



Нагрузки и воздействия на здания и сооружения

Курс лекций
Ю.Я. Тюкалов

ВятГУ - 2013

Лекция 1

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

«НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ» СНиП 2.01.07-85*

- Настоящие нормы распространяются на проектирование строительных конструкций и оснований зданий и сооружений и устанавливают основные положения и правила по определению и учету постоянных и временных нагрузок и воздействий, а также их сочетаний.
- Нагрузки и воздействия на строительные конструкции и основания зданий и сооружений, отличающихся от традиционных, допускается определять по специальным техническим условиям.

При проектировании следует учитывать нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации сооружений, а также при изготовлении, хранении и перевозке строительных конструкций.

Основными характеристиками нагрузок, установленными в настоящих нормах, являются их нормативные значения.

Нагрузка определенного вида характеризуется, как правило, одним нормативным значением. Для нагрузок от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий **устанавливаются два нормативных значения: полное и пониженное** (вводится в расчет при необходимости учета влияния длительности нагрузок, проверке на выносливость и в других случаях, оговоренных в нормах проектирования конструкций и оснований).

Расчетное значение нагрузки следует определять как произведение ее нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , соответствующий рассматриваемому предельному состоянию и принимаемый:

2. КЛАССИФИКАЦИЯ НАГРУЗОК

В зависимости от продолжительности действия нагрузок следует различать **постоянные** и **временные** (длительные, кратковременные, особые) нагрузки.

Нагрузки, возникающие при изготовлении, хранении и перевозке конструкций, а также при возведении сооружений, следует учитывать в расчетах как кратковременные нагрузки.

Постоянные нагрузки

- а) вес частей сооружений, в том числе вес несущих и ограждающих строительных конструкций;
- б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок), горное давление. Сохраняющиеся в конструкции или основании усилия от предварительного напряжения следует учитывать в расчетах как усилия от постоянных нагрузок.

Длительные нагрузки

- а) вес временных перегородок
- б) вес стационарного оборудования
- в) давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт;
- г) нагрузки на перекрытия от складироваемых материалов и стеллажного оборудования в складских помещениях, холодильниках, зернохранилищах, книгохранилищах, архивах и подобных помещениях;
- д) температурные технологические воздействия от стационарного оборудования;
- е) вес слоя воды на водонаполненных плоских покрытиях;
- ж) вес отложений производственной пыли, если ее накопление не исключено соответствующими мероприятиями;

з) нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с пониженными нормативными значениями;

и) вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов с пониженным нормативным значением;

к) снеговые нагрузки с пониженным расчетным значением, определяемым умножением полного расчетного значения на коэффициент 0,5;

л) температурные климатические воздействия с пониженными нормативными значениями.

м) воздействия, обусловленные деформациями основания;

н) воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов.

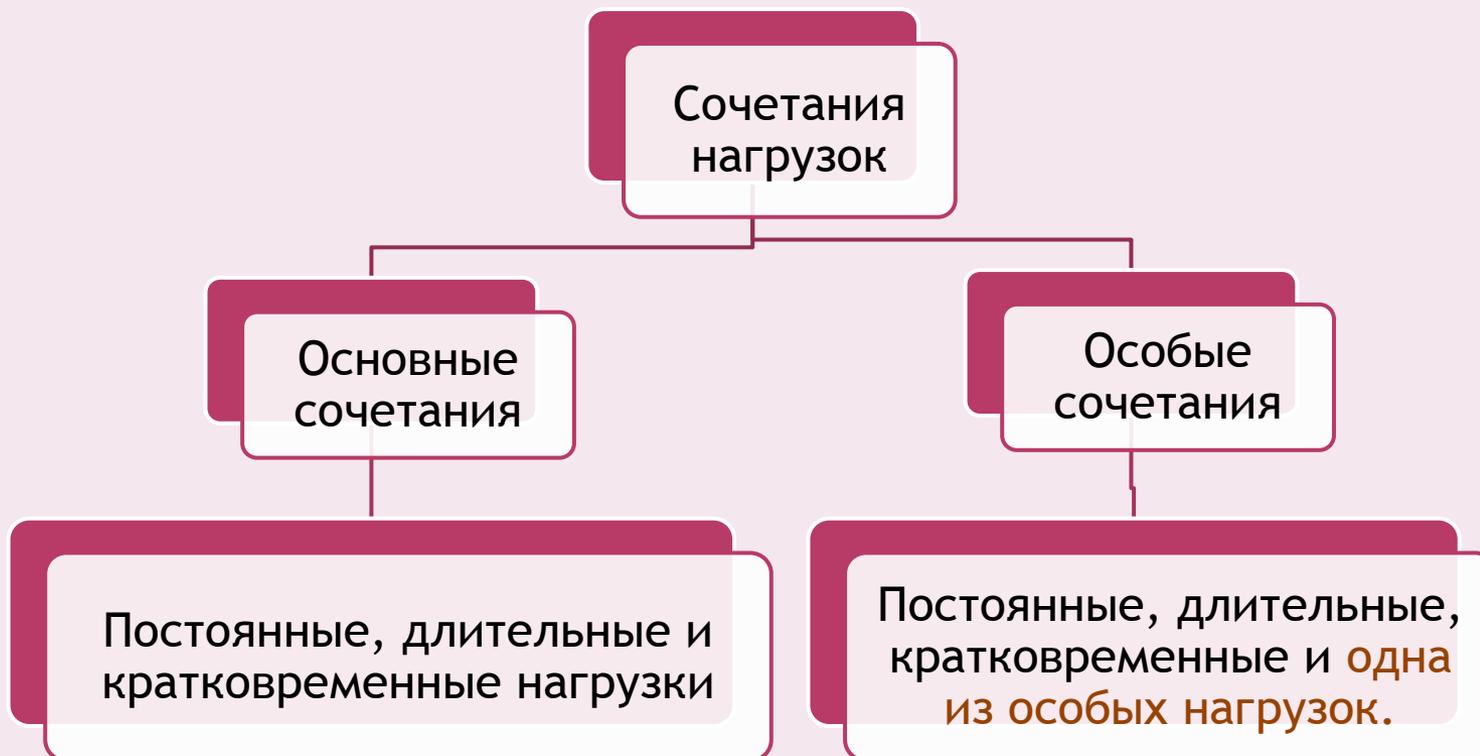
Кратковременные нагрузки

- а) нагрузки от оборудования, возникающие в пускоостановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;
- б) вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;
- в) нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с полными нормативными значениями;
- г) нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования;
- д) снеговые нагрузки с полным расчетным значением;
- е) температурные климатические воздействия с полным нормативным значением;
- ж) ветровые нагрузки;
- з) гололедные нагрузки.

Особые нагрузки

- а) сейсмические воздействия;
- б) взрывные воздействия;
- в) нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;
- г) воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых.

3. СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК



Временные нагрузки с двумя нормативными значениями следует включать в сочетания как длительные - при учете пониженного нормативного значения, как кратковременные - при учете полного нормативного значения.

