацию. В 2020 году в связи с признанием здания аварийным учебный процесс был перераспределён в здания другой школы. На текущий момент территория освобождена от старого строения, полностью готова к реализации нового проекта. Новое здание школы на 1200 мест в г. Биробиджан имеет сложную форму, состоящую из нескольких блоков. Каркас здания состоит из монолитных железобетонных колонн и монолитных железобетонных перекрытий. Утеплитель покрытия по монолитной плите пенополистирольный. Кровля плоская из рулонных материалов. Водосток наружный неорганизованный. При армировании железобетонных конструкций применяются сварные сетки и каркасы. В блоках располагаются учебные классы для начальной, средней и старшей школы.

Проект строительства школы на 1200 мест в г. Биробиджане выполнен на основании: СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [1]; СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [2]; СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [3] и др.

Цель работы, показать на практике, как подготовить конструктивный расчет рамы железобетонного каркаса школы на 1200 мест в городе Биробиджан. Представлен расчёт железобетонной рамы, учебной секции здания школы. Секция представлена в виде трех надземных и одного подвального этажа.

Основные решения, которые были приняты в проекте, после изучения научной литературы:

1. использование при бетонировании комплектов съемной опалубки;
2. применение при армировании железобетонных конструкций сварных сеток и жестких пространственных каркасов;
3. доставка готовой бетонной смеси централизованно от бетонного завода;
4. транспортирование бетонной смеси к местам производства работ при помощи автобетоносмесителей. Подача бетонной смеси в конструкции бетононасосами

О. В. Емельяновым изложены вопросы моделирования современными математическими методами строительных конструкций в ходе их проектирования. Рассмотрено понятие математической модели конструкции и представление этой модели с помощью системы уравнений. Описаны приближенные модели на основе метода сеток: метод конечных элементов и метод конечных разностей. А. Х. Раджабов для армирования использует различные виды арматуры, такие как арматурные стержни, сварные сетки и арматурные канаты. Важным аспектом является правильная укладка и фиксация арматуры. Рациональное использование арматуры в строительстве позволяет создавать более прочные и безопасные конструкции. И. А. Кошлань арматуру применяет для изготовления всех видов железобетонных конструкций, что необходимо для усиления прочностных характеристик бетона. В основном, применяется стальная гибкая - стержни, сварные сетки и каркасы, но иногда необходима и жесткая - прокатные двутавры, швеллеры и уголки. Так как арматура используется для производства ответственных

строительных деталей и конструкций, то должна выдерживать огромные нагрузки.

Разрез секции монолитной железобетонной плиты перекрытия представлен на рисунке 1.

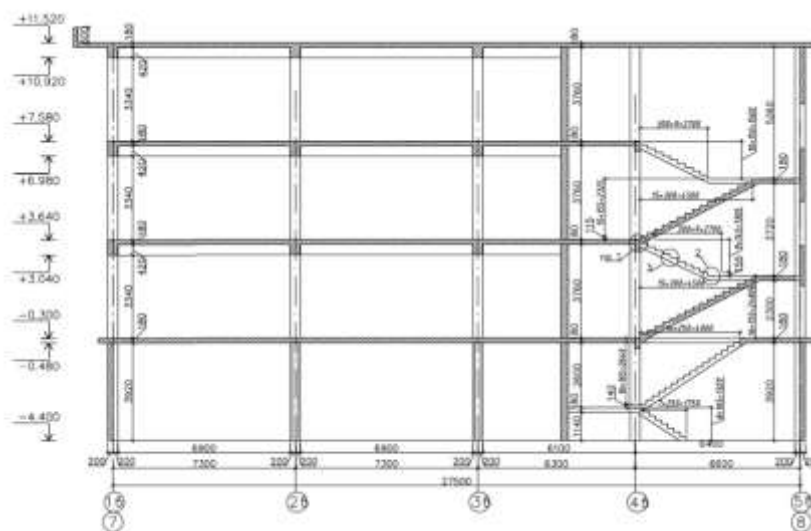


Рисунок 1 – Разрез здания

Для упрощения расчёта рассмотрена конструкция, как отдельный участок рамы, расчетная схема создана в ПК ЛИРА САПР (см. рис.2). Вертикальные нагрузки приложены с учетом грузовой площади ригелей.

