

Конструктивный расчет и подбор арматуры железобетонной ребристой плиты лестничного марша для 25-и этажного монолитного жилого дома в г. Хабаровск

Чекулаев Александр Сергеевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Фельдман Андрей Геннадьевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье представлен конструктивный расчет и подбор арматуры железобетонной ребристой плиты лестничного марша для 25-и этажного монолитного жилого дома в г. Хабаровск. Дом имеет каркасно-монолитную конструкцию. Фундамент выполнен на сваях и имеет железобетонный монолитный плитный ростверк. Внутренние и наружные несущие стены имеют монолитную конструкцию из железобетонных блоков, толщиной 300 мм. Проемы между наружными стенами заполнены газосиликатными блоками, что обеспечивает хорошую звукоизоляцию и теплоизоляцию. Перегородки выполнены из андезитобазальтовых экоблоков, которые, обладают экологическими свойствами и имеют хорошие показатели звукоизоляции. Стены также утеплены наружными теплоизоляционными плитами, основанными на стекловолокне, толщиной 150 мм. Для придания зданию эстетичного внешнего вида, экстерьер облицован керамическим кирпичом. Произведен расчет в программе ЛИРА САПР.

Ключевые слова: особенности проектирования, арматура, лестничный марш, монолитный дом, жилой дом

Structural calculation and selection of reinforced concrete ribbed slab reinforcement for a flight of stairs for a 25-story monolithic residential building in Khabarovsk

Chekulaev Alexander Sergeevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Feldman Andrey Gennadievich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article presents the structural calculation and selection of reinforced concrete ribbed slab reinforcement for a flight of stairs for a 25-story monolithic residential building in Khabarovsk. The house has a frame-monolithic structure. The foundation is made on piles and has a reinforced concrete monolithic slab grillage. The internal and external load-bearing walls have a monolithic structure made of reinforced concrete blocks, 300 mm thick. The openings between the external walls are filled with gas silicate blocks, which provides good sound and thermal insulation. The partitions are made of andesite-basalt eco-blocks, which have environmental properties and good sound insulation properties. The walls are also insulated with external thermal insulation boards based on fiberglass, 150 mm thick. To give the building an aesthetic appearance, the exterior is lined with ceramic bricks. The calculation was carried out in the LIRA SAPR program.

Keywords: design features, fittings, flight of stairs, monolithic house, residential building

Строительная отрасль является одной из базовых и важных для развития общества и экономики [1]. В последние годы мы наблюдаем увеличение строительства объектов непроизводственного назначения, реконструкцию зданий, сооружений и городских микрорайонов. Вместе с этим возрастают и требования к качеству строительных работ.

Конституционное право на жилище является одним из фундаментальных прав человека и имеет большое значение для обеспечения социального благополучия и экономического развития общества. Качественное и безопасное жилье является важным аспектом достижения этой цели.

Основными факторами, влияющими на принятие решения о развитии высотного строительства, могут быть градостроительные особенности, техническая возможность, социально-экономические факторы и предпочтения местной администрации. Высотный дом должен быть снабжен сейсмопоясами, способными нейтрализовать подземные толчки силой до 7 баллов[2,3]. Кроме этого, высотка должна иметь более мощный фундамент, лифты, оборудование для подкачки воды на верхние этажи, мусоропроводы и др. При соблюдении всех этих условий затраты на строительство увеличиваются до 40 процентов по сравнению с возведением пятиэтажек. Соответственно, возрастет и стоимость жилья, что может отпугнуть потенциальных покупателей квартир, и соответственно делает нецелесообразным строительство таких высотных зданий в ЕАО. Поэтому проект по строительству 25-ти этажного монолитного жилого дома предложен к реализации в городе Хабаровск.

Цель работы, показать на практике, как подготовить конструктивный расчет и выполнить подбор арматуры железобетонной ребристой плиты лестничного марша для 25-и этажного монолитного жилого дома в г. Хабаровск.

