

## Методика Определения Сейсмических Нагрузок На Конструкции Лифтов

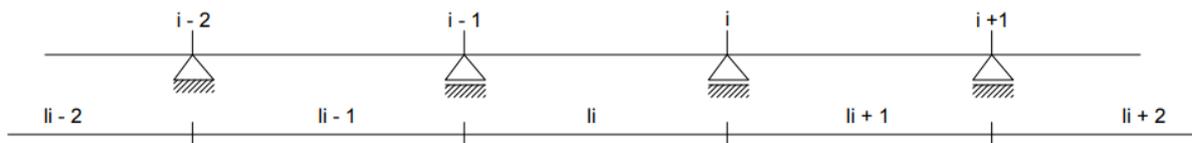
*Олимхон Хондамир Осимхон угли<sup>1</sup>, Доц. Назарова Матлюба Кудратовна*

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос определения сейсмических нагрузок на конструкции лифтов. Проводится анализ жесткостных характеристик направляющих, которые моделируются как многопролетные балки. С помощью расчетных формул определяются эпюры изгибающих моментов от действия единичной силы и прогибы направляющих. Полученные данные позволяют оценить устойчивость и прочность направляющих при сейсмических воздействиях.

**Введение:** Проблема сейсмической безопасности в проектировании и строительстве всегда была предметом пристального внимания, особенно в отношении многоэтажных зданий, где подъемные системы и конструкции должны быть устойчивы к сейсмическим нагрузкам. Лифтовые направляющие часто испытывают максимальные нагрузки под воздействием сейсмических сил, что требует высокой степени стабильности и прочности при их проектировании и установке. Данная работа посвящена анализу сейсмических нагрузок, действующих на лифтовые направляющие, с использованием расчетов на основе модели консольной балки для многоэтажных зданий. Такой подход позволяет детально исследовать состояние и деформационные характеристики лифтовых направляющих при воздействии сейсмических сил, что вносит вклад в повышение их устойчивости и надежности.

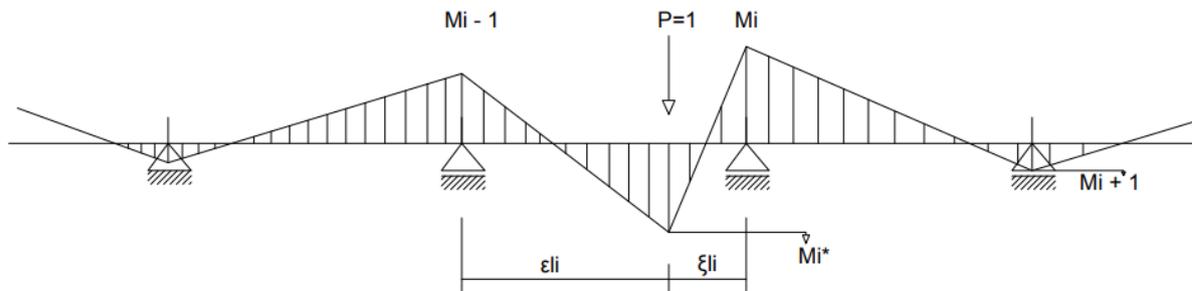
*Жесткостные характеристики направляющих и усилия, возникающих в них.*

Для определения жесткостных характеристик, направляющих рассмотрим их как неразрезные многопролетные балки



*Рис. 1. расчетная схема направляющей.*

Соответствующая эпюра изгибающих моментов от действия единичной силы представлена на рис. 2.



