

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СОСУДЫ И АППАРАТЫ. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ УСИЛИЙ ДЛЯ АППАРАТОВ КОЛОННОГО ТИПА ОТ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК И СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

ГОСТ 24756—81
(СТ СЭВ 1644—79)

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 66.023.23.001.24:006.354 Группа Г02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СОСУДЫ И АППАРАТЫ. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий

Vessels and apparatuses. Norms and methods of strenght calculation. Rated strength calculation of column type apparatuses from wind loads and seismic influence

ОКП 36 1510

ГОСТ 24756—81 (СТ СЭВ 1644—79)

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15 мая 1981 г. № 2410 срок введения установлен

с 01.07. 1981 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает метод определения расчетных усилий, возникающих в элементах аппаратов колонного типа постоянного и переменного по высоте сечений от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий.

Сочетания нагрузок при различном состоянии аппаратов колонного типа (монтаж, испытание, эксплуатация) — по ГОСТ 14249—80

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1644—79.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Расчету на ветровую нагрузку подлежат аппараты колонного типа, высотой более 10 м при $H \geqslant 1{,}5\ D_{min}$, а также высотой менее 10 м при $H > 5\ D_{min}$ (где D_{min} — наименьший из наружных диаметров аппарата), устанавливаемые на открытом воздухе.

1.2. Расчету на сейсмическое воздействие подлежат аппараты колонного типа, предназначенные для установки в районах с сейсмичностью 7 и более баллов (по 12-балльной шкале).

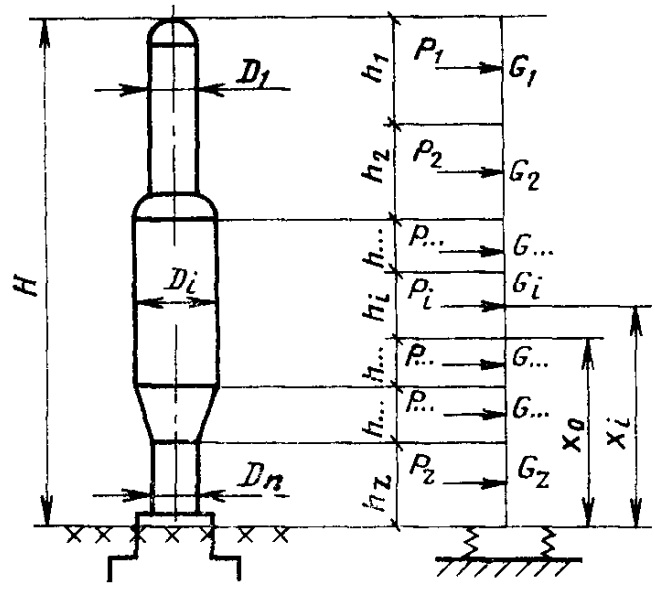
1.3. Расчетная схема

1.3.1. В качестве расчетной схемы аппарата колонного типа принимают консольный упруго защемленный стержень (черт. 1).

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1981

Расчетная схема аппарата колонного типа



Черт. 1

1.3.2. Аппарат по высоте разбивается на z участков, где $h_z \leqslant 10$ м.

1.3.3. Вес участка аппарата принимается сосредоточенным в середине участка.

Ветровая нагрузка, распределенная непрерывно по высоте аппарата, заменяется сосредоточенными горизонтальными силами, приложенными в серединах z участков.

Сейсмические силы прикладываются горизонтально в серединах z участков.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

2.1. Период основного тона собственных колебаний аппарата постоянного сечения с приблизительно равномерно распределенной по высоте аппарата массой следует определять по формуле (1)

$$T = T_0 \sqrt{1 + \frac{4EI}{HC_F I_F}}, \qquad (1)$$

где

$$T_0 = 1{,}8H \sqrt{\frac{G}{g} \cdot \frac{H}{EI}} \qquad (2)$$

или по графику, приведенному на черт. 2.

При отсутствии данных о фундаменте в первом приближении допускается принимать $T \approx T_0$.

