

Расчет направляющей.

Расчет направляющей является основным моментом при расчете фасада. В типовом случае направляющая представляет собой нагруженную ветровой и весовой нагрузкой многоопорную балку, являющуюся статически неопределимой системой. Для решения подобных задач можно применить «Теорему о трех моментах» или метод конечных элементов. Расчеты выполняются по напряжению и по прогибу. Допускаемое напряжение при изгибе равно $0.9\sigma_{02}$, где $\sigma_{02} = 1200 \text{ кгс/м}^2$ – условный предел текучести. Следует помнить, что на напряжения при изгибе влияет эффект пластичности, который идет в запас прочности. Для направляющей основным расчетом является расчет по прогибу. Согласно СНиП 2.03.06-85 предельная гибкость равна 300. Допускаемый прогиб равен: $[f]=L/300$, где L- расстояние между опорами.

Рассмотрим случай навески направляющей N-01 на 5 кронштейнах. Шаг навески кронштейнов $L=1400\text{мм}$. Допускаемый прогиб равен: $[f]=L/300=1400/300=4.7\text{мм}$. При распределенной нагрузке $Q=125 \text{ кг/м}$ прогиб равен 4.6мм. Предельная ветровая нагрузка равна $W=Q/L_n$, где L_n – горизонтальный шаг навески направляющих (или ширина кассеты + 10мм). Для $L_n=1,2 \text{ м}$ имеем $W=104 \text{ кг/м}^2$.

Данная ветровая нагрузка для городской зоны Киева действует:

- для типовой зоны на высоте более 120 м,
- для угловой зоны с учетом пульсационной нагрузки на высоте 18 м,
- для угловой зоны без пульсационной нагрузки (жилые здания до 40 м) на высоте выше 40 м.

Для Днепропетровска соответственно имеем:

- для типовой зоны на высоте 99 м,
- для угловой зоны с учетом пульсационной нагрузки на высоте 3 м,
- для угловой зоны без пульсационной нагрузки (жилые здания до 40 м) на высоте 40 м.

Для Донецка имеем:

- для типовой зоны на высоте 80 м,
- для угловой зоны с учетом пульсационной нагрузки, нагрузка больше 104 кг/м^2 ,
- для угловой зоны без пульсационной нагрузки(жилые здания до 40 м) на высоте 35 м.

Для Харькова имеем:

- для типовой зоны на высоте 105 м,
- для угловой зоны с учетом пульсационной нагрузки на высоте 3 м,
- для угловой зоны без пульсационной нагрузки(жилые здания до 40 м) на высоте 40 м.

Вариантов подбора схем навески направляющих существует множество. Первое, от чего нужно отталкиваться это заданная архитектором ширина кассеты. На этом этапе желательно согласовать ширину с оптимальным раскроем листа АКП. Второе - в зависимости от нагрузки решаем, какие типы систем для навески будем использовать. По возможности лучше выбрать одну систему, хотя иногда это экономически неоправданно. Далее в зависимости от высоты рассчитываем шаги кронштейнов.

Рекомендации для выбора типа системы, в зависимости от шага направляющих, для городов Киева ($W_0=370\text{Па}$), Днепропетровска ($W_0=470\text{Па}$), Харькова ($W_0=430\text{Па}$) и Донецка ($W_0=500\text{Па}$) представлены в виде таблиц 1-14. В таблицах приняты обозначения:

- Случай 1 – тип местности IV, типовая зона, с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 2 – тип местности IV, угловая зона, без учета пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 3 – тип местности IV, угловая зона, с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 4 – тип местности III, типовая зона, с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 5 – тип местности III, угловая зона, без учета пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 6 – тип местности III, угловая зона, с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 7 – тип местности I, типовая зона, с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- Случай 8 – тип местности I, угловая зона, без учета пульсационной составляющей ветровой нагрузки.
- L_n , мм – горизонтальный шаг навески направляющих.
- $[W]$, кг/м^2 – предельная ветровая нагрузка.
- H , м – предельная высота применения системы, рассчитанная по $[W]$.
- $[f]$, мм – допускаемый прогиб, равный шаг кронштейнов/гибкость.

