

Методические указания для проектирования

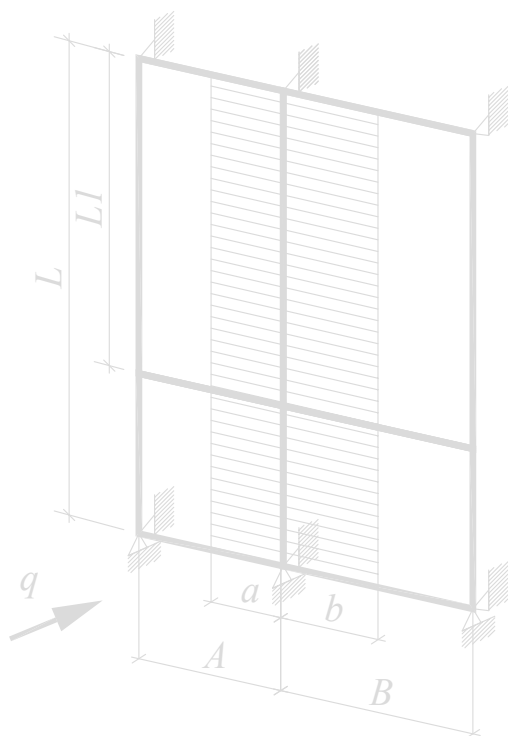
Рекомендации по расчету нагрузок и воздействий

2-1

Рекомендации по выбору типа остекления

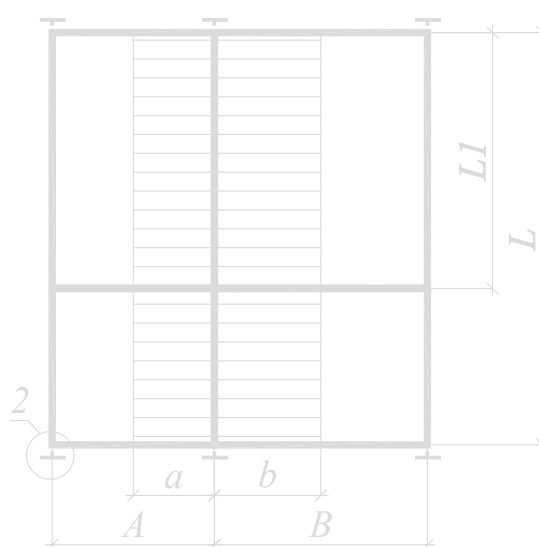
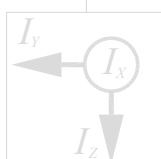
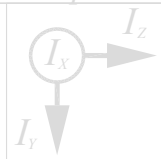
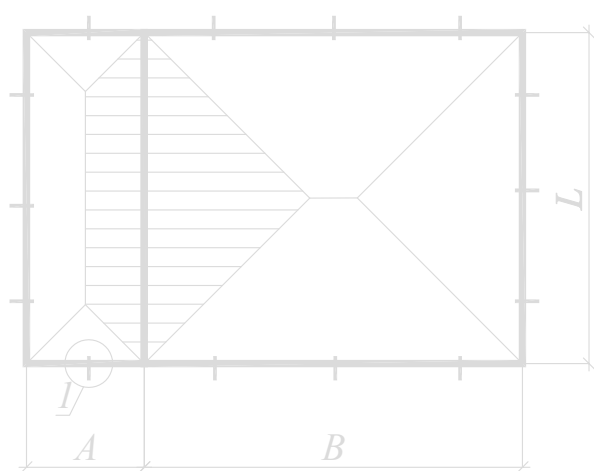
2-2

Методические указания
для проектирования



$$I_x > \frac{5 \cdot q_{\text{расч}} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{факт}}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