2.2. Период основного тона собственных колебаний аппарата переменного сечения следует определять по формуле (3)

$$T=2\pi H\sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{z} G_i\cdot\alpha_i^2}{g\left(\frac{H}{2EI_1}\cdot\gamma+\frac{1}{C_F I_F}\right)}}, \qquad (3)$$

где C_F — определяется по данным инженерной геологии; при отсутствии таких данных C_F выбирается в зависимости от плотности грунтов по табл. 1;

α_i — относительное перемещение центров тяжести участков рассчитывается по формуле (4)

$$\alpha_i=\gamma\frac{H}{2EI_1}\beta_i+\frac{x_i}{HC_F I_F}, \qquad (4)$$

где β_i — коэффициент, определяемый по черт. 3.

γ — коэффициент, определяемый по формуле (5).

$$\gamma=\frac{2}{H^3}\left[H_1^3(\Delta+\lambda)+H_2^3\mu+2\frac{I_1}{I_2}H_1\cdot H_2\cdot H_3\right] \qquad (5)$$

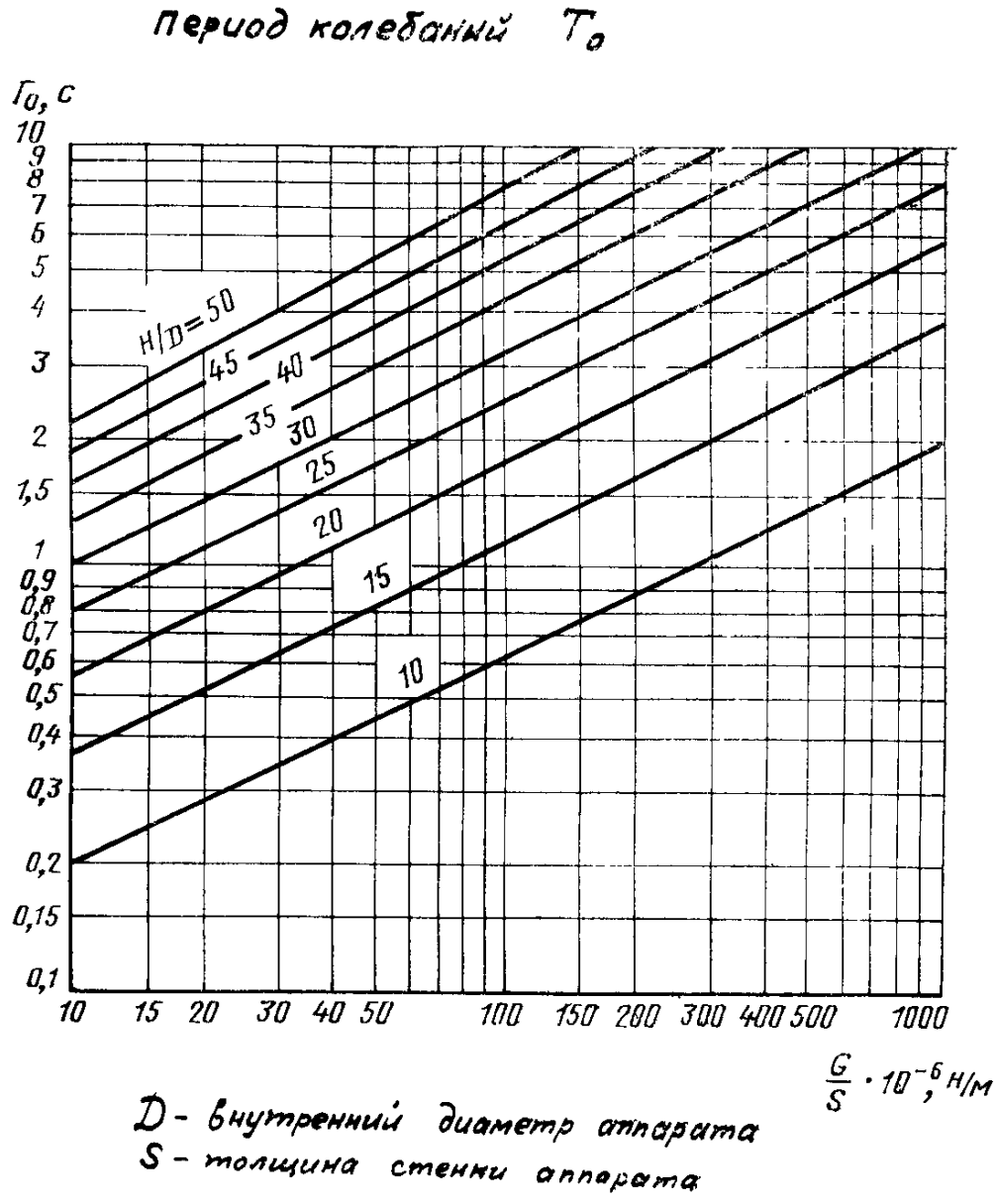
Для аппаратов с двумя переменными жесткостями I_1 и I_2 в формуле (5) следует принимать $H_3=0$, то же по черт. 4; Δ, λ, μ — определяют по черт. 4.