Таблица 1

Киев		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 4-х кронштейнах, шаг кронштейнов 1.85м							
[f]=6.16 мм		H, м							
L_n , мм	[W], кг/м^2	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	77	66	35	-	51	15	-	20	-
700	66	46	27	-	32	10	-	12	-
800	58	34	21	-	20	7	-	8	-
900	51	26	16	-	14	-	-	6	-
1000	46	19	13	-	9	-	-	-	-
1100	42	15	10	-	7	-	-	-	-
1200	39	12	-	-	5	-	-	-	-
1300	35	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	32	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	31	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	29	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	27	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	25	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Киев		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 5-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.4м							
[f]=4,66 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	185	>150	40	59	>150	40	45	>150	40
700	158	>150	40	41	>150	40	28	>150	40
800	138	>150	40	31	>150	40	18	>150	27
900	123	>150	40	23	>150	40	12	136	17
1000	111	>150	40	18	144	38	9	91	13
1100	101	138	40	13	112	30	6	65	10
1200	93	115	40	10	89	24	-	48	8
1300	86	92	40	-	71	19	-	35	7
1400	79	71	37	-	55	16	-	24	5
1500	74	59	33	-	45	13	-	18	-
1600	69	51	29	-	37	11	-	14	-
1700	65	44	26	-	31	9	-	11	-
1800	61	38	23	-	25	8	-	9	-

Таблица 3

Киев		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 6-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.1м							
[f]=3,67 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	351	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
700	302	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
800	261	>150	40	149	>150	40	123	>150	40
900	238	>150	40	122	>150	40	94	>150	40
1000	212	>150	40	87	>150	40	68	>150	40
1100	192	>150	40	65	>150	40	51	>150	40
1200	177	>150	40	54	>150	40	40	>150	40
1300	163	>150	40	45	>150	40	31	>150	40
1400	151	>150	40	37	>150	40	24	>150	37
1500	141	>150	40	32	>150	40	19	>150	29
1600	132	>150	40	28	>150	40	15	>150	22
1700	124	>150	40	24	>150	40	12	140	18
1800	117	>150	40	20	>150	40	10	111	15

Таблица 4

Донецк		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 4-х кронштейнах, шаг кронштейнов 1.85м							
[f]=6.16 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	77	33	20	-	19	7	-	8	-
700	66	23	15	-	12	-	-	-	-
800	58	16	11	-	8	-	-	-	-
900	51	11	-	-	-	-	-	-	-
1000	46	-	-	-	-	-	-	-	-
1100	42	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	39	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	35	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	32	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	31	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	29	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	27	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	25	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Донецк		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 5-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.4м							
[f]=4,66 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	185	>150	40	30	>150	40	17	>150	26
700	158	>150	40	20	>150	40	10	111	15
800	138	144	40	14	115	31	6	68	10
900	123	109	40	-	84	22	-	44	8
1000	111	78	39	-	61	17	-	29	6
1100	101	61	34	-	47	14	-	18	-
1200	93	51	29	-	37	11	-	14	-
1300	86	42	25	-	29	9	-	10	-
1400	79	35	21	-	21	7	-	8	-
1500	74	30	19	-	17	6	-	7	-
1600	69	26	16	-	14	-	-	6	-
1700	65	22	14	-	11	-	-	-	-
1800	61	18	12	-	8	-	-	-	-

Таблица 6

Донецк		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 6-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.1м							
[f]=3,67 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	351	>150	40	148	>150	40	121	>150	40
700	302	>150	40	104	>150	40	80	>150	40
800	261	>150	40	66	>150	40	52	>150	40
900	238	>150	40	53	>150	40	39	>150	40
1000	212	>150	40	41	>150	40	27	>150	40
1100	192	>150	40	33	>150	40	19	>150	30
1200	177	>150	40	27	>150	40	15	>150	21
1300	163	>150	40	22	>150	40	11	126	17
1400	151	>150	40	18	146	38	9	93	13
1500	141	149	40	15	122	33	7	74	10
1600	132	129	40	12	101	27	5	57	9
1700	124	111	40	-	86	23	-	45	8
1800	117	94	40	-	72	19	-	36	7