система координат ригеля



система координат стойки



крепление конструкции (рамы) в проем по периметру с шагом ~400мм

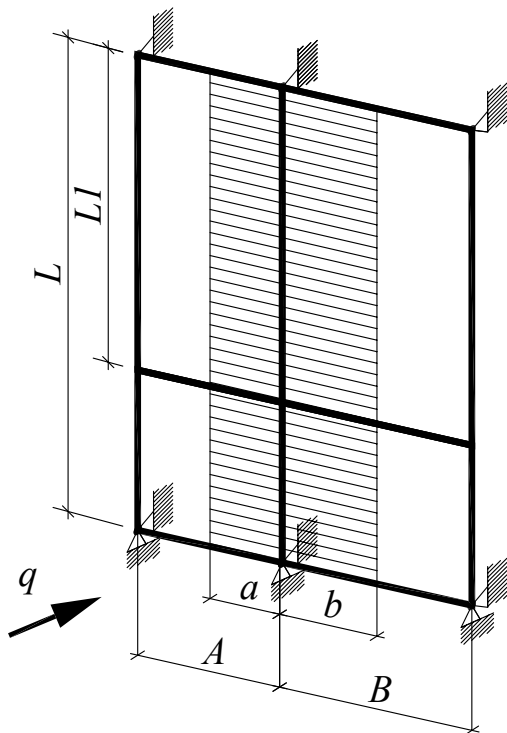


крепление конструкции (фасада) к проему

Перечень рекомендуемых нормативных документов:

ГОСТ 21519-2003	Блоки оконные из алюминиевых сплавов. Технические условия
ГОСТ 23166-99	Блоки оконные. Общие технические условия
ГОСТ 24866-99	Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия
ГОСТ 26602.1-99	Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче
ГОСТ 26602.2-99	Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости
ГОСТ 26602.3-99	Блоки оконные и дверные. Метод определения звукоизоляции
ГОСТ 26602.4-99	Блоки оконные и дверные. Метод определения общего коэффициента пропускания света
ГОСТ 30698-2000	Стекло закаленное строительное. Технические условия
ГОСТ 30733-2000	Стекло с низкоэмиссионным твердым покрытием. Технические условия
ГОСТ 30826-2001	Стекло многослойное строительного назначения. Технические условия
ГОСТ 30971-2002	Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проёмам. Общие технические условия
ГОСТ Р 51136-98	Стекла защитные многослойные. Общие технические условия
ГОСТ Р 52749-2007	Швы монтажные оконные с паропроницаемыми саморасширяющимися лентами. Технические условия
СТ СЭВ 3973-83	Надежность строительных конструкций и оснований. Конструкции алюминиевые. Основные положения по расчету
СН 481-75	Инструкция по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов
СП 14.13330.2012	Строительство в сейсмических районах.
СП 20.13330.2011	Нагрузки и воздействия
СП 20.13330.2011	Нагрузки и воздействия. Приложение 5 обязательное к СП 20.13330.2011
СП 28.13330.2012	Карты районирования территории СССР по климатическим характеристикам
СП 44.13330.2011	Защита строительных конструкций от коррозии
СП 48.13330.2012	Административные и бытовые здания
СП 49.13330.2012	Организация строительства
СП 50.13330.2012	Часть 1. Безопасность труда в строительстве. Общие требования
СП 51.13330.2011	Тепловая защита зданий
СП 52.13330.2011	Защита от шума
СП 54.13330.2011	Естественное и искусственное освещение
СП 56.13330.2011	Здания жилые многоквартирные
СП 60.13330.2012	Производственные здания
СП 72.13330.2011	Отопление, вентиляция и кондиционирование
СП 111.13330.2011	Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии
СП 112.13330.2011	Инструкция о порядке разработки, согласования, экспертизы и утверждения градостроительной документации
СП 118.13330.2012	Пожарная безопасность зданий и сооружений
СП 126.13330.2012	Общественные здания и сооружения
СП 128.13330.2012	Геодезические работы в строительстве
СП 131.13330.2012	Алюминиевые конструкции
СП 132.13330.2011	Строительная климатология
СП 70.13330.2011	Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений
ГОСТ 31364-2007	Несущие и ограждающие конструкции
	Стекло с низкоэмиссионным мягким покрытием. Технические условия

