

Особенности расчета неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания в ПК ЛИРА

Плеханова Екатерина Александровна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье представлен численный расчет неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания в программном комплексе ЛИРА-САПР. В результате расчётов были получены значения изгибающих моментов. Цель данного исследования: рассмотреть особенности расчета железобетонных конструкций с помощью программы ЛИРА-САПР.

Ключевые слова: численный расчет, Лира-САПР, ригель, железобетонные конструкции.

Peculiarities of calculation of continuous crossbar of a reinforced concrete frame building in SP LIRA

Plehanova Ekaterina Aleksandrovna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article presents a numerical calculation of a continuous beam of a reinforced concrete frame building in the LIRA-SAPR software package. Because of the calculations, the bending values were obtained. The purpose of this study: to consider the features of the calculation of reinforced concrete structures using the LIRA-SAPR program.

Keywords: numerical calculation, Lira-SAPR, crossbar, reinforced concrete structures.

Введение

Железобетонные конструкции очень распространены в современном строительстве. Так, как данный композитный материал обладает большой прочностью и, при этом, имеет малую себестоимость.

Железобетонные конструкции нашли применение в гражданском и промышленном строительстве — для зданий различного назначения; в транспортном строительстве — для мостов, туннелей; в энергетическом строительстве — для гидроэлектростанций, атомных реакторов; в гидромелиоративном строительстве — для плотин и ирригационных устройств; в горной промышленности — для надшахтных сооружений и крепления подземных выработок и т. д.

А.В. Шапиро, А.Ю. Волков, Б.Ф. Козицкий, в своей работе исследовали сборную железобетонную каркасную конструкцию многоэтажного здания [1]. Также, А.В. Максимов рассмотрел сущность и особенность расчета ЖБ конструкций по нормальному сечению с учетом подаливости шва сдвига [2]. Е.Ю. Микова проанализировала нормативные требования, предъявляемые к железобетонным конструкциям промышленных зданий [3]. Методами расчета и конструирования продольной и дополнительной сосредоточенной поперечной арматуры консольной опоры ригеля многоэтажного железобетонного каркаса занимались в своей работе В.А. Комаров и О.В. Болдырева [4].

Для того, чтобы железобетонные конструкции обладали всеми эксплуатационными характеристиками необходим их расчет. Существует множество программ для расчета подобных строительных конструкций. К таким программам можно отнести Autodesk (программный комплекс, позволяющий проводить расчет конструкций и проверку сооружений на прочность, устойчивость и динамические воздействия; расчет выполняется методом конечных элементов), SOFiSTiK AG (интегрированный программный комплекс конечно-элементного анализа строительных конструкций, зданий, мостов, тоннелей и решения геотехнических задач), Еврософт (комплекс программ для проектирования и расчетов элементов строительных конструкций) и др. Однако в данной работе расчет жб конструкции будет произведен с помощью программы ЛИРА-САПР.

Многие исследователи используют программу ЛИРА-САПР в своих работах. Х.К. Каиркенов, Е.А. Алешина в своей статье предоставили особенности выполнения выпускной квалификационной работы с использованием ПК ЛИРА-САПР, на примере пространственного расчета каркаса здания торгово-развлекательного комплекса из монолитных железобетонных конструкций [5]. Рассмотрели армирование монолитных железобетонных конструкций исходя из результатов расчета в ПК ЛИРА-САПР [5]. Также, Н.Б. Аксенов, рассмотрел особенности расчета на продавливание плоских плит перекрытий в ПК ЛИРА САПР [6].

В работе рассмотрим особенности расчета неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания в ПК ЛИРА-САПР. Определим внутренние усилия и произведем армирование железобетонного ригеля.

Методы и материалы

Рассмотрим раму (рис.1) со следующими данными: длина ригеля $L=7.1$ м, высота поперечного сечения ригеля $h=0.55$ м, ширина поперечного сечения $b=0.25$ м. Материалы : - бетон В20 ($E_b=27500$ МПа, $R_b=11.5$ МПа, $R_{bt}=0.9$ МПа); Арматура класса А400 ($R_s=355$ МПа, $E_s=200000$ МПа).