Построение рамы выполняется с учетом конструктивной схемы (см. рис.1). Стрежни рамы условно располагаются в осях элементов конструкции. Результат представлен на рисунке 3.

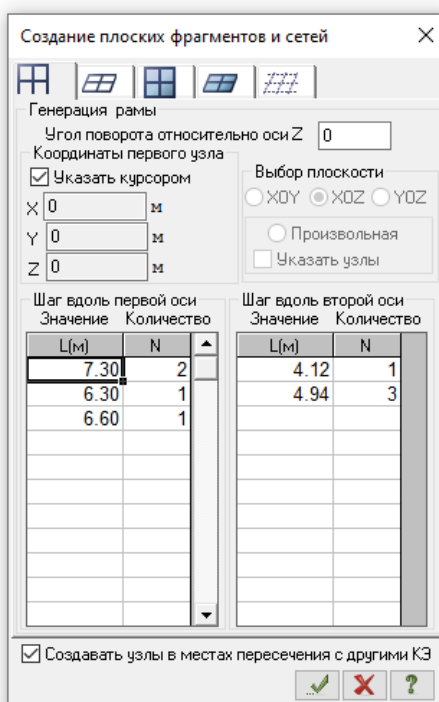


Рисунок 2 – Геометрические параметры рамы

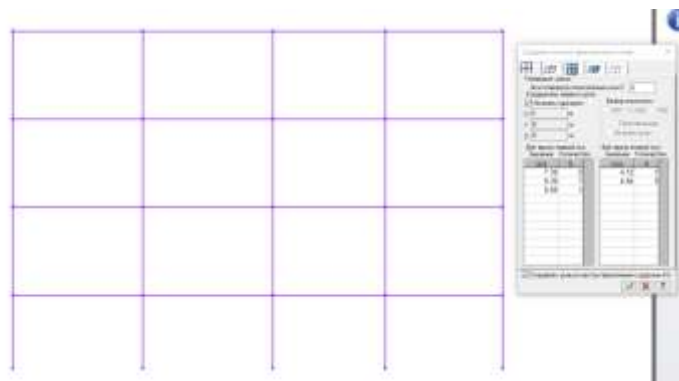


Рисунок 3 – Результат построения рамы

Создание жесткости колонн и ригелей в представлено на рисунках 4 и 5. Колонна сечением Сечение 40 × 40 см, ригель Сечение 42 × 40 см, бетон В25. Удельный вес железобетона $R_0 = 0.025 \text{ МН/м}^3$.