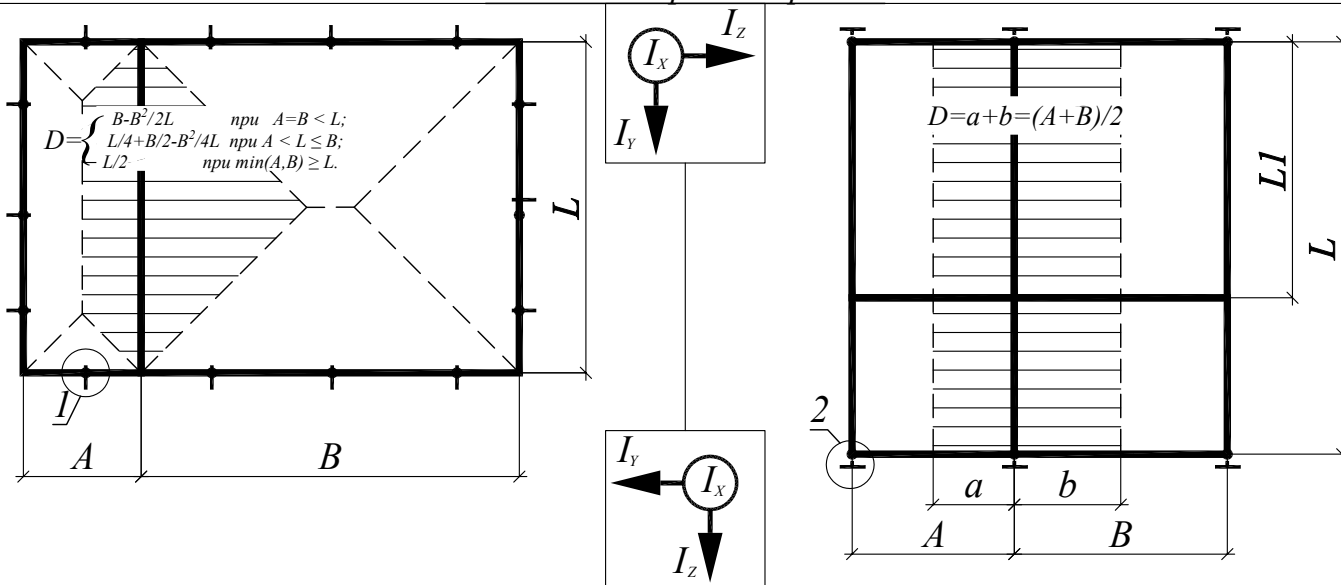
В разделе представлена методика предварительного расчета требуемого момента инерции для несущих строительных элементов ограждающих конструкций, изготовленных из системных профилей. Основными нормативными документами по расчету строительных конструкций являются СП 128.13330.2012 «Алюминиевые конструкции» и СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Необходимые масс-инерционные характеристики профилей, используемых в проектируемой конструкции, приведены в разделе 3 Каталога. Приведенная методика не может учесть всех особенностей проектируемой конструкции и гарантировать точность расчетов.



1. Выбор стоек при расчете вертикальной ограждающей конструкции на ветровую нагрузку.

Выбор схемы воздействия области остекления на ограждающую конструкцию определяется типом закрепления конструкции к проему и ее геометрическими размерами (см.рис.1) Расчет ведем в системе координат стойки.

система координат ригеля



система координат стойки

1	крепление конструкции (рамы) в проем по периметру с шагом ~400мм	2	крепление конструкции (фасада) к проему
----------	--	----------	---

Схема 1. Применяется для конструкции, закрепленной в проем (окна, двери), рекомендуемый шаг точек закрепления не более 500мм

Схема 2. Применяется для фасадной конструкции, закрепленной за верхние и нижние концы стоек при условии $B \leq L1$.