Таблица 1

Грунт	Коэффициент неравномерности сжатия грунта, Н/м³ (тс/м³)
Слабые грунты (материал и шлам в пластичном состоянии, пылевой песок в состоянии средней плотности)	$6\cdot10^7(6\cdot10^3)$
Грунты средней плотности (материалы и шлам на границе течения, песок средней плотности)	$6\cdot10^7\div10^8(6\cdot10^3\div10^4)$
Плотные грунты (твердый глинистый шлам, гравий и гравийный песок, плотный лесс)	$10^8\div2\cdot10^8(10^4\div2\cdot10^4)$
Скальные грунты	$2\cdot10^8(2\cdot10^4)$

Примечание. Данные, приведенные в табл. 1, относятся к опорной площади более 10 м². При меньшей площади значения, указанные в табл. 1, необходимо умножить на $\frac{3,2}{\sqrt{A_F}}$, где A_F — площадь бетонного фундамента, м².

2.3. Общий период колебаний для групповых аппаратов, установленных на общем фундаменте и жестко связанных в горизонтальном направлении, следует определять по формуле (6)



Черт. 2

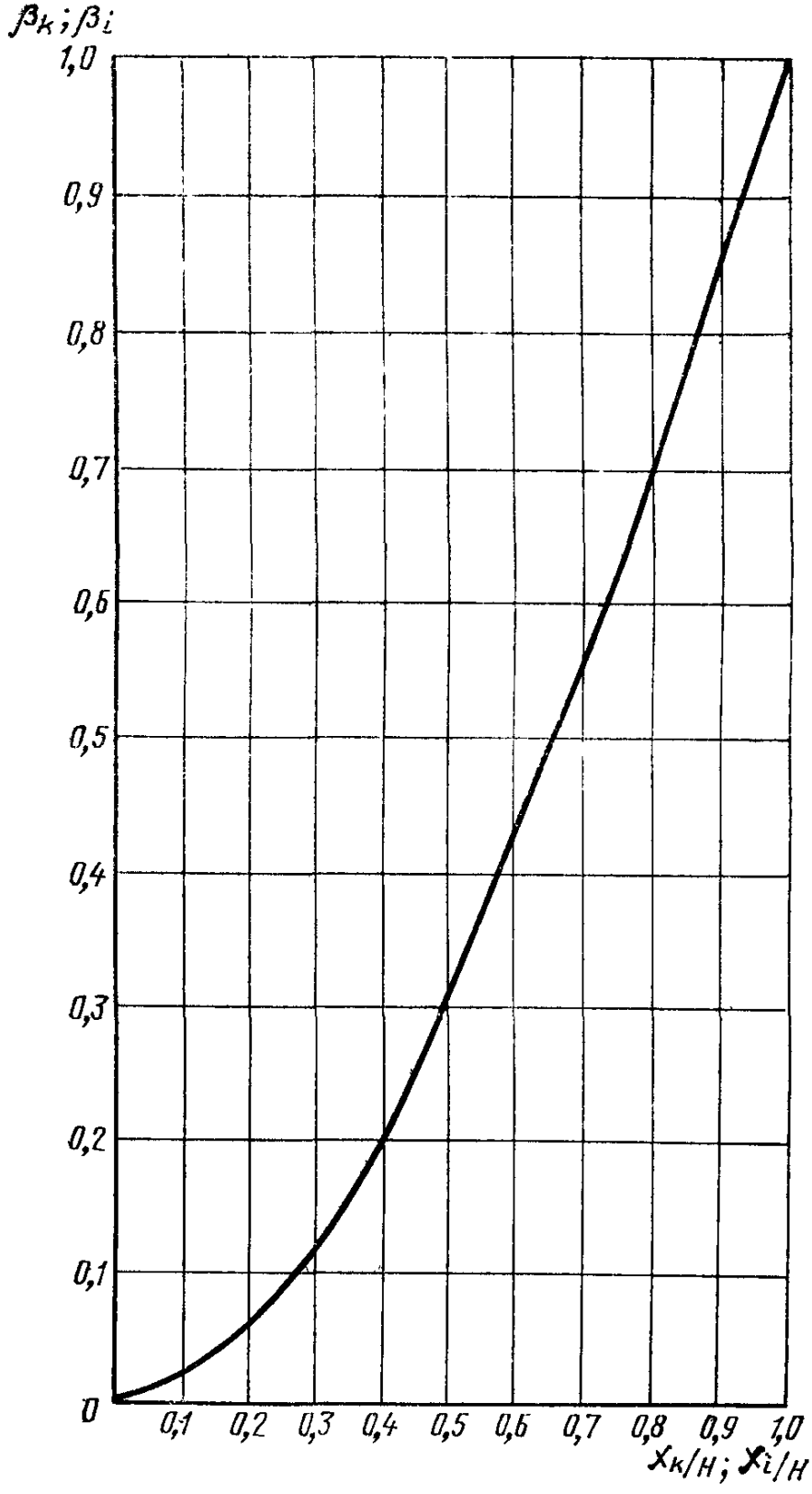
$$T = 3{,}63\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{zk} G_l \cdot H_l^2}{g \cdot C_F \cdot I_F}}. \qquad (6)$$