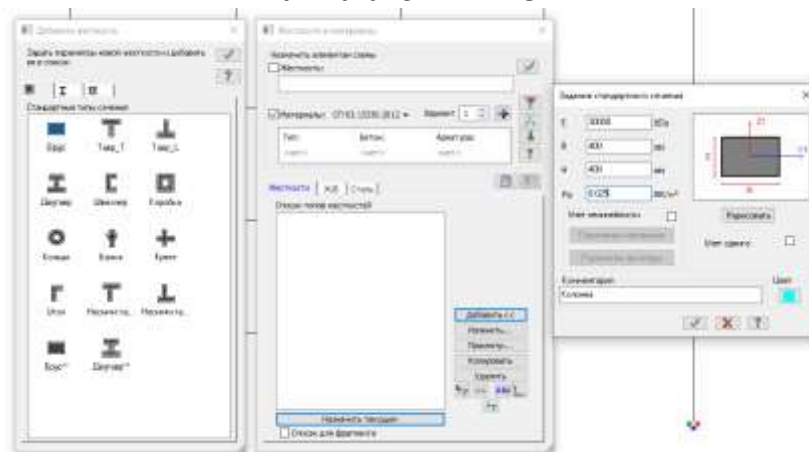


Рисунок 4 – Здание жесткости колонн

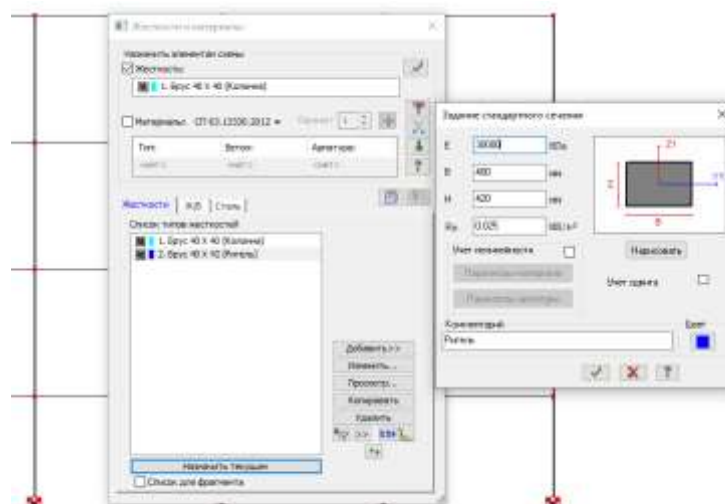


Рисунок 5 – Задание жесткости ригеля

На рисунке 6 представлена модель с примененными жесткостями, визуализацию используем для контроля заданных жесткостей.



Рисунок 6 – Пространственная модель рамы

На рассматриваемом участке конструкции пролет между клонами равен 6,3 м. Что так же соответствует грузовой площади ригеля. Отталкиваясь от этого значения, посчитана погонная постоянная нагрузка от плиты перекрытия и конструкций пола, которая равна 35,17 кН/м, так же необходимо учесть собственный вес ригеля (1):

$$q_6 = b \cdot h \cdot \rho \cdot \gamma_n = 0.4 \cdot 0.42 \cdot 25 \cdot 1.1 = 4.62 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad (1)$$

где b – ширина ригеля; h – высота сечения ригеля; ρ – удельный вес железобетона; γ_n – коэффициент надежности по нагрузке.

Суммарная постоянная нагрузка в таком случае равна $39,79 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

В программе ПК ЛИРА САПР созданы 3 варианта загрузений с их указанием на рисунке 7.

На рисунке 9 представлены эпюры максимальных моментов, при учете таблицы РСУ (расчётное сочетание усилий). На рисунках 10 и 11 представлена подобранная арматура стержней и колонн.

Используя эпюры моментов, посчитанные программой ПК, ЛИРА САПР с учетом таблицы РСУ (рисунок 9) проведена проверка расчетов в MathCAD. К полученным значениям площади подберем стержни арматуры соответствующего диаметра: Участок 1 (верхнее армирование): принимаем 2d36; Участок 2 (нижнее армирование): принимаем 2d28; Участок 3 (верхнее армирование): принимаем 2d32.