Р.А. Масликов раскрывает основные принципов организационно-технологических решений при строительстве жилых зданий[4]. Л.Г. Плотниковой рассматриваются вопросы организации технологического процесса для разных способов производства, изложены все основные этапы производства сборных железобетонных изделий. Дается описание технологии, приводятся расчеты по разным производственным переделам. Показаны направления модернизации существующих предприятий по производству ЖБИ, затронуты вопросы организации контроля качества на предприятии [5]. Патентообладателями В.А. Шембаковым, М.А. Корниловым представлено изобретение, которое может быть использовано при возведении, восстановлении или реконструкции зданий, сооружений. Силовой или силовые элементы из материала с более высоким пределом текучести включают в силовое армирование по крайней мере части монолитных и/или сборных, и/или сборно-монолитных, воспринимающих в том числе изгибающие нагрузки участков зданий, сооружений и/или их элементов, и/или их соединений и узлов, и/или конструкций в зонах, соответствующих зонам эпюры изгибающих моментов для наиболее неблагоприятных расчетных статических и/или динамических воздействий в диапазоне, перекрывающем максимальные значения последних и протяженном в обе стороны до не менее $1/3$ максимального их значения[6].

Жилое здание, в 25 этажей. Высота здания от пола первого этажа составляет 43.3 метра. В здании имеются 4 лифтовые шахты. Высота этажа составляет 2.56 м, имеется теплый чердак и техническое подполье. План этажей со 2 по 14 представлен на рисунке 1.

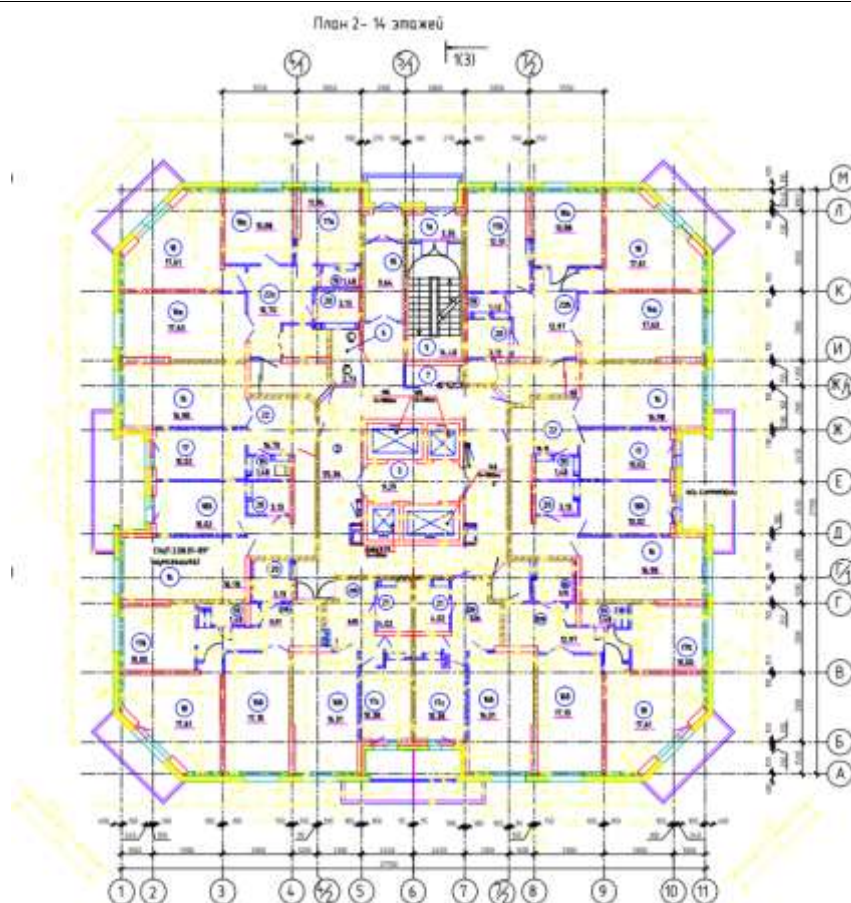


Рисунок 1 – План этажей 2-14

Лестничная клетка – незадымляемая, имеет вид Н1, представленная на рисунке 2.