*Рис. 2. Эпюра изгибающих моментов от  $P=1$ .*

<sup>1</sup> Университет Аджу в городе Ташкент

<sup>1</sup> Ташкентский архитектурно-строительный университет, (Узбекистан)



$$M_{i-1} = -6 \frac{A_i^\Phi \times K_i - B_i^\Phi}{L_i(K_i K_{i-1})} \quad (1)$$

$$M_i = -6 \frac{B_i^\Phi \times K_i - A_i^\Phi}{L_i(K_i K_{i-1})} \quad (2)$$

В формулах (1) и (2)

$$6A_i^\Phi = L_i^2 \varepsilon \xi (1 + \xi); \quad 6B_i^\Phi = L_i^2 \varepsilon \xi (1 + \xi) \quad (3)$$

$k_i, k_i^2$  – соответственно левое и правое фокусные отношения  $i$  - го пролета. В таком случае после преобразованной получим

$$M_{i-1} = -\varepsilon \xi L_i \frac{(1 + \xi) k_i - (1 + \varepsilon)}{(k_i k_{i-1})} \quad (4)$$

$$M_i = -\varepsilon \xi L_i \frac{(1 + \varepsilon) k_i - (1 + \xi)}{(k_i k_{i-1})} \quad (5)$$

Изгибающий момент от точкой приложения силы  $P = 1$

$$M_i^* = M_i \varepsilon + M_{i-1} \times \xi + \varepsilon \xi l_i \quad (6)$$

Или с учетом (4) и (5)

$$M_i^* = \varepsilon \xi l_i \left\{ 1 - \frac{1}{(k_i k_{i-1})} [(1 + \xi)(\xi k_i - \varepsilon) + (1 + \varepsilon)(\varepsilon k_i - \xi)] \right\} \quad (7)$$

Соответственно прогиб под силой  $P = 1$  равен

$$\delta = \varepsilon \xi l_i^2 [\varepsilon M_{i-1} + \xi M_i + 2(\varepsilon + \xi) M_i^*] / 6EJ_x \quad (8)$$

В таблице 1 приведен значения  $\delta$ , определенные при равных пролетах неразрезной балки с точностью до постоянного множителя  $10^{-3} l^3 / EJ_x$

**Таблица 1.**

Относительные прогибы в многопролетной балке под силой $P = 1$				
$\varepsilon$	Первый пролет	Второй пролет	Третий пролет	n – ый пролет
0	0	0	0	0
0,10	2,262	1,330	1,263	1,258
0,20	6,887	4,388	4,209	4,195
0,25	9,266	6,122	5,896	5,879
0,30	11,372	7,774	7,515	7,495
1/3	12,540	8,759	8,488	8,467
0,40	14,158	10,299	10,022	10,000
0,50	14,553	11,188	10,946	10,927
0,60	12,615	10,188	10,014	10,000
2/3	10,335	8,601	8,476	8,467
0,70	9,008	7,604	7,503	7,495
0,75	6,911	5,952	5,884	5,879
0,80	4,829	4,240	4,198	4,195
0,90	1,394	1,268	1,259	1,258
1,0	0	0	0	0

Податливость направляющей в  $n$  – ом пролете может быть описана аппроксимирующим уравнением следующего вида

$$\delta = A_0 + |A_1 \times \sin \varepsilon \pi + A_2 \sin 3 \varepsilon \pi + A_3 \times \sin 5 \varepsilon \pi| \quad (9)$$

Где  $A_0$  – суммарная податливость опор направляющих и башмаков кабины или противовеса.



$A_1, A_2, \dots$  – коэффициенты уравнения (9), связанные с податливостью направляющей. Используя метод наименьших квадратов определены первые два коэффициента:

$$A_1 = 0.009785 \quad A_2 = -0.001539$$

При этом ошибка не превышает 3,6% в интервале  $15 \leq \varepsilon \leq 0,85$

В таблице 2 - 4 приведены изгибающие моменты в характерных сечениях, направляющих при единичных грузах в 1,2 и 3 пролетах.