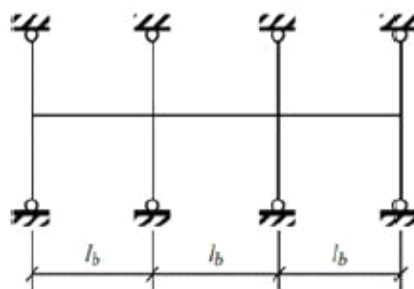


Рисунок 1- Схема рамы

На раму действует постоянная равномерно-распределенная нагрузка $q=34.511$ КН/м (рис. 2) Равномерно - распределенная временная нагрузка $v = 43,497$ кН/м, может действовать по трем различным схемам (рис 3.)

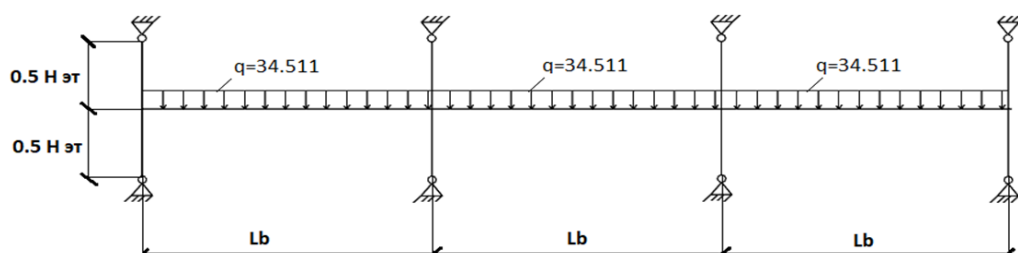


Рисунок 2 – Вариант загрузки постоянно равномерно-распределенной нагрузки

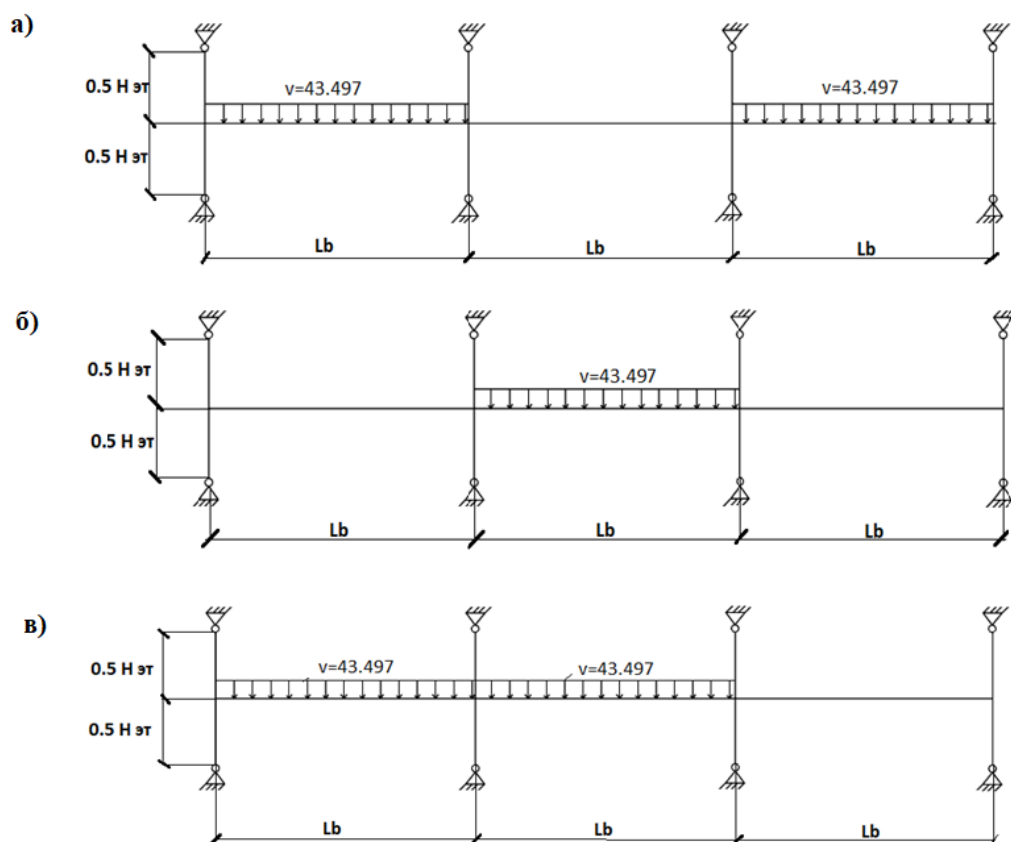


Рисунок 3 – Схемы рамы: а -первый вариант загрузки временной нагрузки; б- второй вариант загрузки временной нагрузки; в- третий вариант загрузки временной нагрузки

Численный расчет неразрезного ригеля

Расчёт ригеля выполнялся в ПК ЛИРА. Для данной задачи выбираем расчетную схему. Используем признак схемы №2 для расчета плоских балок и рам, обладающих тремя степенями свободы в каждом узле (это линейные перемещения по осям Ox , Oz и угол поворота вокруг оси Oy). Создаём геометрическую схему конструкции. Далее закрепляем опорные узлы. Конструкция имеет восемь опор с жесткой заделкой.