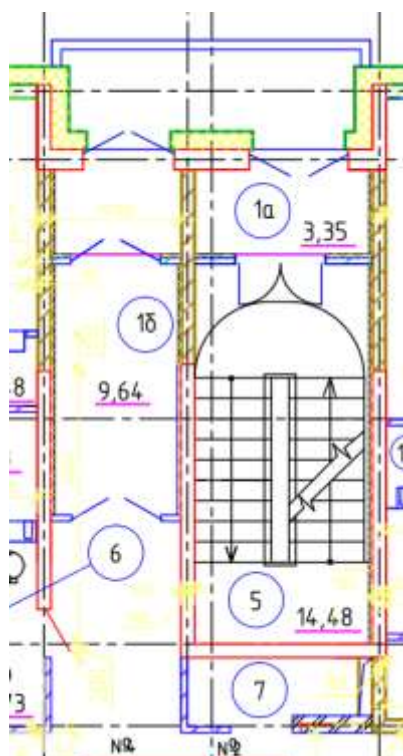


Рисунок 2 – Схема лестничной клетки

Полная нагрузка на плиту состоит из временной и постоянной нагрузок. Расчетная схема представляет собой шарнирно опертую балку. Постоянная нагрузка состоит из собственного веса плиты и равна 10.69

Сечение плиты лестничного марша представлено на рисунке 3.

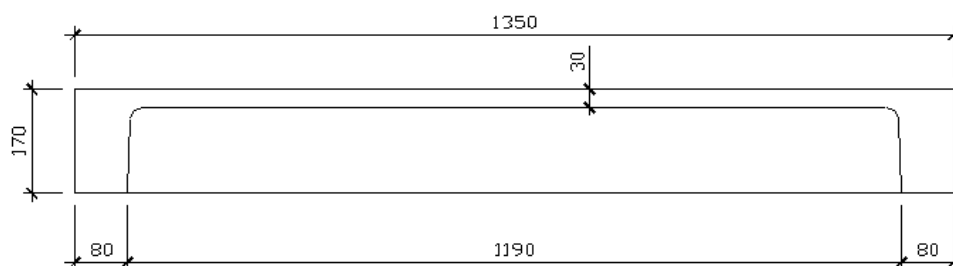


Рисунок 3 – Сечение лестничного марша

Расчетный изгибающий момент в середине пролёта марша определён по формуле $M = \frac{ql^2 \cos \alpha}{8 \cos \alpha}$, и равен 10.53 кНм

Применительно к типовым заводским формам назначена толщина плиты $h'f = 30$ мм, высота ребер $h = 170$ мм, толщина ребер $br = 80$ мм. Бетон плиты В25, арматура А400.

Ширина сечения по низу b , составляет 160 мм. После определения максимальной ширины полки при отсутствии поперечных ребер, Согласно СП 20.13330.2016 – принимаем наименьшее значение, $b'_f = 52$ см. Расчетное сечение представлено на рисунке 4.

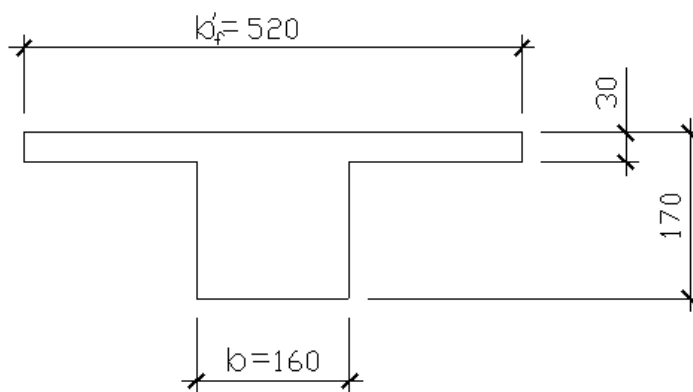


Рисунок 4 – Расчетное сечение плиты

Далее проводим проверку прохождения центральной оси в полке плиты: $1053 < 1.45 \cdot 0.9 \cdot 52 \cdot 3 \cdot (14.5 - 0.5 \cdot 3) = 2646$.