**Таблица 2.**

Изгибающие моменты в характерных сечениях направляющей при единичном грузе в первом пролете.				
$\varepsilon_1$	$M_1^*/LR$	$M_1/LR$	$M_2/LR$	$M_3/LR$
0,10	0,087347	-0,026527	0,007108	-0,001905
0,20	0,149711	-0,051446	0,013785	-0,003694
0,25	0,171800	-0,062801	0,016827	-0,004509
0,30	0,188055	-0,073150	0,019601	-0,005252
1/3	0,195758	-0,079392	0,021273	-0,005700
0,40	0,203988	-0,090031	0,024124	-0,006464
0,50	0,199759	-0,100481	0,026924	-0,007214
0,60	0,178265	-0,102892	0,027570	-0,007387
2/3	0,156062	-0,099240	0,026591	-0,007125
0,70	0,143039	-0,095658	0,025631	-0,006868
0,75	0,121559	-0,087921	0,023558	-0,006312
0,80	0,098265	-0,077169	0,020677	-0,005541
0,90	0,048763	-0,045819	0,012277	-0,003290

**Таблица 3.**

Изгибающие моменты в характерных сечениях направляющей при единичном грузе во втором пролете				
$\varepsilon_2$	$M_1/LR$	$M_2^*/LR$	$M_2/LR$	$M_3/LR$
0,10	-0,038711	0,053544	-0,016154	0,004329
0,20	-0,063384	0,102400	-0,034462	0,009234
0,25	-0,071093	0,123242	-0,043751	0,011723
0,30	-0,076057	0,140959	-0,052771	0,014140
1/3	-0,077967	0,150744	-0,058501	0,015675
0,40	-0,078769	0,165169	-0,068925	0,018468
0,50	-0,073557	0,172836	-0,080771	0,021643
0,60	-0,062461	0,163322	-0,086156	0,023085
2/3	-0,052801	0,147894	-0,085092	0,022800
0,70	-0,047519	0,137697	-0,082925	0,022220
0,75	-0,039242	0,196635	-0,077406	0,020741
0,80	-0,030769	0,098706	-0,068925	0,018468
0,90	-0,014250	0,050774	-0,042001	0,011254

**Таблица 4.**

Изгибающие моменты в характерных сечениях направляющей при единичном грузе во третьем пролете				
$\varepsilon_3$	$M_1/LR$	$M_2/LR$	$M_3^*/LR$	$M_3/LR$
0,10	0,010373	-0,041491	0,051117	-0,015410
0,20	0,016984	-0,067935	0,099003	-0,033243



0,25	0,019049	-0,076198	0,119756	-0,042383
0,30	0,020380	-0,081518	0,137545	-0,051307
1/3	0,020891	-0,083565	0,147512	-0,057001
0,40	0,021106	-0,084424	0,162382	-0,067409
0,50	0,019710	-0,078838	0,170903	-0,079356
0,60	0,016736	-0,066945	0,162249	-0,084955
2/3	0,014148	-0,056592	0,147307	-0,084077
0,70	0,012733	-0,050930	0,137313	-0,082011
0,75	0,010515	-0,042060	0,119497	-0,076651
0,80	0,008244	-0,032978	0,098738	-0,068333
0,90	0,003818	-0,015273	0,050918	-0,041727

## Вывод

Определение сейсмических нагрузок на конструкции лифтов начинается с анализа жесткостных характеристик направляющих, которые рассматриваются как неразрезные многопролетные балки. Расчетная схема направляющей показывает эпюру изгибающих моментов от действия единичной силы. Жесткость направляющей определяется на основе эпюр моментов, вычисленных для каждого пролета, что позволяет учесть влияние единичной силы на изгибающие моменты в различных точках. Изгибающие моменты для каждого пролета определяются формулами, где используются параметры  $M_{i-1}$  и  $M_i$ , выраженные через коэффициенты  $K_i$ ,  $A$  и  $B$ , зависящие от параметров направляющих и их длин. Например, изгибающий момент под точкой приложения единичной силы  $P=1$  рассчитывается на основе эпюры моментов, что учитывает геометрию пролета и внутренние силы, действующие в направляющих. В результате, прогиб под единичной силой для направляющих также рассчитывается по формуле, включающей параметры  $\epsilon$ ,  $\zeta$ , и длины пролета.