КОЭФФИЦИЕНТЫ СОЧЕТАНИЙ

Постоянная нагрузка и
не менее 2-х временных

Основные сочетания

длительные нагрузки - $\psi_1 = 0,95$
кратковременные нагрузки -
 $\psi_2 = 0,9$;

Особые сочетания

длительные нагрузки - $\psi_1 = 0,95$
кратковременные нагрузки -
 $\psi_2 = 0,8$;
Особая нагрузка без снижения

**Постоянная нагрузка и
одна временная**

**Основные
сочетания**

Коэффициенты сочетаний равны 1.

4. ВЕС КОНСТРУКЦИЙ И ГРУНТОВ

Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей, других строительных конструкций и грунтов - по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

КОЭФФИЦИЕНТЫ НАДЕЖНОСТИ ПО НАГРУЗКЕ

Конструкции:

| | | |
|--|-------|------|
| Металлические | -1.05 | |
| бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³) | | -1.1 |
| железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засылки, стяжки и т.п.), выполняемые: | | |
| в заводских условиях | -1.2 | |
| на строительной площадке | - 1.3 | |

КОЭФФИЦИЕНТЫ НАДЕЖНОСТИ ПО НАГРУЗКЕ

Грунты:

В природном залегании - 1.1

Насыпные - 1.15

При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций, следует произвести расчет, принимая для веса конструкции или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_t = 0,9$.

Для металлических конструкций, в которых усилия от собственного веса превышают 50 % общих усилий, следует принимать $\gamma_t = 1,1$.

5. НАГРУЗКИ ОТ ОБОРУДОВАНИЯ, ЛЮДЕЙ, СКЛАДИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ.

Варианты загрузки перекрытий этими нагрузками следует принимать в соответствии с предусмотренными условиями возведения и эксплуатации зданий.

Если данных об условиях недостаточно, то:

сплошное загрузку принятой нагрузкой;

неблагоприятное частичное загрузку при расчете конструкций и оснований, чувствительных к такой схеме загрузки;

отсутствие временной нагрузки.

Нагрузки от оборудования, складированных материалов и изделий устанавливаются в строительном задании на основании технологических решений, в котором должны быть приведены:

а) возможные на каждом перекрытии и полах на грунте места расположения и габариты опор оборудования, размеры участков складирования и хранения материалов и изделий.

б) нормативные значения нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузке; для машин с динамическими нагрузками - нормативные значения инерционных сил и коэффициенты надежности по нагрузке для инерционных сил.

При замене фактических нагрузок на перекрытия эквивалентными равномерно распределенными нагрузками:

полные нормативные значения эквивалентных равномерно распределенных нагрузок для производственных и складских помещений следует принимать:

- для плит и второстепенных балок не менее 3,0 кПа
- для ригелей, колонн и фундаментов - не менее 2,0 кПа.

Нормативные значения равномерно распределенных временных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы на грунтах.

| Здания и помещения | Полные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) | Пониженные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) |
|---|---|---|
| 1. Квартиры жилых зданий; спальные помещения и т.п. | 1,5 (150) | 0,3 (30) |
| 2. Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; бытовые помещения. | 2,0 (200) | 0,7 (70) |
| 3. Кабинеты и лаборатории учреждений. | $\geq 2,0$ (200) | $\geq 1,0$ (100) |
| 4. Залы: а) читальные; | 2,0 (200) | 0,7 (70) |
| б) обеденные; | 3,0 (300) | 1,0 (100) |

| Здания и помещения | Полные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) | Пониженные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) |
|--|---|---|
| 4. Залы: в) собраний и совещаний, спортивные; | 4,0 (400) | 1,4 (140) |
| г) торговые, выставочные и экспозиционные. | $\geq 4,0$ (400) | $\geq 1,4$ (140) |
| 5. Книгохранилища; архивы. | $\geq 5,0$ (500) | $\geq 5,0$ (500) |
| 6. Сцены зрелищных предприятий. | $\geq 5,0$ (500) | $\geq 1,8$ (180) |
| 7. Трибуны: а) с закрепленными сиденьями; б) для стоящих зрителей. | 4,0 (400) 5,0 (500) | 1,4 (140) 1,8 (180) |
| 8. Чердачные помещения. | 0,7 (70) | - |
| 9. Покрытия на участках: а) с возможным скоплением людей; б) используемых для отдыха; в) прочих. | 4,0 (400) 1,5 (150) 0,5 (50) | 1,4 (140) 0,5 (50) - |

| Здания и помещения | Полные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) | Пониженные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) |
|---|---|---|
| <p>10. Балконы (лоджии) с учетом нагрузки: а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м; б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии).</p> | <p>4,0 (400) 2,0 (200)</p> | <p>1,4 (140) 0,7 (70)</p> |
| <p>11. Участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях</p> | <p>≥ 1,5 (150)</p> | <p>-</p> |
| <p>12. Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы, примыкающие к помещениям, указанным в позициях: а) 1, 2 и 3 б) 4, 5, 6 и 11 в) 7</p> | <p>3,0 (300) 4,0 (400) 5,0 (500)</p> | <p>1,0 (100) 1,4 (140) 1,8 (180)</p> |

| Здания и помещения | Полные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) | Пониженные значения нагрузок ρ , кПа (кгс/м ²) |
|---|---|---|
| 13. Перроны вокзалов. | 4,0 (400) | 1,4 (140) |
| 14. Помещения для скота: а) мелкого б) крупного | $\geq 2,0$ (200) $\geq 5,0$ (500) | $\geq 0,7$ (70) $\geq 1,8$ (180) |

Нормативные значения нагрузок на ригели и плиты перекрытий от веса временных перегородок следует принимать в зависимости от их конструкции, расположения и характера опирания на перекрытия и стены.

Указанные нагрузки допускается учитывать как равномерно распределенные добавочные нагрузки, принимая их нормативные значения на основании расчета для предполагаемых схем размещения перегородок, но не менее 0,5 кПа (50 кгс/м²).

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_t для равномерно распределенных нагрузок следует принимать:

1,3 - при полном нормативном значении менее 2,0 кПа;

1,2 - при полном нормативном значении 2,0 кПа и более.

При расчете балок, ригелей, плит, а также колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, полные нормативные значения нагрузок **следует снижать в зависимости от грузовой площади A , м^2 , рассчитываемого элемента умножением на коэффициент сочетания ψ_A , равный:**

а) для помещений, указанных в поз. 1, 2, 12, а (при $A > A_1 = 9 \text{ м}^2$),

$$\psi_{A_1} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{A}{A_1}}};$$

б) для помещений, указанных в поз. 4, 11, 12, б (при $A > A_2 = 36 \text{ м}^2$),

$$\psi_{A_2} = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{\frac{A}{A_2}}}.$$

При определении продольных усилий для расчета колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения нагрузок следует снижать умножением на коэффициент сочетания ψ_n :

а) для помещений, указанных в поз. 1, 2, 12, а,

$$\psi_{n1} = 0,4 + \frac{\psi_{A_1} - 0,4}{\sqrt{n}};$$

б) для помещений, указанных в поз. 4, 11, 12, б,

$$\psi_{n2} = 0,5 + \frac{\psi_{A_2} - 0,5}{\sqrt{n}},$$

n - общее число перекрытий.

СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ НАГРУЗКИ И НАГРУЗКИ НА ПЕРИЛА.

Несущие элементы перекрытий, покрытий, лестниц и балконов (лоджий) должны быть проверены на сосредоточенную вертикальную нагрузку, приложенную к элементу, в неблагоприятном положении на квадратной площадке со сторонами не более 10 см (при отсутствии других временных нагрузок):

а) для перекрытий и лестниц- 1,5 кН (150 кгс);

б) для чердачных перекрытий, покрытий, террас и балконов - 1,0 кН (100 кгс);

в) для покрытий, по которым можно передвигаться только с помощью трапов и мостиков, - 0,5 кН (50 кгс).

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле:

$$S = S_g \cdot \mu$$

где S_g - расчетное значение веса снегового покрова на **1 м²** горизонтальной поверхности земли.

| Снеговой район | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| S_g , кПа (кгс/м ²) | 0.8 (80) | 1.2 (120) | 1.8 (180) | 2.4 (240) | 3.2 (320) | 4.0 (400) | 4.8 (480) | (5.6) (560) |

Схемы распределения снеговой нагрузки и значения коэффициента μ следует принимать в соответствии с обязательным приложением **3** СНиП, при этом промежуточные значения коэффициента μ необходимо определять линейной интерполяцией.

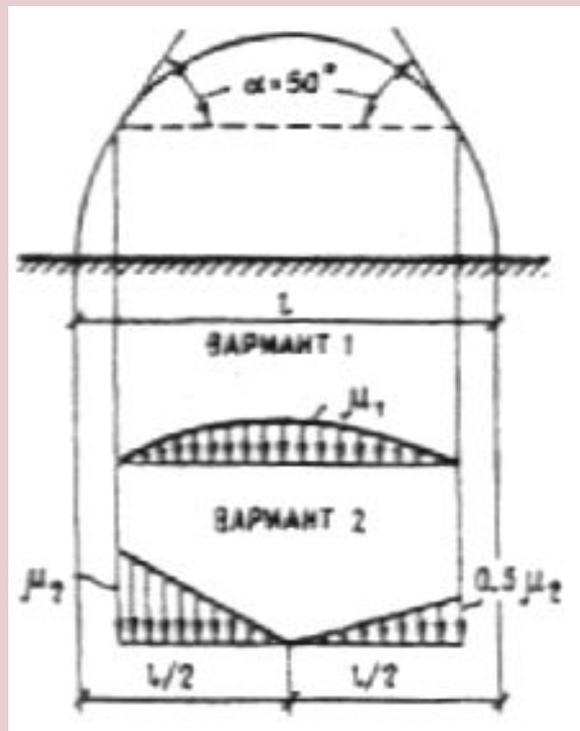
Нормативное значение снеговой нагрузки определяется умножением расчетного значения на коэффициент **0,7**.

Приложение **3**

| N | Схема | Коэффициент μ и область применения схем |
|----|---|--|
| 1. | <p>а)</p> <p>б)</p> <p>ВАРИАНТ 1</p> <p>ВАРИАНТ 2</p> <p>0,75 μ 0,25 μ</p> <p>0,5 l 0,5 l</p> <p>ВАРИАНТ 3</p> <p>$\mu = 1,4$</p> <p>$\mu = 0,6$ $\mu = 0,6$</p> <p>0,5 l 0,25 l 0,25 l</p> | <p>$\mu = 1$ при $\alpha \leq 25$; $\mu = 0$ при $\alpha \geq 60$.</p> <p>Варианты 2 и 3 следует учитывать для зданий с двускатными покрытиями (профиль б), при этом</p> <p>вариант 2 - при $20 \leq \alpha \leq 30$;</p> <p>вариант 3 - при $10 \leq \alpha \leq 30$</p> <p>только при наличии ходовых мостиков или аэрационных устройств по коньку покрытия</p> |

| N | Схема | Коэффициент μ и область применения схем |
|---|-------|---|
|---|-------|---|

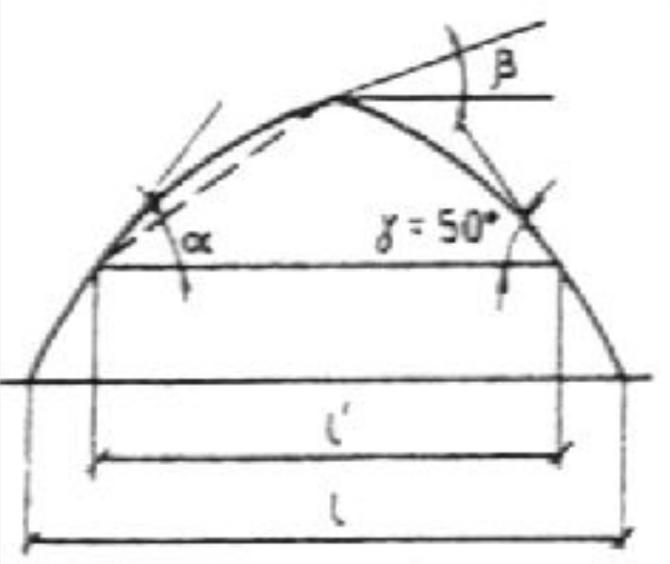
2. Здания со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями



$$\mu_1 = \cos(1,8\alpha);$$

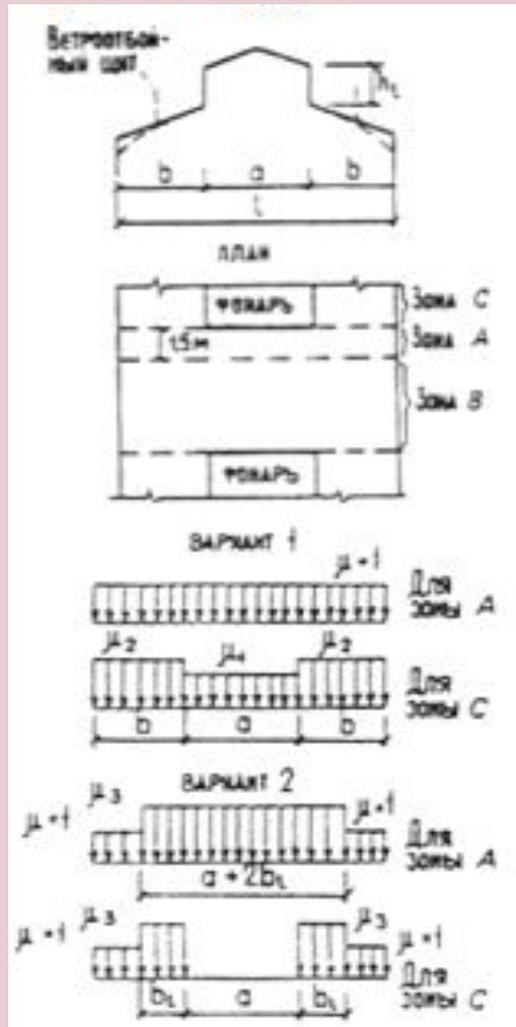
$$\mu_2 = 2,4\sin(1,4\alpha),$$

где α - уклон покрытия, град

| N | Схема | Коэффициент μ и область применения схем |
|-----|--|---|
| 2'. | Покрытия в виде стрельчатых арок.  | При $\beta \geq 15$ необходимо использовать схему 1, б , принимая $l \Rightarrow l'$ при $\beta < 15$ - схему 2. |

| N | Схема | Коэффициент μ и область применения схем |
|---|-------|---|
|---|-------|---|