Условие выполнено, нейтральная ось проходит в полке. Далее определяем требуемую площадь арматуры A_0 по формуле:

$$A_0 = \frac{M \gamma_n}{R_b \gamma_{b2} b'_f h_0^2},$$

где γ_n – коэффициент надежности; R_b – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию; γ_{b2} – коэффициент условий работы бетона;

$$A_0 = \frac{1053 \cdot 0.95}{1.45 \cdot 0.9 \cdot 52 \cdot 14.5^2} = 0.092.$$

Что согласно СП 468.1325800.2019 меньше минимального значения и принимает значение равное 1.

Площадь сечения арматуры в растянутой зоне сечения A_s , определена и равна 2,68. Принимаем два стрежня диаметром 12мм. 2Ø12А400

Расчет в ПК ЛИРА САПР выполнен по принципу расчёта балки таврового сечения. Создана шарнирно-оперная балка и повернута на угол наклона лестничного марша. Также дополнительно разбита балка на 5 элементов, для повышения точности расчета. Расчетная схема представлена на рисунке 5.

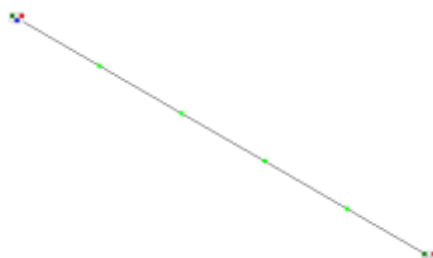


Рисунок 5 – Расчетная схема плиты

Варианты загрузки представлены на рисунке 6. Где Постоянная – собственный вес плиты, временна – нагрузка на лестничные маши принята по СП 20.13330.2016

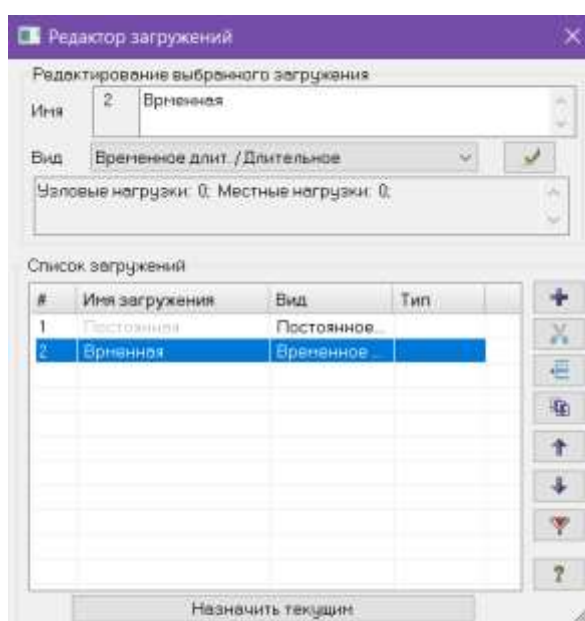


Рисунок 6 – Редактор загрузок ПК ЛИРА САПР

Задание нагрузок для каждого варианта загрузжений представлено на рисунках 7-8.

Заданы жесткости и геометрию сечения, для этого в параметрах жесткости используется упрощенное представление ребристой плиты – тавровое сечение. Параметры бетона, арматуры и типа элемента представлены на рисунке 9.