2.4. Допускается определять период собственных колебаний T, например, при числе переменных жесткостей более 3, другими методами.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА ОТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

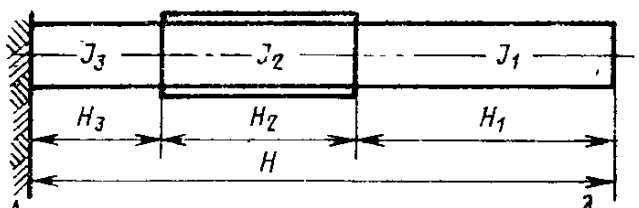
3.1. Изгибающий момент в расчетном сечении на высоте x_0 следует определять по формуле (7)

Коэффициенты β_k β_i



Черт. 3

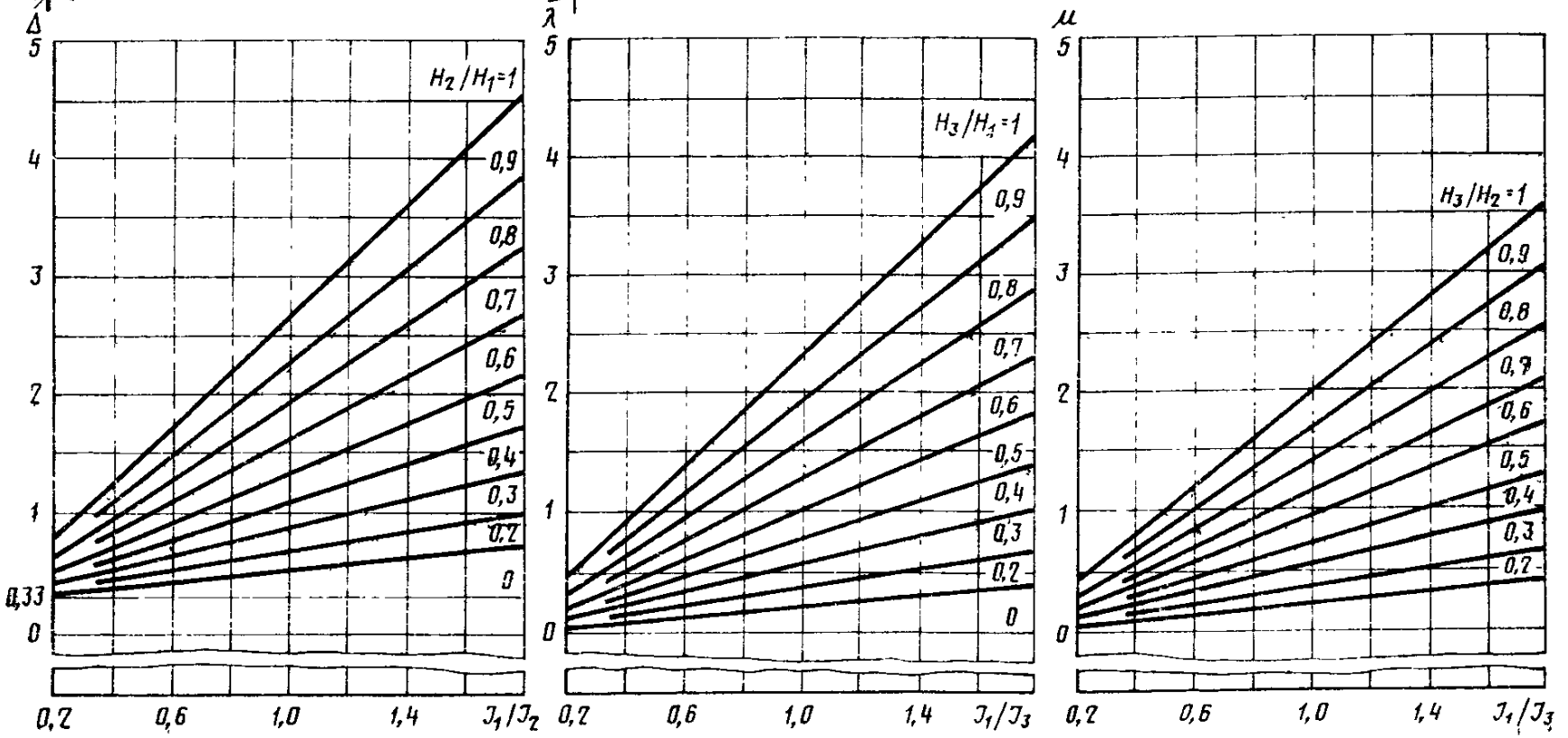
Коэффициенты Δ, λ, μ



$$\Delta = \frac{1}{3} + \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{H_2}{H_1}\left[\frac{1}{3}\left(\frac{H_2}{H_1}\right)^2 + \frac{H_2}{H_1} + 1\right]$$

$$\lambda = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_1}\left[\frac{1}{3}\left(\frac{H_3}{H_1}\right)^2 + \frac{H_3}{H_1} + 1\right]$$

$$\mu = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_2}\left(\frac{H_3}{H_2} + 1\right)$$



Черт. 4

$$M_v = \sum_{i=1}^{n} P_i(x_i - x_0) + \sum_{j=1}^{m} M_{vj} \qquad (7)$$

3.2. Ветровая нагрузка на i-м участке

$$P_i = P_{i\ st} + P_{i\ dyn}. \qquad (8)$$

3.3. Статическая составляющая ветровой нагрузки на i-м участке

$$P_{i\ st} = q_{i\ st} \cdot D_i \cdot h_i. \qquad (9)$$

3.4. Динамическая составляющая ветровой нагрузки на i-м участке

$$P_{i\ dyn} = \nu \cdot G_i \cdot \xi \cdot \eta_i. \qquad (10)$$

3.5. Нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки на середине i-го участка аппарата

$$q_{i\ st} = q_0 \Theta_i \cdot K, \qquad (11)$$

где q_0 — определяют по табл. 2;
Θ — определяют по черт. 6;
K — принимают по черт. 5.