3. Здания с продольными фонарями закрытыми сверху



$$\mu_1 = 0.8; \quad \mu_2 = 1 + 0.1 \frac{a}{b}$$

$$\mu_3 = 1 + 0.5 \frac{a}{b_1}, \text{ но не более:}$$

4,0 - для ферм и балок при нормативном значении веса покрытия **1,5** кПа и менее;

2,5 - для ферм и балок при нормативном значении веса покрытия свыше **1,5** кПа;

2,0 - для железобетонных плит пролетом **6** м и менее и для стального профилированного настила;

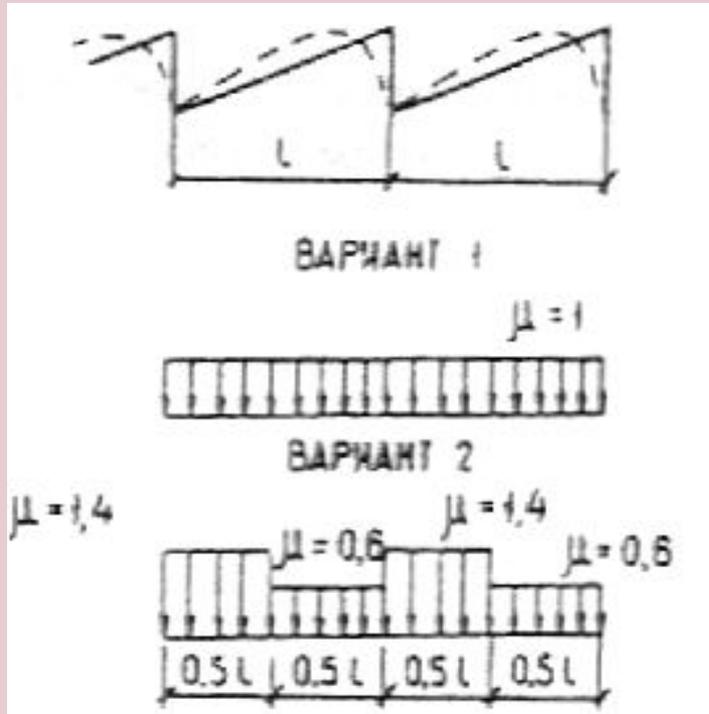
2,5 - для железобетонных плит пролетом свыше **6** м, а также для прогонов независимо от пролета;

но не более **b**.

$$b_1 = h_1,$$

N**Схема****Коэффициент μ и область применения схем****4. Шедовые покрытия.**

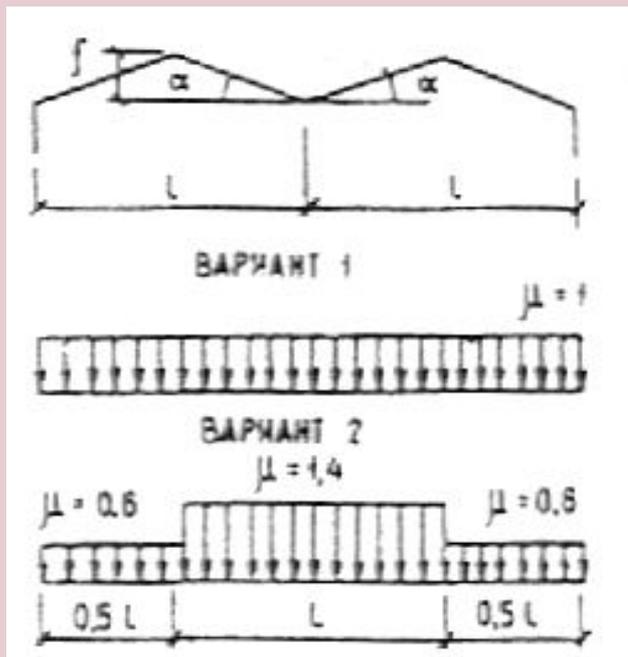
Схемы следует применять для шедовых покрытий, в том числе с наклонным остеклением и сводчатым очертанием кровли.



N**Схема****Коэффициент μ и область применения схем**

5. Двух- и многопролетные здания с двускатными покрытиями

Вариант **2** следует учитывать при $\alpha \geq 15$.



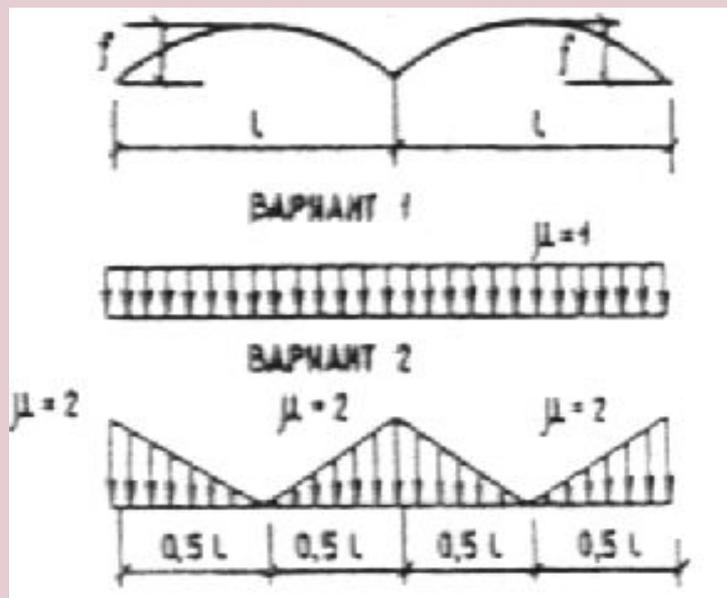
N**Схема****Коэффициент μ и область применения схем**

