

Расчет ребристой плиты перекрытия, контроль качества несущих элементов

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данного исследования является расчет ребристой плиты перекрытия и контроль качества несущих конструкций. Используются поисковые, аналитические и сравнительные методы исследования. В результате выполнены расчёты по определению прочностных характеристик ребристой плиты перекрытия и выполнен контроль за ее качеством.

Ключевые слова: строительство, расчет, качество, плита перекрытия, локальные повреждение, прочность.

Calculation of ribbed floor slabs, quality control of load-bearing elements

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to calculate the ribbed floor slab and control the quality of the supporting structures. Search, analytical and comparative research methods were used. As a result, calculations were made to determine the strength characteristics of the ribbed floor slab and its quality was controlled.

Keywords: construction, calculation, quality, floor slab, local damage, strength.

1. Введение

Внезапное обрушение зданий одна из наиболее опасных проблем в эксплуатации зданий и сооружений, которые усугубляются усложнением архитектурных форм, увеличением этажности современных конструкций, применением новых строительных технологий и, что особенно важно, необоснованным занижением запаса прочности несущих конструкций (рис.1). Всё это делает исследования в области надежности строительных объектов особенно актуальными.



Рисунок 1. Обрушение здания в процессе эксплуатации

Аварии, происходящие как на этапе строительства, так и во время эксплуатации зданий, подтверждают необходимость усиленного контроля за прочностью и долговечностью конструкций. Современные нормативные документы требуют обязательной проверки строительных материалов на соответствие их физико-механических свойств и техническим условиям. Кроме того, необходим комплексный мониторинг состояния зданий, включающий:

- Контроль за исправностью всех элементов конструкции;
- Корректировку работы инженерных систем;
- Регулярные поверочные расчеты несущих способностей.

Особое внимание уделяется оценке прочности, жесткости и трещиностойкости конструкций. Для этого выполняются поверочные расчеты по предельным состояниям, позволяющие определить реальную несущую способность, и анализ надежности проектных решений, включая оценку страховых рисков на всех этапах – от проектирования до эксплуатации.

Эти меры помогают выявить скрытые дефекты, отклонения от проектных параметров и реальные эксплуатационные нагрузки, влияющие на долговечность сооружений.

В статьях А.И. Гавриловой, С.В. Гутеневой и И.С. Гучкина, Н.Н. Ласькова, Ю.П. Скачкова производятся расчеты плит перекрытия [1, 3]. В работе К.О. Старостиной, И.Т. Назаровой осуществляется анализ железобетонных плит перекрытия и выявляются их основные дефекты [2]. В публикации Е.А. Сидоровой анализируются способы армирования плит перекрытия [4]. В статье Е.Б. Темновой, Н.Р. Маркова исследуются методики проектирования плит перекрытия [5].

Целью данного исследования является расчет ребристой плиты перекрытия и контроль качества несущих конструкций.

В результате работы выполнены расчёты по определению прочностных характеристик ребристой плиты перекрытия и выполнен контроль за ее качеством.

2. Локальные повреждения и их влияние на несущую способность

Локальные повреждения строительных конструкций представляют собой серьезную инженерную проблему, требующую особого внимания на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений. Эти, казалось бы, незначительные дефекты на отдельных участках конструктивных элементов способны существенно влиять на эксплуатационные характеристики всего объекта, снижая его надежность и долговечность.

В практике строительства наиболее часто встречаются локальные повреждения железобетонных конструкций, проявляющиеся в виде механических разрушений бетонного массива, коррозионного поражения арматуры или образования трещин с критическим раскрытием. Анализ причин их возникновения показывает, что технологические нарушения при производстве строительных работ (недостаточное уплотнение бетонной смеси, несоблюдение режимов твердения) в сочетании с агрессивными эксплуатационными воздействиями (механические нагрузки, перепады температур, химически активные среды) создают предпосылки для появления таких дефектов.



Рисунок 2. Локальные повреждения железобетонных конструкций

Особенность локальных повреждений заключается в их способности существенно изменять работу конструкций. Концентрация напряжений в поврежденных зонах приводит к перераспределению усилий, что может вызвать цепную реакцию прогрессирующего разрушения. Наибольшую опасность представляют дефекты, расположенные в критических зонах конструкций - в местах действия максимальных изгибающих моментов, поперечных сил или в узлах сопряжения элементов.

3. Современные методы расчета и моделирования

Современные методы диагностики таких повреждений включают как инструментальные обследования (ультразвуковой контроль, акустические

методы), так и сложные расчетные методики, учитывающие реальное состояние конструкций. Особое значение приобретает компьютерное моделирование, позволяющее прогнозировать развитие повреждений при различных сценариях нагружения.

Последствия недооценки локальных повреждений могут быть катастрофическими - от постепенного снижения несущей способности до внезапного обрушения конструкций. Поэтому в современной строительной практике особое внимание уделяется комплексному анализу состояния конструкций, учитывающему не только текущие повреждения, но и их потенциальное развитие в процессе эксплуатации. Такой подход позволяет своевременно принимать технически и экономически обоснованные решения по ремонту и усилению строительных конструкций, обеспечивая их надежность и долговечность.

Вопросы безопасного проектирования и расчета изгибаемых конструкций осуществляется с помощью:

- Аналитических и численных методов оценки несущей способности;
- Нелинейных методов расчета (учитывающие реальное напряженно-деформированное состояние).