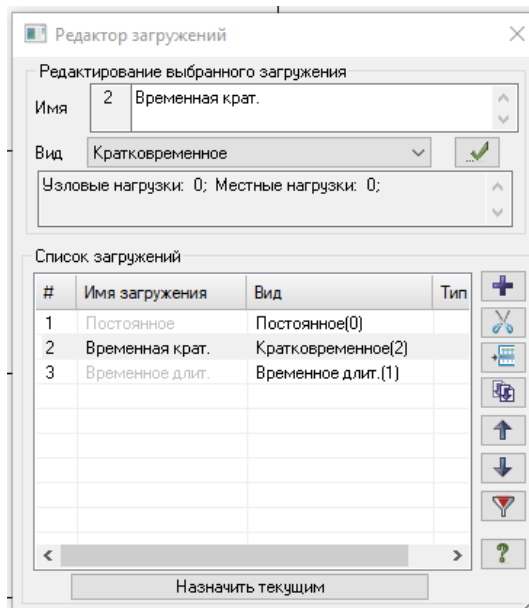


Рисунок 8 – Варианты нагружения в ПК ЛИРА САПР

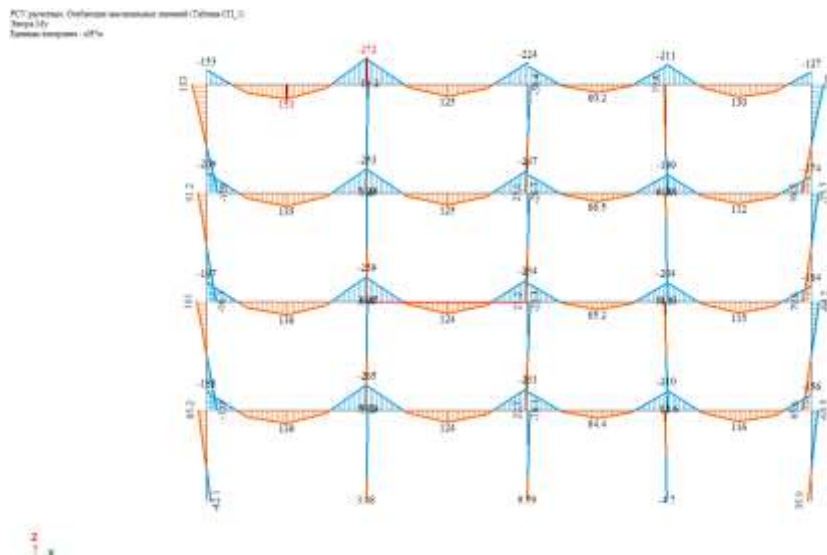
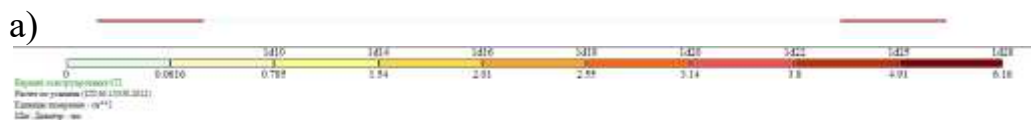


Рисунок 9 – Максимальные моменты возникающие в конструкции



б) Рисунок 10 – а – верхняя арматура; б – нижняя арматура

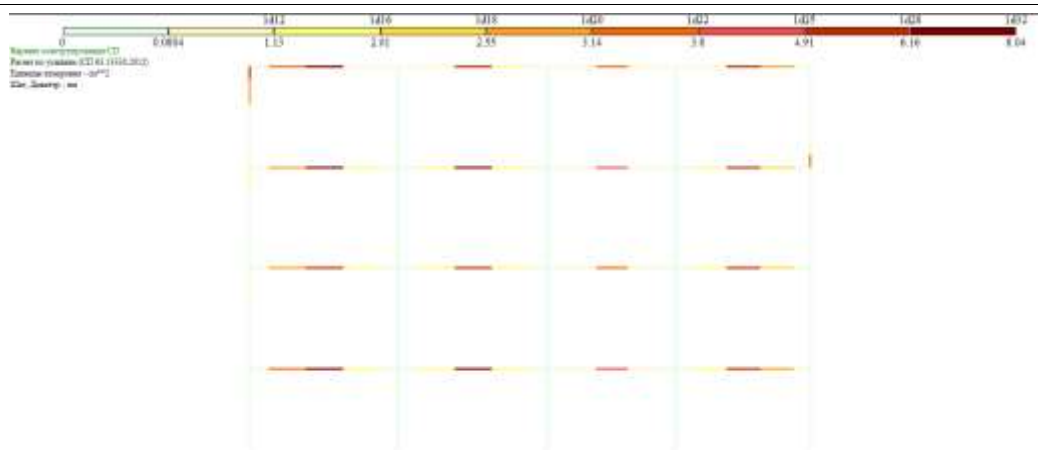


Рисунок 11 – Общая схема подобранной программой арматуры (нижняя)

Библиографический список

1. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1) / Свод правил № 48.13330.2011.
2. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3, 4) / Свод правил № 70.13330.2012.
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4) / Свод правил № 20.13330.2016.
4. Емельянов О. В. Расчет строительных конструкций численными методами - Современные достижения университетских научных школ: сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 25–26 ноября 2021 года. Том Выпуск 6. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 81-86.
5. Раджабов А. Х. Рациональное армирование монолитных конструкций - Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 2. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. С. 131-133.
6. Кошлань И. А. Современные способы соединения арматурных стержней в железобетонных конструкциях - Инновации в металлообработке: взгляд молодых специалистов: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, Курск, 02–03 октября 2015 года. Курск: ИП Пучков Игорь Иванович, 2015. С. 179-182.