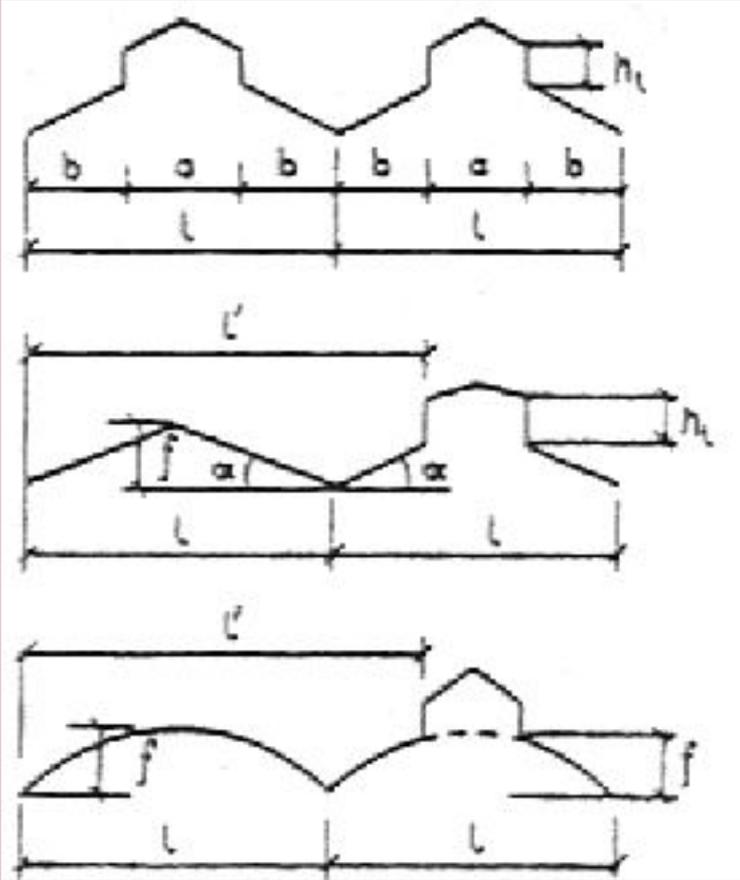
- 6.** Двух- и многопролетные здания со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями.

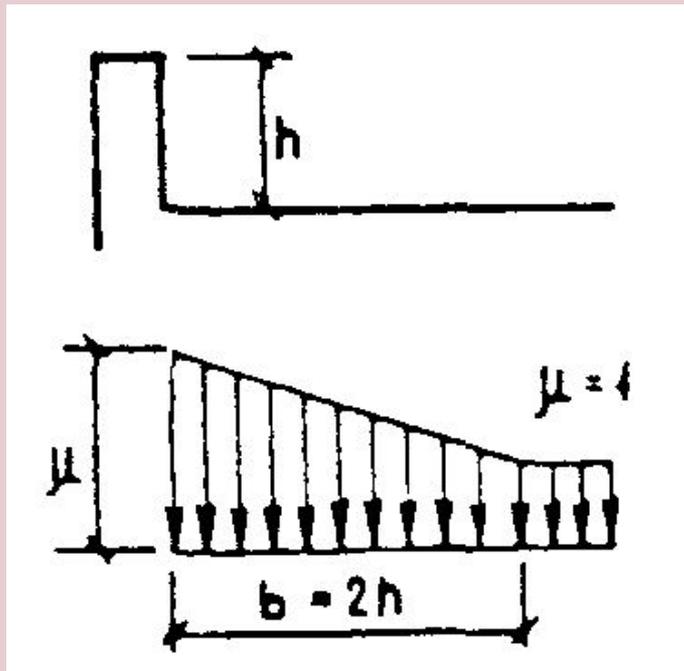
Вариант **2** следует

учитывать при $\frac{f}{l} > 0.1$.

Для железобетонных плит покрытий значения коэффициентов μ следует принимать не более **1,4**.



| N | Схема | Коэффициент μ и область применения схем |
|----|---|--|
| 7. | <p>Двух- и многопролетные здания с двускатными и сводчатыми покрытиями с продольным фонарем.</p>  | <p>Коэффициент μ следует принимать для пролетов с фонарем в соответствии с вариантами 1 и 2 схемы 3,</p> <p>для пролетов без фонаря - с вариантами 1 и 2 схем 5 и 6.</p> <p>Для плоских двускатных ($\alpha < 15$) и сводчатых покрытий при $l > 48$ м следует учитывать местную повышенную нагрузку, как у перепадов.</p> |

N**Схема****Коэффициент μ и область применения схем****10.** Покрытие с парапетами.

Схему следует применять при

$$h > \frac{s_0}{2}$$

(h - в м; s_0 - в кПа);

но не более **3**.

$$\mu = \frac{2h}{s_0},$$

но не более **3**.

N**Схема****Коэффициент μ и область применения схем**

11. Участки покрытий, примыкающие к возвышающимся над кровлей вентиляционным шахтам и другим надстройкам.

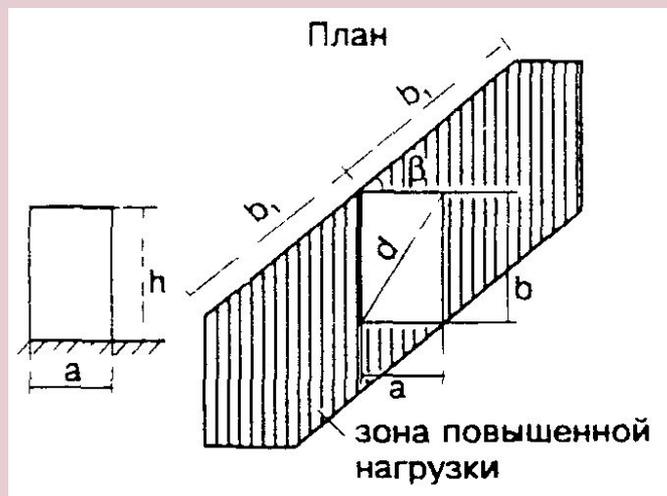


Схема относится к участкам с надстройками с диагональю основания не более **15 м**.

В зависимости от конструкции необходимо учитывать самое неблагоприятное положение зоны повышенной нагрузки (при произвольном угле β).

Коэффициент μ , постоянный в пределах указанной зоны, следует принимать равным:

1,0 при $d \leq 1,5$ м;

$\frac{2h}{s_0}$ при $d > 1,5$ м,

но не менее **1,0** и не более:

1,5 при $1,5 < d \leq 5$ м;

2,0 при $5 < d \leq 10$ м;

2,5 при $10 < d \leq 15$ м;

$b_1 = 2h$, но не более **2d**

Воздействия ветра.

Для зданий и сооружений необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

- а) основной тип ветровой нагрузки (в дальнейшем - «ветровая нагрузка»);
- б) пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления;
- в) резонансное вихревое возбуждение;
- г) аэродинамические неустойчивые колебания типа галопирования, дивергенции и флаттера.

Ветровая нагрузка.

Нормативное значение ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих:

$$w = w_m + w_p$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m

$$w_m = w_0 k(z_e) c,$$

где w_0 - нормативное, значение ветрового давления;

$k(z_e)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e

• c - аэродинамический коэффициент, определяемый по приложению СНиП.

Нормативное значение ветрового давления w_0 принимается в зависимости от ветрового района по таблице

| Ветровые районы | 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 |

Эквивалентная высота z_e определяется следующим образом.

1. Для башенных сооружений, мачт, труб и т.п. сооружений

$$z_e = z.$$

2. Для зданий:

а) при $h \leq d \rightarrow z_e = h$

б) при $h \leq 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$

для $0 < z < h - d \rightarrow z_e = d$

в) при $h > 2d$

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$

для $d < z < h - d \rightarrow z_e = z$

для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d.$

Здесь z - высота от поверхности земли;

d - размер здания в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер);

h - высота здания.