Таблица 2

Районирование территории СССР по скоростным напорам ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII
Скоростной напор ветра q_0, Н/м² (кгс/м²)	270 (27)	350 (35)	450 (45)	550 (55)	700 (70)	850 (85)	1000 (100)

3.6. Коэффициент ξ в зависимости от параметра

$$\varepsilon = \frac{T\sqrt{q_0}}{840} \qquad \left(\varepsilon = \frac{T\sqrt{q_0}}{270}\right) \qquad (12)$$

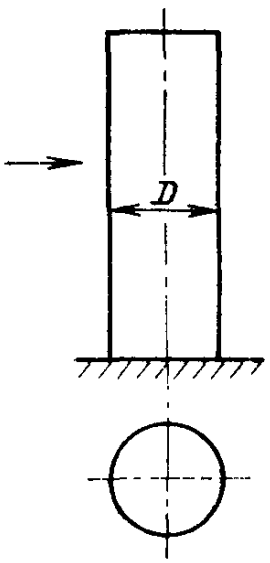
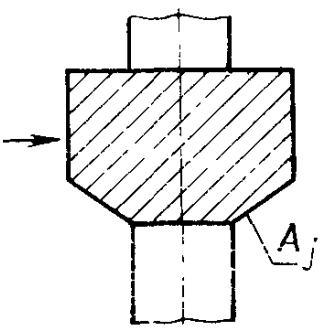
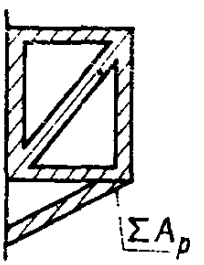
следует определять по графику, приведенному на черт. 7, а коэффициент ν — по табл. 3.

Таблица 3

Высота аппарата, м	До 45	60	120
Коэффициент, устанавливающий корреляцию пульсации скорости ветра ν при ε:			
0,05	0,7	0,65	0,6
0,1	—	0,75	0,65
0,2	—	—	0,75

Примечание. Промежуточные значения коэффициента в таблицах определяют линейной интерполяцией.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

Круговой цилиндр	Площадка* (общая площадь)	Площадка** (отдельный профиль)
		
$K=0{,}7$	$K=0{,}85$	$K=1{,}4$

* Учитывается общая площадь A_j, включая площадки.

** Учитывается сумма всех проекций профилей площадки ΣA_p на плоскость, перпендикулярную к направлению ветра.

Примечание. Допускается уменьшать K до 0,6, если отношение шероховатости поверхности к диаметру аппарата меньше $2 \cdot 10^{-4}$

Черт. 5

3.7. Приведенное относительное ускорение центра тяжести i-го участка

$$\eta_i = \alpha_i \frac{\sum\limits_{k=1}^{z} \alpha_k \cdot m_k \cdot P_{k\,st}}{\sum\limits_{k=1}^{z} \alpha_k^2 \cdot G_k}, \qquad (13)$$

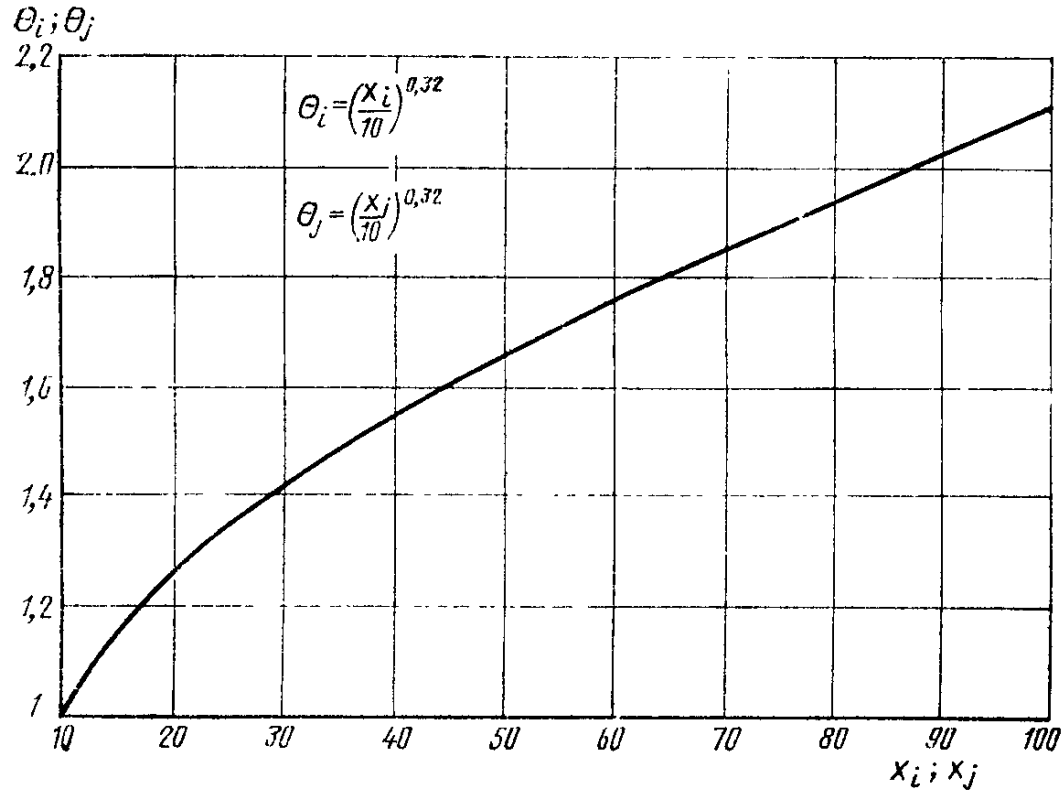
где α_i, α_k — относительное перемещение i-го и k-го участка при основном колебании (п. 2.2); m_k, m_j определяют по черт. 8.