Для расчета необходимо задать жесткостные параметры элементов. Их количество зависит от типа конечных элементов. В данном случае затем параметры для двух типов жесткостей: для колонны и ригеля. Задаем размеры сечения, а также модуль упругости бетона, который зависит от класса материала. Затем необходимо назначит на элементы необходимые типы жесткостей.

Далее задаем отдельные загрузки. В нашем примере на раму действует постоянная нагрузка и кратковременная, приложенная по трем различным схемам нагружения. Затем формируем таблицы РСН (рис. 4) и РСУ (рис. 5). Задаём нагрузки на отдельные узлы и элементы. Выполняем расчёт.

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1 Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2011_1

☐ Определяющие РСН

СП 20.13330.2011 ☒ Не учитывать сейсмику для II-го РС ☒ Не учитывать особое нагруж. для II-го РС

	N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длительн.	РСН1	РСН2	РСН3
1	1	Постоянное	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.
2	2	Загружение 2	Кратк. доминир.1 (P1)	+	1	1.2	.35	1.	0.	0.
3	3	Загружение 3	Кратк. доминир.1 (P1)	+	1	1.2	.35	0.	1.	0.
4	4	Загружение 4	Кратк. доминир.1 (P1)	+	1	1.2	.35	0.	0.	1.

Основное сочетание (I) РС
Особое сочетание (I) РС

$$p^d + \psi_{11} \cdot p_{11}^d + \sum_{i=2}^n \psi_{1i} \cdot p_{1i}^d + \psi_{t1} \cdot p_{t1}^d + \psi_{t2} \cdot p_{t2}^d + \sum_{j=3}^n \psi_{tj} \cdot p_{tj}^d$$

Козффициенты

Добавить

Рисунок 4 – Таблица РСН

Расчетные сочетания усилий

Номер таблицы РСЧ:

Имя таблицы РСЧ:

Строительные нормы:

Номер загрузки: Постоянное

Вид загрузки: По умолчанию

N группы объединяемых временных нагрузений:

Учитывать знакопеременность: ☐

N группы взаимоисключающих нагрузений:

NN сопутствующих нагрузений:

Коэффициент надежности:

Доля длительности:

Не учитывать для II-го пред. сост.: ☐

Ограничения для кранов и тормозов: Кран ☐ Тормоз ☐

Сводная таблица для вычисления РСЧ:

#	Коэффициенты для РСЧ					
	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСЧ				Коэффициенты РСЧ								
1	Постоянное	Постоянное(0)	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00			
2	Загрузка 2	Кратковреме...	2	0	0	1	0	0	0	1.20	0.35	1.00	1.00	0.50	0.80
3	Загрузка 3	Кратковреме...	2	0	0	1	0	0	0	1.20	0.35	1.00	1.00	0.50	0.80
4	Загрузка 4	Кратковреме...	2	0	0	1	0	0	0	1.20	0.35	1.00	1.00	0.50	0.80

Рисунок 5 – Таблица РСЧ

Результаты исследований

На рисунках 6,7 И 8 представлены эпюры изгибающих моментов от постоянной нагрузки в двух крайних ригелях, эпюры изгибающих моментов от комбинации нагрузений, а также эпюры изгибающих моментов по РСЧ.