Коэффициент $k(z_e)$ определяется по таблице СНиП или по формуле:

$$k(z_e) = k_{10}(z_e/10)^{2\alpha}$$

Значения параметров k_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблице.

| Параметр | Тип местности | | |
|--------------|---------------|-------------|-------------|
| | А | В | С |
| α | 0,15 | 0,20 | 0,25 |
| k_{10} | 1,0 | 0,65 | 0,4 |
| ζ_{10} | 0,76 | 1,06 | 1,78 |

А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее **10** м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более **10** м;

С - городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более **25** м.

Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии **$30h$** - при высоте сооружения **h** до **60** м и на расстоянии **2** км - при **$h > 60$** м.

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p на эквивалентной высоте z_e следует определять следующим образом:

а) для сооружений (и их конструктивных элементов), у которых первая частота собственных колебаний $f_1 > [f_1]$ Гц (больше предельного значения собственной частоты f_1) - по формуле:

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v$$

$\zeta(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый для эквивалентной высоты z_e по формуле:

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} (z_e/10)^{-\alpha}.$$

v - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра, определяемый по таблице СНиП.

б) для всех сооружений (и их конструктивных элементов), у которых $f_1 < [f_1]$ и $f_2 < [f_2]$, - по формуле

$$w_p = w_m \xi \zeta(z_e) v,$$

где f_2 - вторая собственная частота;

ξ - коэффициент динамичности, определяемый по рисунку СНиП в зависимости от параметра логарифмического декремента колебаний δ .

в) для сооружений, у которых вторая собственная частота меньше предельной, необходимо производить динамический расчет с учетом **s** первых форм собственных колебаний.

Число **s** следует определять из условия

$$f_s < [f_1] < f_{s+1};$$

Усилия и перемещения при учете динамической реакции по **s** собственным формам определяются по формуле:

$$X^2 = \sum X_s^2,$$

где X - суммарные усилия или перемещения;

X_s - усилия или перемещения по **s**-й форме колебаний.

Предельное значение частоты собственных колебаний f_1 , Гц, следует определять по таблице:

| Ветровые районы | f_1 , Гц | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| | $\delta = 0,3$ | $\delta = 0,15$ |
| Ia | 0,85 | 2,6 |
| I | 0,95 | 2,9 |
| II | 1,1 | 3,4 |
| III | 1,2 | 3,8 |
| IV | 1,4 | 4,3 |
| V | 1,6 | 5,0 |
| VI | 1,7 | 5,6 |
| VII | 1,9 | 5,9 |

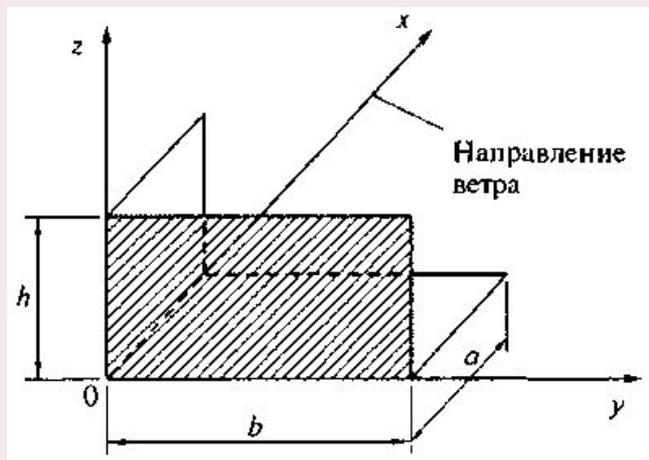
Значение логарифмического декремента колебаний δ следует принимать:

а) для железобетонных и каменных сооружений, а также для зданий со стальным каркасом при наличии ограждающих конструкций $\delta = 0,3$;

б) для стальных сооружений футерованных дымовых труб, аппаратов колонного типа, в том числе на железобетонных постаментов $\delta = 0,15$.

Коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления \mathbf{v} следует определять для расчетной поверхности сооружения или отдельной конструкции, для которой учитывается корреляция пульсаций.

Расчетная поверхность включает в себя те части наветренных и подветренных поверхностей, 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, то коэффициент \mathbf{v} следует определять по таблице СНиП в зависимости от параметров ρ и χ , принимаемых по таблице:

| | | |
|--|-------------|----------|
| Основная координатная плоскость, параллельно которой расположена расчетная поверхность | ρ | χ |
| zoу | b | h |
| zox | 0,4a | h |
| хоу | b | a |

При расчете сооружения в целом размеры расчетной поверхности следует определять с учетом указаний приложения СНиП, при этом для решетчатых сооружений в качестве расчетной поверхности необходимо принимать размеры расчетной поверхности по его внешнему контуру.

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке следует принимать равным **1,4**.

НАГРУЗКИ ОТ МОСТОВЫХ И ПОДВЕСНЫХ КРАНОВ.

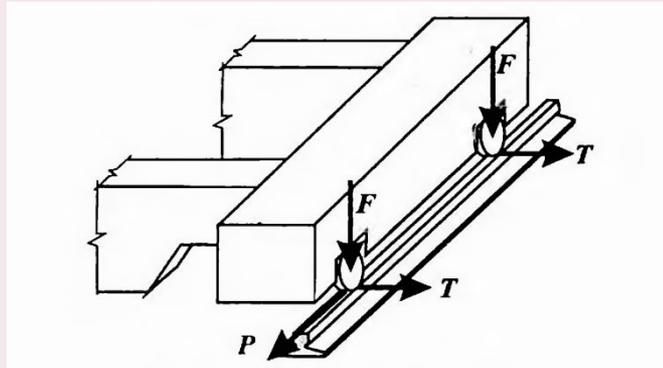


Рис. Компоненты нагрузки мостового крана.

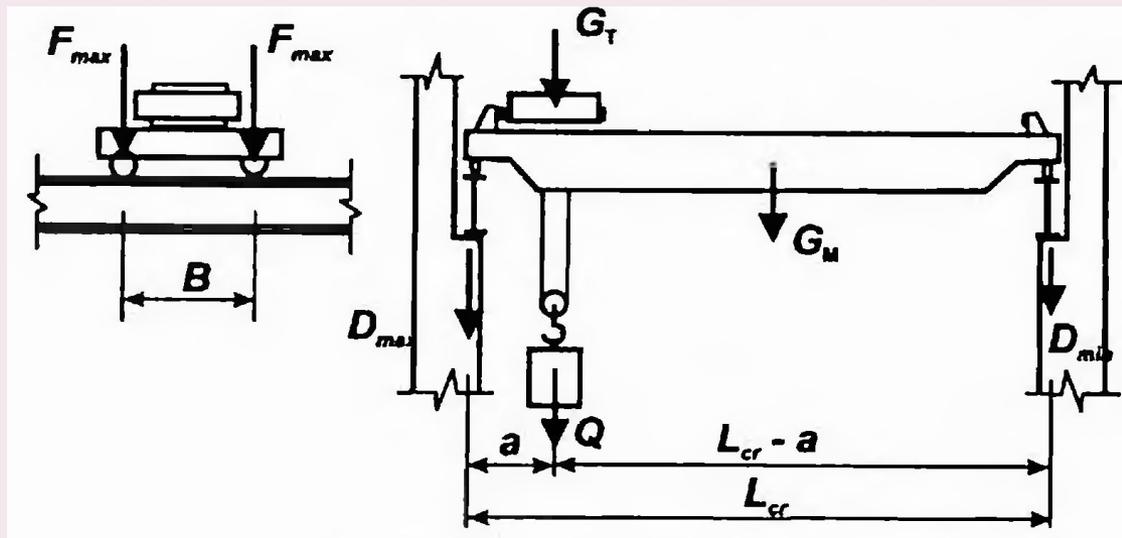


Рис. К определению давления колес мостового крана

а) максимальное давление на стороне крана, к которой максимально приближена тележка с грузом:

$$F_{\max}^n = \left[\frac{G_M}{2} + \frac{(Q + G_T)(L_{cr} - a)}{L_{cr}} \right] \frac{1}{n_0},$$