Таблица 7

Днепропетровск		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 4-х кронштейнах, шаг кронштейнов 1.85м							
[f]=6.16 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	77	38	23	-	24	8	-	9	-
700	66	27	17	-	15	5	-	6	-
800	58	19	13	-	9	-	-	-	-
900	51	13	-	-	6	-	-	-	-
1000	46	-	-	-	-	-	-	-	-
1100	42	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	39	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	35	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	32	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	31	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	29	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	27	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	25	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 8

Днепропетровск		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 5-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.4м							
[f]=4,66 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	185	>150	40	35	>150	40	21	>150	32
700	158	>150	40	24	>150	40	13	141	18
800	138	>150	40	17	136	36	8	85	12
900	123	126	40	12	99	27	5	56	9
1000	111	97	40	-	74	20	-	37	7
1100	101	72	37	-	56	16	-	24	5
1200	93	58	33	-	44	13	-	17	-
1300	86	49	28	-	35	10	-	13	-
1400	79	40	24	-	26	8	-	10	-
1500	74	35	21	-	21	7	-	8	-
1600	69	30	18	-	17	6	-	7	-
1700	65	26	16	-	14	-	-	6	-
1800	61	22	14	-	11	-	-	-	-

Таблица 9

Днепропетровск		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 6-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.1м							
[f]=3,67 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	351	>150	40	>150	>150	40	142	>150	40
700	302	>150	40	121	>150	40	94	>150	40
800	261	>150	40	78	>150	40	61	>150	40
900	238	>150	40	61	>150	40	47	>150	40
1000	212	>150	40	47	>150	40	33	>150	40
1100	192	>150	40	38	>150	40	24	>150	37
1200	177	>150	40	32	>150	40	18	>150	28
1300	163	>150	40	26	>150	40	14	>150	20
1400	151	>150	40	21	>150	40	11	119	16
1500	141	>150	40	18	144	38	9	91	13
1600	132	148	40	15	121	32	7	73	10
1700	124	129	40	12	101	27	5	57	9
1800	117	112	40	-	87	23	-	46	8

Таблица 10

Харьков		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 4-х кронштейнах, шаг кронштейнов 1.85м							
[f]=6.16 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	77	46	27	-	33	10	-	12	-
700	66	33	20	-	19	7	-	8	-
800	58	24	15	-	13	-	-	5	-
900	51	17	12	-	8	-	-	-	-
1000	46	12	-	-	6	-	-	-	-
1100	42	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	39	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	35	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	32	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	31	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	29	-	-	-	-	-	-	-	-
1700	27	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	25	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 11

Харьков		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 5-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.4м							
[f]=4,66 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	185	>150	40	42	>150	40	29	>150	40
700	158	>150	40	30	>150	40	17	>150	25
800	138	>150	40	21	>150	40	11	118	16
900	123	>150	40	15	127	34	7	78	11
1000	111	122	40	11	95	26	-	53	8
1100	101	95	40	-	73	19	-	36	7
1200	93	73	38	-	57	16	-	25	5
1300	86	59	33	-	45	13	-	18	-
1400	79	49	28	-	35	10	-	13	-
1500	74	42	25	-	29	9	-	10	-
1600	69	36	22	-	22	7	-	9	-
1700	65	32	19	-	18	6	-	7	-
1800	61	27	17	-	15	5	-	6	-