рис. 1

Профиль для вертикальной стойки (или опорной балки) для ограждающих конструкций подбирается из расчета необходимого момента инерции I_x , удовлетворяющему условию прогиба

$$f_{\text{факт}} \leq f_{\text{доп}}$$

где

$f_{\text{факт}}$ - фактический прогиб для средней однопролетной балки со свободными опорами,

$f_{\text{доп}}$ - допускаемый прогиб для ограждающих конструкций согласно табл.42 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия",

$f_{\text{доп}} = L/100$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки для поликарбоната,

$f_{\text{доп}} = L/200$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки для стекла, или

$f_{\text{доп}} = L/300$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки **для стеклопакета**.

И при соблюдении ограничения для прогиба стекла (см.рис.3), $f_1 < 8 \text{ мм}$

Момент инерции I_x для однопролетной балки определяем по формуле:

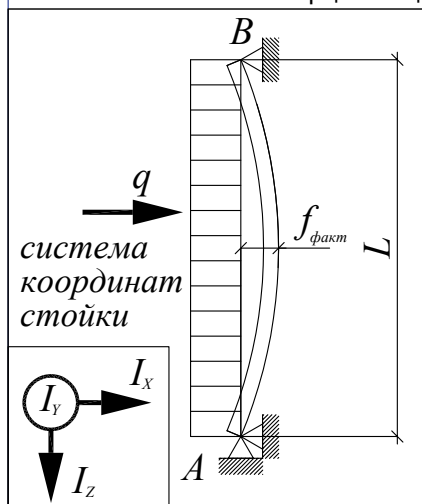


рис. 2

$$I_x > \frac{5 \cdot q_{\text{расч}} L^4}{384 \cdot E \cdot f_{\text{факт}}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

где

$q_{\text{расч}} = q \cdot \gamma_f$ - расчетная нагрузка,

$q = W_n \cdot D$ - интенсивность распределенной ветровой нагрузки (см. рис.1)

$W_n = W_m + W_p$

$W_m = W_0 \cdot k \cdot c$ - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки,

γ_f - коэффициент надежности по ветровой нагрузке следует принимать равным 1,4 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия"),

$W_p = W_0 \cdot \zeta \cdot v$ - нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки,

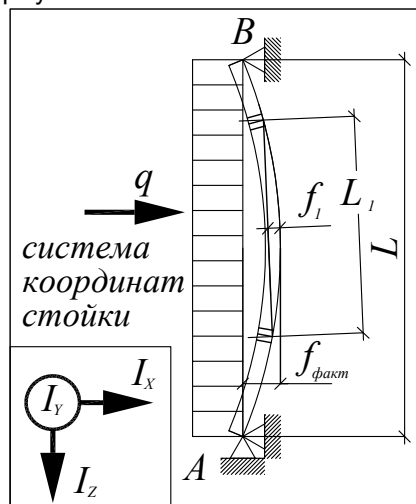


рис. 3

$E = 710000 \text{ Н/м}^2$ - модуль Юнга для алюминия,

$(E = 2100000 \text{ Н/м}^2$ - модуль Юнга для стали)

W_0 - нормативное значение ветрового давления (см. табл. 3),

L - высота стойки,

B - шаг стоек - ширина большего проема, (частный случай $B=A$),

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (см. табл.4),

$c = 0.8$ - аэродинамический коэффициент для фронтальной части здания, или

$c = 2.0$ - аэродинамический коэффициент для угловой части здания,

Ветровые нагрузки (принимаются по карте 3 обязательного приложения к СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия") поперечный размер L_{yz} угловой области удовлетворяет условию

$$1,0 \text{ м} \leq L_{yz}/8 \leq 2,0 \text{ м}$$

При расчете нагрузок на стойку в проеме с открывающимся элементом - дверью, также рекомендуется принять $c=2$