В таблице приведены значения прогибов  $\delta$ , определенные для направляющих с равными пролетами, что позволяет обобщить данные для различных условий эксплуатации и сделать корректировку по постоянному множителю. Значения прогибов под силой  $P=1$  позволяют определить податливость направляющей на каждом пролете и описываются аппроксимирующим уравнением, включающим коэффициенты  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , и  $A_3$ , отражающие суммарную податливость опор и направляющих.

Жесткость направляющих, изменяемая под влиянием сейсмических нагрузок, выражается в значениях изгибающих моментов и прогибов, рассчитанных для разных пролетов направляющих.

## Литература

1. Абдурашидов К.С. Натурные исследования колебаний зданий и сооружений и методы их восстановления. - Ташкент: 1974. - 200 с.
2. Абдурашидов К.С., Хабилов Б.А. Натурные исследования колебаний высотных зданий Ташкента // Строительство и архитектура Узбекистана. 1970. - №7.
3. Абдурашидов К.С., Хабилов Б.А., Назарова М.К., Погребенский И.М. Некоторые результаты натурных испытаний лифтовых сооружений на динамические воздействия // Архитектура и строительство Узбекистана, - 1987. - № 9. - С. 38 - 40.
4. Абдурашидов К.С., Хабилов Б.А., Назарова М.К., Экспериментальные исследования динамических параметров лифтовых конструкций // Внедрение в строительное производство совершенных методов расчета конструкций и эффективных материалов: Сб. науч. Тр. – Ташкент: Ташми им. Беруни. 1987. – С. 4-7.
5. Антикаев Ф.Ф. Связь параметров сейсмических колебаний при сильных и слабых землетрясениях: Т.2, кн. 2, 1979. 129 – 138 с.



6. Баркаев С.Ю. Износ канатоведущего шкива лифта // Труды ЦНКБ по лифтам / - М.: ЦНИИТЭстроймаш, -1973. –с 106 – 113.
7. Баркаев С.Ю. Влияние регулирования длины несущих канатов лифта на распределение нагрузки между ними // Труды ЦНКБ по лифтам / - М.: ЦНИИТЭстроймаш - 1973. - С. 61 - 69.
8. Блюм Дж. Определение периодов и другие сейсмические исследования в 15-этажном здании // Международная конференция по сейсмостойкому строительству в Сан-Франциско / Сб. - М.: Стройиздат, - 1961. - С. 115 - 142.
9. Быховский В.А., Поляков С.В. К вопросу проектирования зданий повышенной этажности в сейсмических районах // жилищное строительство. - 1965. - № 9.
10. Гольденблат И.И., Быховский В.А. Актуальные вопросы современного сейсмостойкого строительства // Строительство в сейсмических районах: Сб. - М.: Госстройиздат, - 1957. С. IOI - 107.
11. Гольденблат И.И., Биковский В.А. О развитии методов расчета сооружений на сейсмостойкость // Методы расчета и сооружений на сейсмостойкость: Об. - М.: Госстройиздат, 1958. С. 17 – 24.
12. Гутер Р.С. Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. - М.: Наука, - 1970.
13. Друмя А.В., Поята И.А., Степаненко Н.Я., Шумила В.И. Основные параметры Карпатского землетрясения 31 августа 1983 года // Экспресс-информация. Серия 14. Строительство и архитектура. - 1987. - № 8. - С. 5 – 8.
14. Завриев К.С., Назаров А.Г., Айзенберг Я.М. и др. Основы теории сейсмостойкости сооружений. - М.: Стройиздат, - 1970. - 224 с.
15. Зайнутдинова Д.Б. Прогноз сейсмических воздействий при микрорайонировании // Провести сейсмическое микрорайонирование территории перспективного развития г. Ташкента и его пригородной зоны. - Ташкент: Отчет ИС АН УзССР, - 1984. С. 88 - 102.
16. Зайнутдинова Д.Б. Прогноз сейсмических воздействий на основании инструментальных сейсмологических наблюдений // Автореферат диссертации. - Иркутск: - 1986.