Таблица 12

Харьков		Направляющая N-01 длиной 5.7м на 6-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.1м							
[f]=3,67 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	351	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
700	302	>150	40	148	>150	40	121	>150	40
800	261	>150	40	105	>150	40	81	>150	40
900	238	>150	40	77	>150	40	60	>150	40
1000	212	>150	40	57	>150	40	43	>150	40
1100	192	>150	40	46	>150	40	32	>150	40
1200	177	>150	40	38	>150	40	25	>150	38
1300	163	>150	40	32	>150	40	18	>150	28
1400	151	>150	40	27	>150	40	15	>150	20
1500	141	>150	40	22	>150	40	11	129	17
1600	132	>150	40	19	>150	40	9	98	14
1700	124	>150	40	16	130	34	8	80	11
1800	117	138	40	13	111	30	6	64	9

Таблица 13

Киев		Направляющая N-02 длиной 5.7м на 5-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.4м							
[f]=4,66 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	360	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
700	305	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
800	270	>150	40	>150	>150	40	132	>150	40
900	240	>150	40	124	>150	40	95	>150	40
1000	215	>150	40	92	>150	40	71	>150	40
1100	195	>150	40	68	>150	40	50	>150	40
1200	180	>150	40	56	>150	40	42	>150	40
1300	165	>150	40	46	>150	40	32	>150	40
1400	155	>150	40	39	>150	40	26	>150	40
1500	145	>150	40	34	>150	40	20	>150	40
1600	135	>150	40	29	>150	40	16	>150	40
1700	128	>150	40	26	>150	40	14	>150	40
1800	120	>150	40	22	>150	40	11	120	40

Таблица 14

Киев		Направляющая N-02 длиной 5.7м на 6-ти кронштейнах, шаг кронштейнов 1.1м							
[f]=3,67 мм		Н, м							
Ln, мм	[W], кг/м ²	Случай 1	Случай 2	Случай 3	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7	Случай 8
600	690	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
700	600	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
800	520	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
900	465	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1000	415	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1100	380	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1200	345	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1300	320	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1400	300	>150	40	>150	>150	40	>150	>150	40
1500	280	>150	40	>150	>150	40	145	>150	40
1600	260	>150	40	140	>150	40	121	>150	40
1700	245	>150	40	129	>150	40	102	>150	40
1800	230	>150	40	112	>150	40	86	>150	40

Пример выбора подконструкции.

Исходные данные: рассчитать количество кронштейнов для навески направляющих типа N-01 для Киева, тип местности IV. Высота здания 60 м, размеры кассет 1200x1200.

Отдельно рассматриваем угловую и типовую зону.

Для типовой зоны (в таблицах случай 1) имеем:

- по таблице 1 (навеска направляющей на 4-х кронштейнах), для Ln=1200мм предельная высота установки равна: N=12м. Длина ламели профиля равна 5,7м. Для двух ламелей высота установки равна $5,7*2=11,4$ м, что не превышает предельной высоты 12м. Применяем для первых двух ламелей навеску на 4 кронштейна.
- по таблице 2 (навеска направляющей на 5-ти кронштейнах), для Ln=1200мм предельная высота установки равна: N=115м. Применяем навеску ламелей выше 12 м на 5 кронштейнов.

Для угловой зоны (в таблицах случай 3) имеем:

- по таблице 2 (навеска направляющей на 5-ти кронштейнах), для Ln=1200мм предельная высота установки равна: N=10м. Применяем для первой ламели навеску на 5 кронштейна.
- по таблице 3 (навеска направляющей на 6-ти кронштейнах), для Ln=1200мм предельная высота установки равна: N=54м. Учитывая длину ламели, получаем навеску со второй по девятую ламель ($5,7*9=51,3$ м).
- на оставшейся высоте с 51,3м по 60м можно применять навеску на 7-ми кронштейнах, или рассчитать применение усиленных систем(направляющие N-02, N-03).
- Куски ламелей, отличающиеся от 5,7 м (в нашем случае это: $60-51,3-5,7=3$ м) следует рассчитывать отдельно. В конкретном случае согласно расчетам навешиваем кусок трехметровой ламели на 4 кронштейна.