3.8. Изгибающий момент в расчетном сечении на высоте x_0 от действия ветровой нагрузки на обслуживающую площадку j следует определять по формуле (14)

$$M_{vj} = 1{,}4 q_0 \Theta_j (x_j - x_0)(1 + 0{,}75 \xi_{\text{в}} x_j m_j) \Sigma A_p \qquad (14)$$

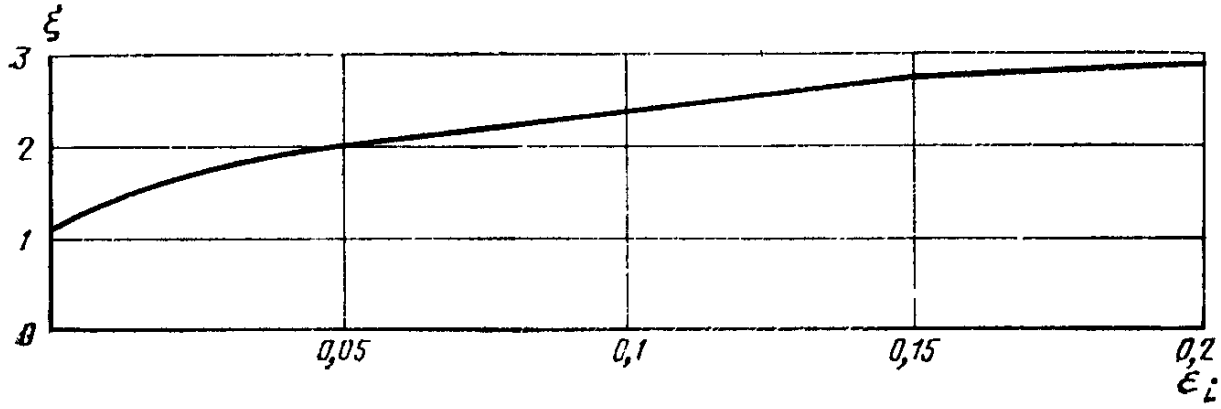
При отсутствии точных данных о форме площадки изгибающий момент M_{vj} определяют по формуле (15)

Коэффициент Θ_i, Θ_j.