где Q – грузоподъемность крана, G_M – вес моста крана, G_T – вес тележки крана, L_{cr} – пролет крана, a – минимальное приближение крюка крана к оси кранового рельса, n_0 – число колес на одной стороне крана;

б) минимальное давление на колесо на противоположной стороне крана

$$F_{\min}^n = \left[\frac{G_M}{2} + \frac{(Q + G_T)a}{L_{cr}} \right] \frac{1}{n_0}$$

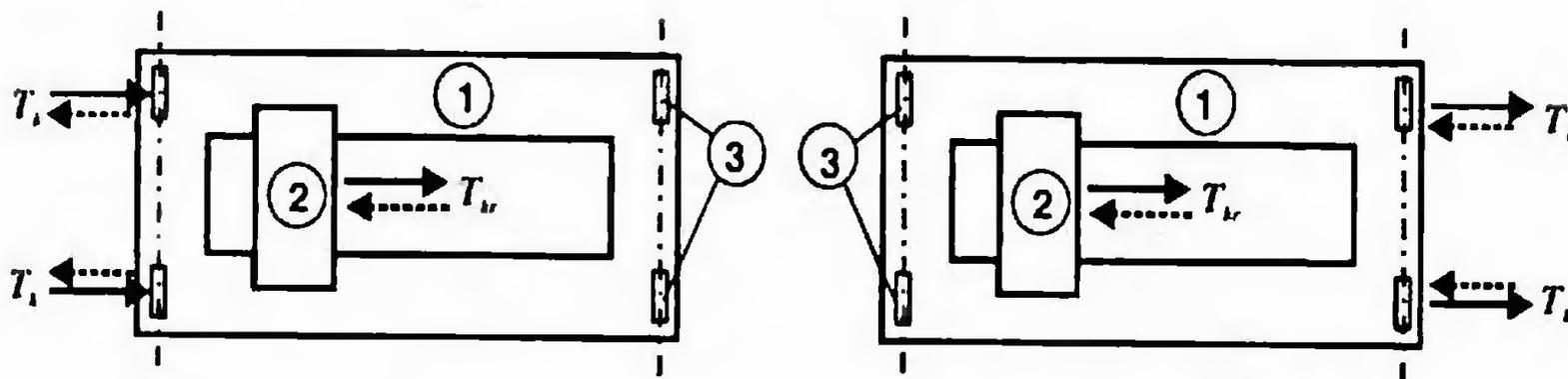


Схема приложения крановых тормозных сил согласно СНиП 2.01.07-85: 1 – мост крана; 2 – тележка; 3 – колеса крана

- для кранов с гибким подвесом груза — 0,05 суммы подъемной силы крана Q и веса тележки G_T :

$$T_{kr}^n = 0,05(Q + G_T)$$

- для кранов с жестким подвесом груза — 0,1 суммы подъемной силы крана и веса тележки

$$T_{kr}^n = 0,1(Q + G_T)$$

При этом принимается, что нагрузка передается на одну сторону (балку) кранового пути, распределяется поровну между всеми опирающимися на нее колесами крана и может быть направлена как внутрь, так и наружу рассматриваемого пролета

Тормозное усилие, передающееся на одно колесо, определяется поэтому как $T_k^n = T_{kr}^n / n_0$, где n_0 — число колес на одной стороне крана.

1. Нагрузки от мостовых и подвесных кранов следует определять в зависимости от групп режимов их работы, устанавливаемых **ГОСТ 25546**, от вида привода и от способа подвеса груза.

2. Нормативные значения вертикальных нагрузок, передаваемых колесами кранов на балки кранового пути, и другие необходимые для расчета данные следует принимать в соответствии с требованиями государственных стандартов на краны, а для нестандартных кранов - в соответствии с данными, указанными в паспортах заводов-изготовителей.

3. Нормативное значение горизонтальной нагрузки, направленной вдоль кранового пути и вызываемой торможением моста электрического крана, следует принимать равным **0,1** полного нормативного значения вертикальной нагрузки на тормозные колеса рассматриваемой стороны крана.

4. Нормативное значение горизонтальной нагрузки, направленной поперек кранового пути и вызываемой торможением электрической тележки, следует принимать равным:

-для кранов с гибким подвесом груза - **0,05** суммы подъемной силы крана и веса тележки;

-для кранов с жестким подвесом груза - **0,1** суммы подъемной силы крана и веса тележки.

5. Коэффициент надежности по нагрузке для крановых нагрузок следует принимать равным $\gamma_f = 1,2$ для всех режимов работы.

6. При учете местного и динамического действия сосредоточенной вертикальной нагрузки от одного колеса крана полное нормативное значение этой нагрузки следует умножать при расчете прочности балок крановых путей на дополнительный коэффициент, равный:

1,8 - для группы режима работы кранов **8К** с жестким подвесом груза;

1,7 - для группы режима работы кранов **3К** с гибким подвесом груза;

1,6 - для группы режима работы кранов **7К**;

1,4 - для группы режима работы кранов **6К**;

1,2 - для остальных групп режимов работы кранов.

7. При проверке местной устойчивости стенок балок значение коэффициента надежности по нагрузке следует принимать равным **1,2**.

8. При расчете прочности и устойчивости балок кранового пути и их креплений к несущим конструкциям расчетные значения вертикальных крановых нагрузок следует умножать на коэффициент динамичности, равный **1,2** независимо от шага колонн.

9. Вертикальные нагрузки при расчете прочности и устойчивости рам, колонн, фундаментов, а также оснований в зданиях с **мостовыми кранами** в нескольких пролетах (в каждом пролете на одном ярусе) следует принимать на каждом пути не более чем **от двух** наиболее неблагоприятных по воздействию кранов, а при учете совмещения в одном створе кранов разных пролетов - не более чем **от четырех** наиболее неблагоприятных по воздействию кранов.

10. Вертикальные нагрузки при расчете прочности и устойчивости рам, колонн, стропильных и подстропильных конструкций, фундаментов, а также оснований зданий с **подвесными кранами** на одном или нескольких путях следует принимать на каждом пути не более чем **от двух** наиболее неблагоприятных по воздействию кранов.