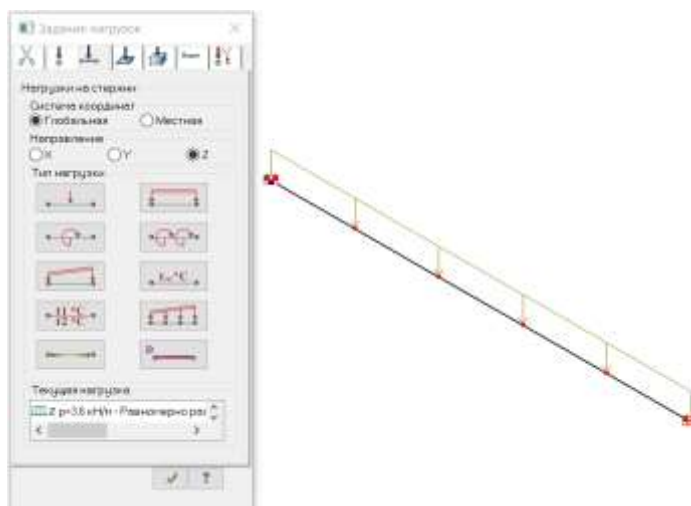


Рисунок 7 – Задание временной нагрузки

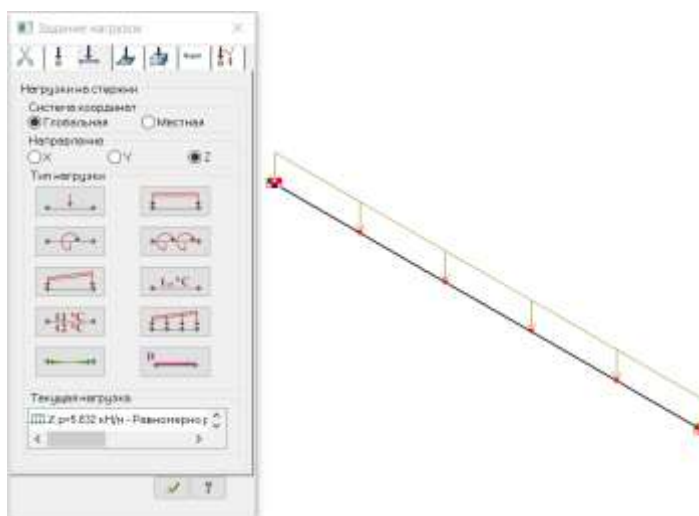


Рисунок 8 – Задание постоянной нагрузки

Анализ результатов показал максимальное значение момента на эпюре совпадает со значением полученным ручным расчетом (см. рис. 10). И при детальном рассмотрении участка, где находится максимальное значение момента видим незначительное отличие (см. рис. 11).



Рисунок 10 – Участок плиты, где присутствует максимальный изгибающий момент

Название: Плита

Вид расчета: Стержень

Армирование: Несимметричное

Система: Статически определяемая

Расчет

Точность предварит. расчета, %: 20

Точность основного расчета, %: 1

Максимальный % армирования: 10

☐ Учитывать конструктивные требования

☐ Выделять угловые арматурные стержни

☐ Располагать боковую арматуру в полке

☐ Учитывать совместное действие усилий

☐ Учесть п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003

Расстояние к ц.т. арматуры, см

☒ Расчет по предельным состояниям II группы

Трещина продолжительного раскрытия, мм: 0.3

Трещина непродолжительного раскрытия, мм: 0.4

☐ Шаг арматурных стержней, мм: 10

☒ Диаметр арматурных стержней

Длина элемента, Расчетные длины

Длина элемента: 0 м

☐ Расчетная длина: L_y 1

☒ Коэффициент: L_z 1

СП 63.13330.2012

Название: Бетон плиты

Класс бетона: B25

Вид бетона: тяжелый

Марка бетона (по прочности на сжатие): 20.00

Коэффициенты условий работы

γ_{b2} 1 γ_{b1} 1 γ_{b3} 1

Относительная влажность воздуха, %: 80

Диаграмма напряжение-деформация

2-х линейная диаграмма состояния скат

Случайные эксцентриситеты

По высоте сечения E_y 0 см

По ширине сечения E_z 0 см

B25 (МПа)	
E_b	30000.00
R_{bn}	18.50
R_{b1n}	1.55
R_b	14.50
R_{bt}	1.05
ϵ_{ps_b0} (*1000)	3.00
ϵ_{ps_b2} (*1000)	4.20

СП 63.13330.2012

Название: Арматура плиты

Классы арматуры

ПРОДОЛЬНАЯ ВДОЛЬ X: A400 d=6...40

Продольная вдоль Y: A400 d=6...40

Поперечная арматура: A240 d=6...40

Учет сейсмического воздействия

Коэффициент из т.6 СП 14.13330.2014: 1

Коэфф. условий работы при расчете наклонных сечений, т.6 СП 14.13330.2014: 1

A400 d=6...40 (МПа)	
E_s	200000.00
R_{sn}	400.00
R_s	350.00
R_{sw}	280.00
R_{sc}	350.00