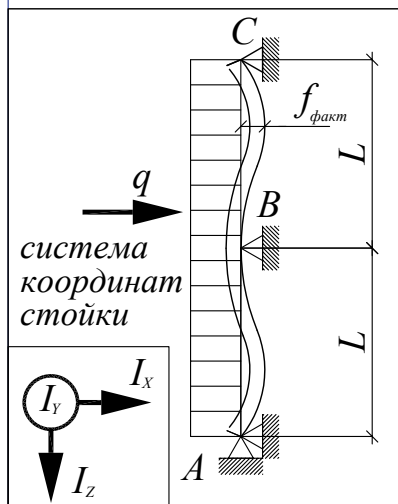


рис. 4

Момент инерции I_{x3} для двухпролетной балки длиной $2 \cdot L$ с симметрично расположенными опорами (см. рис. 4 и рис.5) определяем по формуле :

$$I_{x3} = 0.6 \cdot I_x$$

где

I_x - определен по формуле для однопролетной балки длиной L

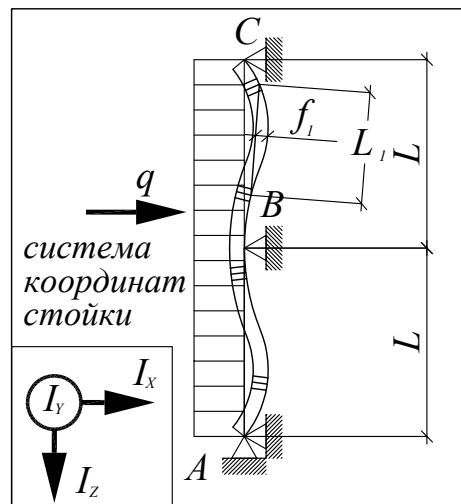


рис. 5

k_1 - коэффициент, учитывающий размеры области остекления (см. рис.3 и рис.5, табл.1)
 k_2 - коэффициент, учитывающий прогиб по кромке стекла остекления (см. табл.2)
 ζ - коэффициент пульсаций давления ветра для типов местности (табл.5)

Таблица 1

Высота стеклопакета L_1 , см	250	260	270	280	290	300	325	350	375	400
Коэффициент k_1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7

Таблица 2

L , см	Коэффициент k_2 для различных значений L_1 / L			
	1.0	0.75	0.7	0.5
250	1.0	1.0	1.0	1.0
300	1.2	1.0	1.0	1.0
350	1.5	1.0	1.0	1.0
400	1.7	1.0	1.0	1.0
450	1.9	1.1	1.0	1.0
500	2.1	1.2	1.0	1.0
550	2.3	1.3	1.0	1.0
600	2.5	1.4	1.1	1.0

Таблица 3 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия" п.6.2. табл. 5)

Ветровой район	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
W_0 , кПа	0.17	0.23	0.30	0.38	0.48	0.60	0.73	0.85
W_0 , кгс/м ²	17	23	30	38	48	60	73	85

Таблица 4 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", п.6.2., табл. 6)

Высота, м	Коэффициент k для типов местности		
	A	B	C
≤5	0.8	0.5	0.4
10	1.0	0.7	0.4
20	1.3	0.9	0.6
40	1.5	1.1	0.8
60	1.7	1.3	1.0
80	1.9	1.5	1.2
100	2.0	1.6	1.3
150	2.3	1.9	1.6
200	2.5	2.1	1.8
250	2.7	2.3	2.0
300	2.8	2.5	2.2
350	2.8	2.8	2.4

Примечание. При определении ветровой нагрузки типы местности могут быть различными для разных расчетных направлений ветра.