При учете совмещения в одном створе подвесных кранов, работающих на разных путях, вертикальные нагрузки следует принимать:

не более чем от двух кранов:

- для колонн, подстропильных конструкций, фундаментов и оснований крайнего ряда при двух крановых путях в пролете;

не более чем от четырех кранов:

- для колонн, подстропильных конструкций, фундаментов и оснований среднего ряда;

- для колонн, подстропильных конструкций, фундаментов и оснований крайнего ряда при трех крановых путях в пролете;

- для стропильных конструкций при двух или трех крановых путях в пролете.

11. Горизонтальные нагрузки при расчете прочности и устойчивости балок крановых путей, колонн, рам, стропильных и подстропильных конструкций, фундаментов, а также оснований следует учитывать не более чем от двух наиболее неблагоприятных по воздействию кранов, расположенных на одном крановом пути или на разных путях в одном створе.

При этом для каждого крана необходимо учитывать только одну горизонтальную нагрузку (поперечную или продольную).

12. При учете двух кранов нагрузки от них необходимо умножать на коэффициент сочетаний:

$\psi_c = 0,85$ - для групп режимов работы кранов **1К-6К**;

$\psi_c = 0,95$ - для групп режимов работы кранов **7К, 8К**.

При учете четырех кранов нагрузки от них необходимо умножать на коэффициент сочетаний:

$\psi_c = 0,7$ - для групп режимов работы кранов **1К-6К**;

$\psi_c = 0,8$ - для групп режимов работы кранов **7К, 8К**.

Вертикальные нагрузки подвесных кранов.

Действующими нормами вертикальные нагрузки от подвесных кранов принимаются по аналогии с мостовыми кранами среднего режима (4К – 6К) с коэффициентами надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,1$ и коэффициентами сочетаний $\psi = 0.85$ для двух кранов и $\psi = 0.7$ для четырех кранов; динамическое воздействие подвесных кранов не учитывается |

Горизонтальные нагрузки подвесных кранов определяются также по аналогии с мостовыми кранами среднего режима.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.

1. В случаях, предусмотренных нормами проектирования конструкций, следует учитывать изменение во времени Δt средней температуры и перепад температуры по сечению элемента.

2. Значения изменений средних температур по сечению элемента соответственно в теплое Δt_w и холодное Δt_c время года следует определять по формулам:

$$\Delta t_w = t_w - t_{0c}; \quad \Delta t_c = t_c - t_{0w},$$

где

t_w, t_c - нормативные значения средних температур по сечению элемента в теплое и холодное время года;

t_{0w}, t_{0c} - начальные температуры в теплое и холодное время года.

3. Нормативные значения средних температур t_w и t_c и перепадов температур по сечению элемента в теплое ϑ_w и холодное ϑ_c время года для однослойных конструкций следует определять по таблице

| Конструкции зданий | Здания и сооружения в стадии эксплуатации | | |
|--|---|---|--|
| | неотапливаемые здания и открытые сооружения | отапливаемые здания | здания с искусственным климатом или с постоянными технологическими источниками тепла |
| Не защищенные от воздействия солнечной радиации (в том числе наружные ограждающие) | $t_w = t_{ow} + \theta_1 + \theta_4$ | | $t_w = t_{lw} + 0,6(t_{ow} - t_{lw}) + \theta_2 + \theta_4$ |
| | $\vartheta_w = \theta_5$ | | $\vartheta_w = 0,8(t_{ow} - t_{lw}) + \theta_3 + \theta_5$ |
| | $t_c = t_{ec} - 0,5\theta_1$ | $t_c = t_{lc} + 0,6(t_{ec} - t_{lc}) - 0,5\theta_2$ | |
| | $\vartheta_c = 0$ | $\vartheta_c = 0,8(t_{ec} - t_{lc}) - 0,5\theta_3$ | |
| Защищенные от воздействия солнечной радиации (в том числе внутренние) | $t_w = t_{ow}$ | | $t_w = t_{lw}$ |
| | $\vartheta_w = 0$ | | |
| | $t_c = t_{ec}$ | $t_c = t_{lc}$ | |
| | $\vartheta_c = 0$ | | |

t_{ew}, t_{ec} - средние суточные температуры наружного воздуха соответственно в теплое и холодное время года;

t_{iw}, t_{ic} - температуры внутреннего воздуха помещений соответственно в теплое и холодное время года, принимаемые по ГОСТ или по строительному заданию на основании технологических решений;

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ - приращения средних по сечению элемента температур и перепада температур от суточных колебаний температуры наружного воздуха, принимаемые по таблице;

θ_4, θ_5 - приращения средних по сечению элемента температур и перепада температур от солнечной радиации.

| Конструкции зданий | Приращения температуры $\theta, \square \text{C}$ | | |
|---|---|------------|------------|
| | θ_1 | θ_2 | θ_3 |
| Металлические | 8 | 6 | 4 |
| Железобетонные, бетонные, армокаменные и каменные толщиной, см: | | | |
| до 15 | 8 | 6 | 4 |
| от 15 до 39 | 6 | 4 | 6 |
| св. 40 | 2 | 2 | 4 |

Средние суточные температуры наружного воздуха в теплое t_{ew} и холодное t_{ec} время года следует определять по формулам:

$$t_{ew} = t_{\text{VII}} + \Delta_{\text{VII}}; \quad t_{ec} = t_{\text{I}} - \Delta_{\text{I}},$$

где $t_{\text{I}}, t_{\text{VII}}$ - многолетние средние месячные температуры воздуха в январе и июле, принимаемые соответственно по картам **5** и **6** обязательного приложения; $\Delta_{\text{I}}, \Delta_{\text{VII}}$ - отклонения средних суточных температур от средних месячных (Δ_{I} - принимается по карте обязательного приложения, $\Delta_{\text{VII}} = 6 \text{ }^\circ\text{C}$).

Приращения θ_4 и θ_5 , град. С, следует определять по формулам:

$$\theta_4 = 0,05 \rho S_{\max} k k_1; \quad \theta_5 = 0,05 \rho S_{\max} k (1 - k_1),$$

где ρ - коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности конструкции, принимаемый по СНиП **II-3-79***;

S_{\max} - максимальное значение суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, Вт/м², принимаемое по СНиП **2.01.01-82**;

k - коэффициент, принимаемый по таблице;

k_1 - коэффициент, принимаемый по таблице.

| Вид и ориентация поверхности (поверхностей) | Коэффициент k |
|--|-----------------|
| Горизонтальная | 1,0 |
| Вертикальные, ориентированные на: | |
| юг | 1,0 |
| запад | 0,9 |
| восток | 0,7 |

| Конструкции зданий | Коэффициент k_1 |
|---|-------------------|
| Металлические | 0,7 |
| Железобетонные, бетонные, армокаменные и каменные толщиной, см: | |
| до 15 | 0,6 |
| от 15 до 39 | 0,4 |
| св. 40 | 0,3 |

Начальную температуру, соответствующую замыканию конструкции или ее части в законченную систему, в теплое t_{0w} и холодное t_{0c} время года следует определять по формулам:

$$t_{0w} = 0,8t_{YII} + 0,2t_I; \quad t_{0c} = 0,2t_{YII} + 0,8t_I.$$

Коэффициент надежности по нагрузке γ_t для температурных климатических воздействий Δt и ϑ следует принимать равным **1,1**.