Рисунок 9 – Параметры бетона и арматуры

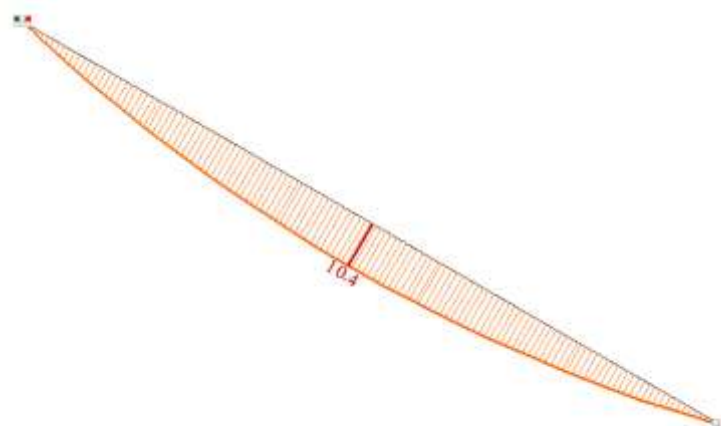


Рисунок 11 – Эпюра моментов

Подобранная программой арматура представлена на рисунке 12.

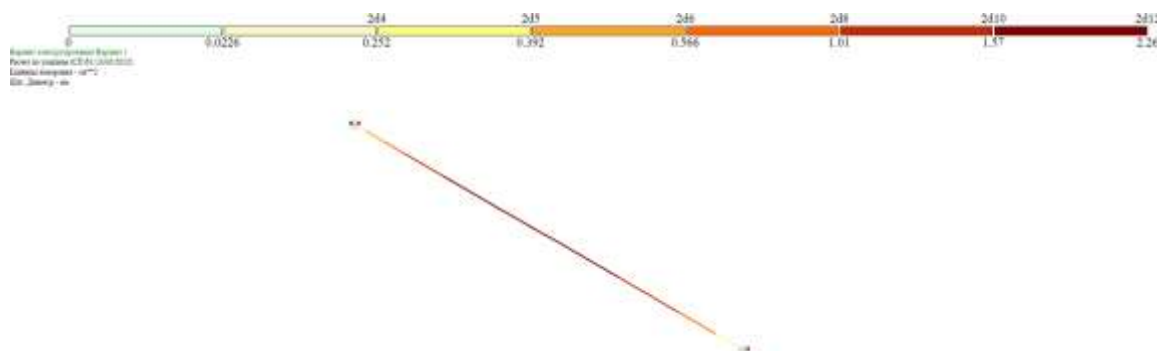


Рисунок 12 – Диаметр стречней равен

В целом, данное здание имеет прочную и устойчивую конструкцию, обеспечивающую хорошую звукоизоляцию, теплоизоляцию и долговечность

Библиографический список

1. Коханый А. И. Актуальные вопросы финансирования и осуществления инвестиционной деятельности в области строительства многоквартирных жилых домов в Московской области // Экономические науки. 2012. № 96. С. 163-166.
2. Акматов А. К. Концепция обеспечения сейсмостойкости многоэтажного здания - Известия ВУЗов (Кыргызстан). 2009. № 1. С. 25-29.
3. Бабаскин Е. С., Скрыпник М. Э., Мамонтов И. А., Рыбалкина А. В. Особенности и назначение армированных поясов // Закономерности и тенденции инновационного развития общества: сборник статей Международной научно-практической конференции, Волгоград, 28 августа 2019 года. Том Часть 2. Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2019. С. 116-119.
4. Масликов Р. А. Современные организационно-технологические решения при строительстве высотного панельного жилого дома - Материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28–29 апреля 2021 года. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 134-136.
5. Плотникова Л. Г. Формование бетонных и железобетонных изделий и конструкций: Учебное пособие для СПО – Саратов, М.: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. 175 с.
6. Патент № 2107783 С1 Российская Федерация, МПК E04B 1/35, E04G 21/00, E04G 23/00. Способ возведения, восстановления или реконструкции зданий, сооружений и способ изготовления строительных изделий и конструкций из композиционных материалов, преимущественно бетонов, для возведения, восстановления или реконструкции зданий, сооружений: № 96124441/03: заявл. 30.12.1996: опубл. 27.03.1998 / В. А. Шембаков, М. А. Корнилов, Н. Н. Мельников [и др.].