Таблица 5 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", табл.7)

Высота, м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ для типов местности		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
≤5	0.9	1.2	1.8
10	0.8	1.1	1.8
20	0.7	0.9	1.5
40	0.6	0.8	1.3
60	0.6	0.7	1.1
80	0.6	0.7	1.1
100	0.5	0.7	1.0
150	0.5	0.6	0.9
200	0.5	0.6	0.8
250	0.5	0.6	0.8
300	0.5	0.5	0.8
350	0.5	0.5	0.7
480	0.5	0.5	0.7

Где

A - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, степи.

B - городские территории, лесные массивы, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м.

C - городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

ν - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (подробнее см. п.6.9 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия").

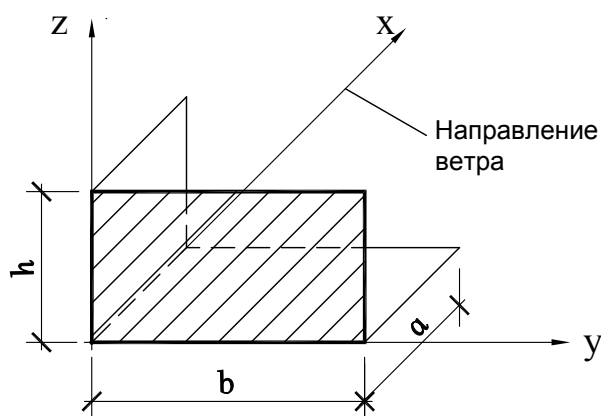


рис. 4

Коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ν следует определять для расчетной поверхности сооружения, на которой учитывается корреляция пульсаций.

Расчетная поверхность включает в себя те части поверхности наветренных, подветренных, боковых стен, кровли и подобных конструкций, с которых давление ветра передается на рассчитываемый элемент сооружения.

Если расчетная поверхность близка к прямоугольнику, ориентированному так, что его стороны параллельны основным осям (рис. 4), то коэффициент ν следует определять по табл. (табл. 9 п.6.9 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия") в зависимости от параметров ρ и χ , принимаемых по табл. (табл. 10 п.6.9 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия").

Таблица 6 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", п.6.9 табл.9)

$p, \text{ м}$	Коэффициент γ при χ м, равных						
	5	10	20	40	80	160	350
0.1	0.95	0.92	0.88	0.83	0.76	0.67	0.56
5	0.89	0.87	0.84	0.80	0.73	0.65	0.54
10	0.85	0.84	0.81	0.77	0.71	0.64	0.53
20	0.80	0.78	0.76	0.73	0.68	0.61	0.51
40	0.72	0.72	0.70	0.67	0.63	0.57	0.48
80	0.63	0.63	0.61	0.59	0.56	0.51	0.44
160	0.53	0.53	0.52	0.50	0.47	0.44	0.38

Таблица 7 (СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", п.6.9 табл.10)

Основная координатная плоскость, параллельно которой расположена расчетная поверхность	p	χ
zoy	b	h
zox	0,4a	h
хоу	b	a

При расчете сооружения в целом размеры расчетной поверхности следует определять с учетом указаний обязательного Приложения 4 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия" при этом для решетчатого сооружения необходимо принимать размеры расчетной поверхности по его внешнему контуру.

Проверочный расчет стойки на устойчивость

После расчета и выбора стойки, удовлетворяющей условиям ветровой нагрузки, необходимо проверить стойку на предельную гибкость. Если стойка не подвержена сжатию, то данный расчет можно не проводить.

Расчет на устойчивость предварительно сжатой стойки проводится по формуле:

$$\lambda = H \cdot \mu / i_x,$$

где

H - (см) высота стойки

$i_x = \sqrt{I_x / S}$ - (см) радиус инерции сечения профиля,

I_x - (см⁴) момент инерции сечения профиля выбранной стойки,

S - (см²) площадь поперечного сечения профиля стойки,

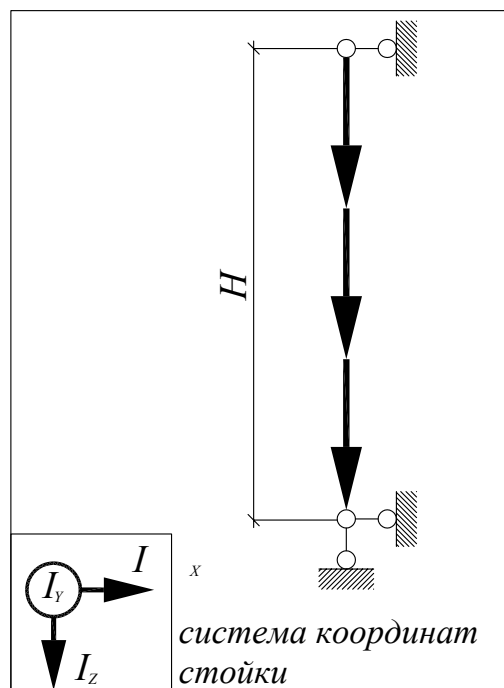
$\mu = 0.725$ - коэффициент расчетной длины принимается по схеме закрепления стойки (см.рис.9).

согласно таблице 26 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия"

Согласно таблице 27 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия" предельная гибкость сжатых элементов не должна превышать следующих значений:

$\lambda < 100$ - для симметрично нагруженных (линейных) стоек

$\lambda < 100$ - для несимметрично нагруженных (крайних и угловых) стоек.



3. Расчеты горизонтального ригеля на ветровую нагрузку для вертикального фасада и скатной крыши.

Схема воздействия области остекления на ригель ограждающей конструкции представлена ниже на рис.7.

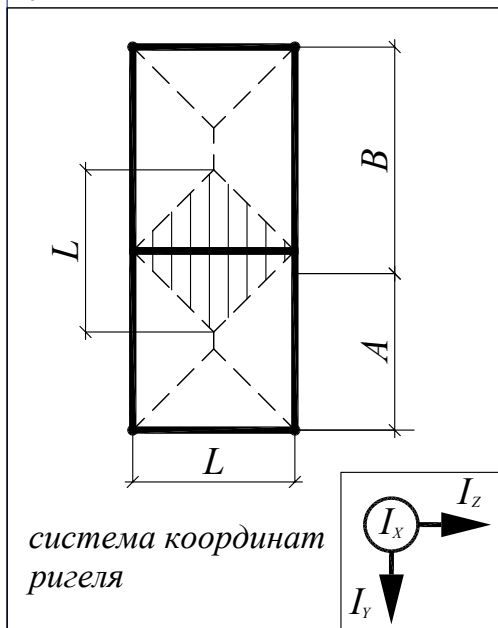


рис.7

Ширина расчетной площади приложения ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$D = \begin{cases} B-B^2/2L & \text{при } A=B < L; \\ L/4+B/2-B^2/4L & \text{при } A < L \leq B \\ L/2 & \text{при } \min(A,B) \geq L. \end{cases}$$

Необходимый момент инерции рассчитывается по формуле (см.п.1):

$$I_x > \frac{5 \cdot q_{расч} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{факт}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

Формула справедлива как для вертикального фасада (см. рис.3) так и для скатной крыши (см. рис.6) с единственным отличием в вычислении $q_{расч}$ (см. п.1, п.2. Раздела)

(Например - $q = W_n \cdot D$ - для вертикального фасада)

4. Расчет на воздействие нагрузок от веса заполнения

Схема воздействия веса заполнения на ригель ограждающей конструкции представлена ниже на рис.8.