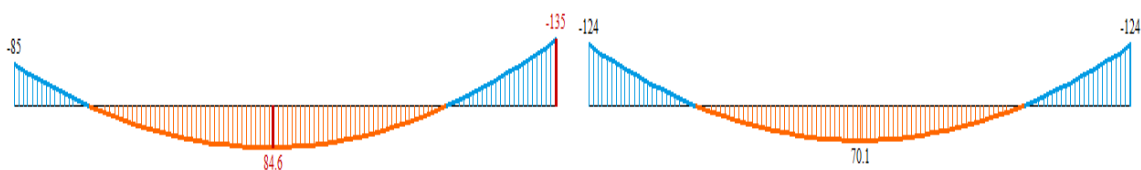


Рисунок 6 - Эпюры изгибающих моментов от постоянной нагрузки в двух крайних ригелях

Из рисунка 6 можно выделить значения расчетных изгибающих моментов: $M_{12}=85$ кН/м; $M_{21}=135$ кН/м; $M_{23}=124$ кН/м; $M_{32}=124$ кН/м.

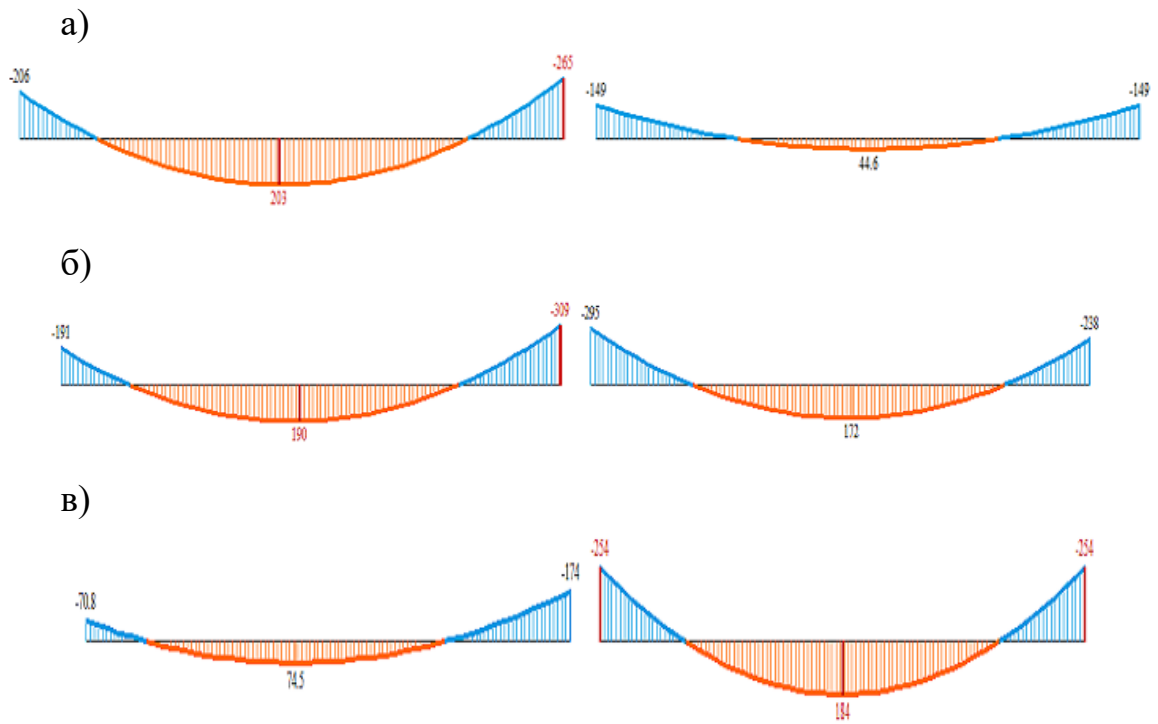


Рисунок 7 - Эпюры изгибающих моментов от комбинаций нагрузок: а – РСН1 (1+2); б – РСН2 (1+3); в -РСН3 (1+4)

Проанализировав результаты расчетов по РСН, можно записать расчетные усилия для шести сечений ригеля.

$M_1=206$ кН/м; $M_2=265$ кН/м; $M_3=174$ кН/м; $M_4=254$ кН/м; $M_5=172$ кН/м; $M_6=238$ кН/м.