4. Расчет ребристой плиты перекрытия

Исходные данные:

1. Бетон класса В20:
 $R_b = 11,5$ МПа;
 $R_{bt} = 0,9$ МПа;
 $E_b = 27,5 \cdot 10^3$ МПа;
2. Класс рабочей продольной арматуры А400:
 $R_s = 390$ МПа;
 $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа;
3. Класс поперечной и конструктивной арматур В500:
 $R_{sw} = 300$ МПа;
 $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа;
4. $p_n = 5$ кН/м² (нормативная временная нагрузка, действующая на плиту перекрытия);
5. $\gamma_{b2} = 0,9$ (коэффициент условия работы бетона);
6. $\gamma_{b1} = 0,9$ (нормативный коэффициент условий);
7. $\gamma_b = 2400$ кг/см³ = 24 кНм (удельная плотность материала);
8. Показатели полки:
 $h_f' = 8$ см (высота полки);
 $b = 146$ см (ширина полки).

Поперечное сечение плиты изображено на рис.3, а в табл. 1 приведены характеристики основных нагрузок.

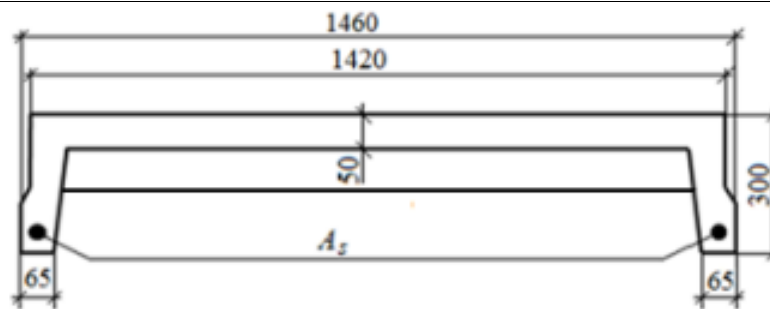


Рисунок 3. Поперечное сечение плиты

Таблица 1. Характеристики нагрузок

Название нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Постоянная: собственный вес плиты при толщине 8 см, $\rho = 2500$ кг/м ³	2	1,1	2,2
перекрытия от пола (плиточного), $t = 0,015$ м, $\rho = 2000$ кг/м ³	0,3	1,1	0,33
от слоя цементного раствора, $t = 0,02$ м, $\rho = 2000$ кг/м ³	0,4	1,3	0,52
шлакобетонного слоя, $t = 0,03$ м, $\rho = 1500$ кг/м ³	0,45	1,3	0,585
Итого	$g^n=3,15$	-	$g=3,635$
Временная	5	1,2	6
Полная	8,15	-	$q=9,64$

Перейдем к вычислению расчетных сопротивлений:

$$R_b = \gamma_{bl} R_b = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = \gamma_{bl} R_{bt} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81 \text{ МПа}$$

Для определения того, чтобы определить расчетный пролет здания, необходимо задать поперечные сечения ригеля:

$$l_b = 6,0 \text{ м}$$

$$h_b = l_b/10 = 600/10 = 60 \text{ см}$$

$$b_b = 0,3 \cdot h_b = 20 \text{ см}$$

$$l_1 = l_b - b_b/2 = 6 - 0,2/2 = 5,9 \text{ м}$$

$$b'_f = 146 - 40 = 1420 \text{ мм}; b' = 1420 - 2 \cdot 65 = 1290 \text{ мм}$$

Тогда рабочая высота будет равна:

$$h_0 = h - a = 300 - 30 = 270 \text{ мм}$$

a – защитный слой бетона

Найдем действующие усилия ($q = 9,64 \text{ кН/м}$ – погонная нагрузка):

$$M = ql_1^2 / 8 = 9,64 \cdot 5,9^2 / 8 = 41,92 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q = ql_1 / 2 = 9,64 \cdot 5,9 / 2 = 28,44 \text{ кН}$$

Расчет плиты завершен.

5. Заключение

Повышенные требования к надежности строительных конструкций обусловлены ростом сложности проектов, увеличением этажности зданий и участвовавшими случаями аварий. Современные методы контроля, включая поверочные расчеты и нелинейный анализ напряженного состояния, позволяют точнее оценивать несущую способность поврежденных элементов. Особую сложность представляют локальные дефекты железобетонных конструкций, требующие разработки специализированных расчетных методик.

Библиографический список

1. Гаврилова А.И., Гутенева С.В. К вопросу о расчете перекрытий с плитами, опертыми по контуру, как неразрезных плит// Актуальные проблемы инженерных наук. 2019. С. 169-171. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38569089>
2. Старостина К.О., Назарова И.Т. Анализ качества и выявления основных дефектов железобетонных многопустотных плит перекрытия безопалубочного формования на предприятии ООО "Бетониум"// Тенденции развития науки и образования. 2022. №5. С. 39-42. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49232581>
3. Гучкин И.С., Ласьков Н.Н., Скачков Ю.П. Конструкция, способ изготовления и расчет многопустотной железобетонной плиты перекрытия с проёмом// Региональная архитектура и строительство. 2018. №4. С. 98-102. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36723536>
4. Сидорова Е.А. Оценка эффективности усиления многопустотных железобетонных плит перекрытий методом дополнительного армирования// Дни студенческой науки. 2024. С. 47-49. URL:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67975598>

5. Темнова Е.Б., Марков Н.Р. Методика проектирования сплошной железобетонной плиты перекрытия//Научные горизонты. 2018. №5. С. 312-326. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35021324>