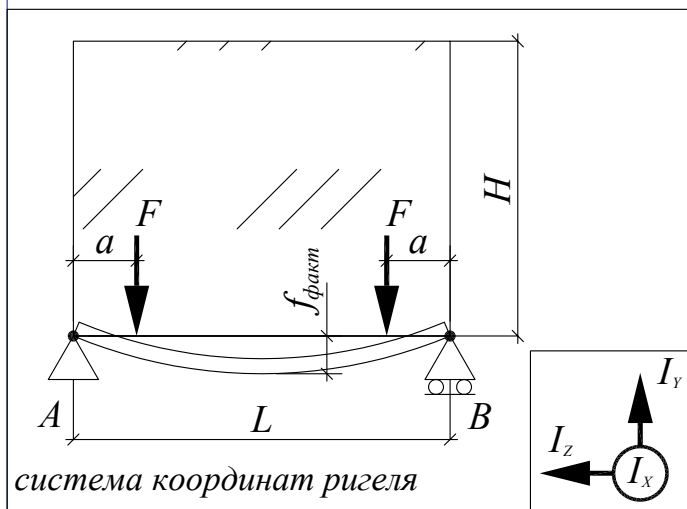


рис.8

Прогиб ригеля под действием веса заполнения и собственного веса должен удовлетворять условию $f_{факт} \leq f_{доп}$, где

$f_{факт}$ - фактический прогиб для средней однопролетной балки со стеклом

$f_{доп}$ - допускаемый прогиб для ограждающих конструкций согласно табл.42 СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия"

$f_{доп} = L/100$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки для поликарбоната,

$f_{доп} = L/200$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки для стекла, или

$f_{доп} = L/300$ - допускаемый прогиб средней однопролетной балки **для стеклопакета**.

И при соблюдении ограничения для прогиба стекла $f_l < 3 \text{ мм}$ (см.рис.8).

Момент инерции рассчитывается по формуле: $I_y > I_{y1} + I_{y2}$, где

$$I_{y1} = \frac{F \cdot a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot f_{доп}}$$

$F = H \cdot L \cdot S \cdot \gamma$ - нагрузка на ригель от веса заполнения (стеклопакета),

L - ширина заполнения,

H - высота заполнения,

S - толщина стекла (в стеклопакете толщины стекол суммируются)

$\gamma = 0.025 \text{ Н/см}^3$ - удельный вес стекла

a - расстояние от оси стойки до оси установки подкладки под заполнение, рекомендуемое значение - 150 мм

$$I_{y2} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4 \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot E \cdot f_{доп}}$$

$q = A \cdot \gamma$ - вес ригеля,

A - площадь поперечного сечения профиля,

$\gamma = 0.027 \text{ Н/см}^3$ - удельный вес алюминия.

Внимание! Для ригелей парапета с находящимися над ними открывающимися полями (окнами), на которые могут облакачиваться люди, рекомендуется ввести в расчет дополнительную вертикальную динамическую нагрузку до 0.5 кН/м.

Рекомендации по выбору типа остекления и толщины стекла.

Для конструкций балконного остекления основным критерием при выборе типа остекления - безопасность для человека при возможном разрушении конструкции. в качестве базового варианта выбрано остекление одинарным закаленным стеклом без защитной пленки толщиной 6 мм в прозрачной зоне остекления и эмалированным в цвет конструкции стеклом (стемалитом) толщиной 6 мм. В случае предъявления заказчиком повышенных требований по шумоизоляции можно использовать стеклопакет толщиной не более 24 мм (ограничение по конфигурации системного профиля) с закаленным стеклом с защитной пленкой снаружи (толщина не менее 6 мм) и внутренним ламинированным стеклом толщиной 4 мм с защитной пленкой или без (разнотолщинные стекла в стеклопакете дают максимальный эффект и повышают шумоизоляцию вдвое по сравнению с одинарным стеклом и стеклопакетом с равнотолщинными стеклами, или специальное многослойное стекло с шумоподавляющими свойствами.

Применение защитной пленки определяется соображениями безопасности, так например применение защитной пленки в стеклопакетах с закаленными стеклами может повлечь выпадение разрушившегося стеклопакета из ячейки целиком, в то время как при использовании закаленного стекла без защитной пленки, при разрушении стеклопакета стекла выпадают в виде мелких осколков с нережущими кромками.