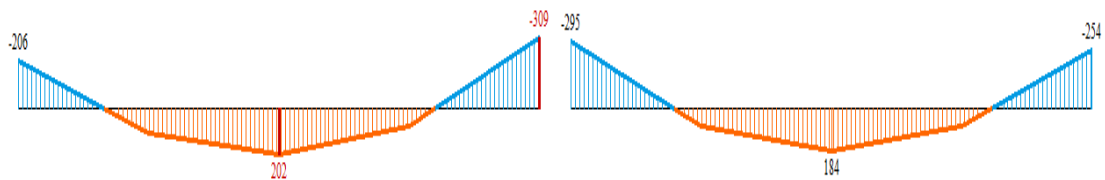


Рисунок 8 - Эпюры изгибающих моментов – РСУ расчетные максимальные

Таблица РСУ												
№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№F загруз
						N (кН)	Mx (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)	
13	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 307.577	276.928	0.000	0.000	1 3
14	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 264.660	270.035	0.000	0.000	1 2
14	2	1	-	A1	1	0.000	0.000	78.218	139.371	0.000	0.000	1 2
14	2	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 3.205	73.255	0.000	0.000	1 3
14	3	1	-	A1	1	0.000	0.000	202.234	8.708	0.000	0.000	1 2
14	3	1	-	A1	13	0.000	0.000	71.085	15.450	0.000	0.000	1 3
14	4	1	-	A1	1	0.000	0.000	107.390	- 121.955	0.000	0.000	1 2
14	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 206.316	252.619	0.000	0.000	1 2
15	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 206.316	252.619	0.000	0.000	1 2
15	2	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 219.045	256.519	0.000	0.000	1 2
15	3	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 231.968	260.420	0.000	0.000	1 2
15	4	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 245.087	264.320	0.000	0.000	1 2
15	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 258.400	268.220	0.000	0.000	1 2
16	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 258.400	M4 220	0.000	0.000	1 2
16	2	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 245.087	264.320	0.000	0.000	1 2
16	3	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 231.968	260.420	0.000	0.000	1 2
16	4	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 219.045	256.519	0.000	0.000	1 2
16	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 206.316	252.619	0.000	0.000	1 2
17	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 206.316	252.619	0.000	0.000	1 2
17	2	1	-	A1	1	0.000	0.000	108.201	113.034	0.000	0.000	1 4
17	2	1	-	A1	13	0.000	0.000	107.390	121.955	0.000	0.000	1 2
17	3	1	-	A1	1	0.000	0.000	202.234	- M2 108	0.000	0.000	1 2
17	3	1	-	A1	14	0.000	0.000	188.103	- M5 19	0.000	0.000	1 4
17	4	1	-	A1	1	0.000	0.000	78.218	- 139.371	0.000	0.000	1 2
17	4	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 3.205	- 73.255	0.000	0.000	1 3
17	4	1	-	A1	14	0.000	0.000	49.144	- 146.777	0.000	0.000	1 4
17	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	- 308.677	- 276.928	0.000	0.000	1 4

Рисунок 9 - Таблица РСУ расчетные для КЭ №16 и №17

На рисунке 9 показаны расчетные сочетания усилий для конечных элементов №16 и №17.

Заключение

В заключение можно отметить, что благодаря программе ЛИРА-САПР можно достаточно точно и быстро рассчитать различные строительные конструкции. Определить изгибающие моменты и построить эпюры. Также при машинном расчете зданий и сооружений современные программные средства предоставляют пользователю большой объем графических и текстовых результатов, в основном достаточный для определения внутренних усилий и назначения рабочей арматуры.

Библиографический список

1. Шапиро А.В., Волков А.Ю., Козицкий Б.Ю. Сборная железобетонная каркасная конструкция многоэтажного здания, рамная конструкция каркаса, элемент перекрытия // патент № RU 62622 U1. 2007
2. Максимов А.В. Сущность и особенности расчета составных жб конструкций по нормальному сечению с учетом податливости шва сдвига // Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Строительство - формирование среды жизнедеятельности», 2016. С. 338-340
3. Микова Е.Ю. Нормативные требования, предъявляемые к железобетонным конструкциям промышленных зданий // Сборник материалов научно-практической конференции «Февральские чтения», 2015. С. 171-173
4. Комаров В.А., Болдырева О.В. Расчет и конструирование продольной и

- сосредоточенной поперечной арматуры консольной опоры ригеля многоэтажного железобетонного каркаса // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 1(258). С. 25-29
5. Каиркенов Х.К., Алешина Е.А. Особенности проектирования каркасного здания с использованием ПК лира-сапр при выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки «строительство» // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Экономическое развитие: состояние, проблемы, перспективы», 2018. С. 100-103
6. Аксенов Н.Б., Аксенов В.Н. Особенности расчета на продавливание плоских плит перекрытий в среде ПК ЛИРА САПР 2015 // Материалы международной научно-практической конференции «Строительство и архитектура», 2015. С. 48-50