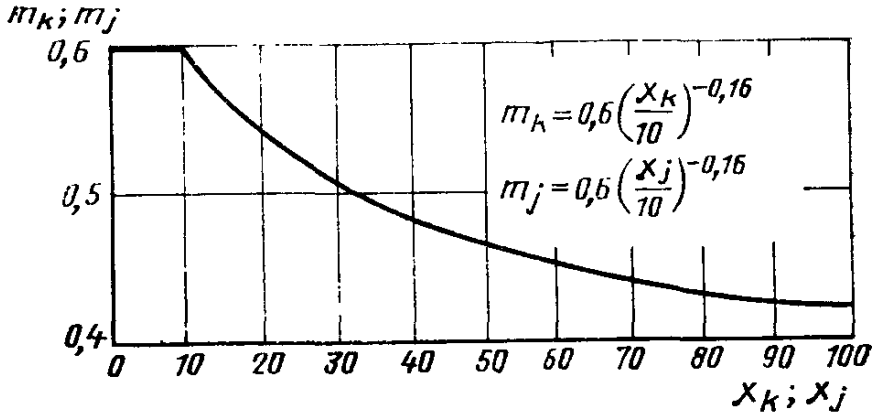
Черт. 6

Коэффициент ξ



Черт. 7

Коэффициенты m_k, m_j



Черт. 8

$$M_{vj}=0{,}85q_0\Theta_j(x_j-x_0)(1+0{,}75\xi\varkappa_j m_j)A_j, \qquad (15)$$

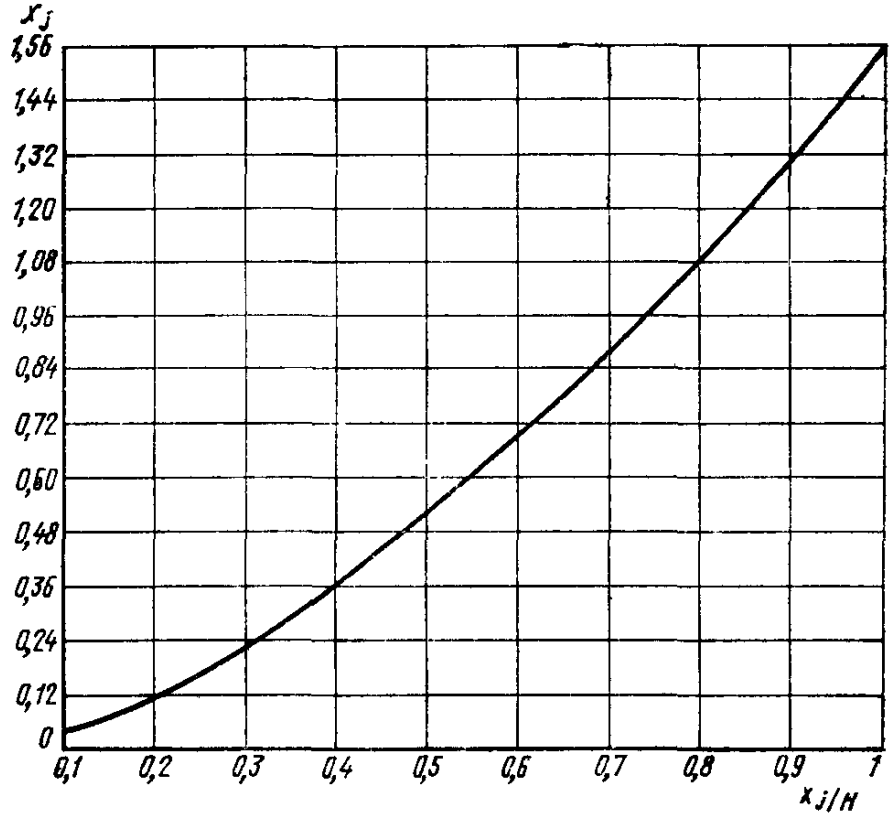
где ΣA_p, A_j — приведены на черт. 5;

$\varkappa_j$ — определяют по черт. 9;

m_j — определяют по черт. 8;

Θ_j — определяют по черт. 6.

Коэффициент $\varkappa_j$



Черт. 9

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ УСИЛИЙ ОТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

4.1. Изгибающий момент с учетом влияния высших форм колебаний.

4.1.1. Расчетная сейсмическая сила в середине i-го участка для первой формы колебаний колонны определяют по формуле (16)

$$S_i = K_s \cdot \beta \cdot G_i \cdot \alpha_i \frac{\sum\limits_{i=1}^{z} G_k \cdot \alpha_k}{\sum\limits_{i=1}^{z} G_k \cdot \alpha_k^2}, \qquad (16)$$

где β — определяют по черт. 10;

K_s — выбирают в зависимости от района установки колонны по табл. 4;

α_i, α_k — определяют по п. 3.2.

Таблица 4

Расчетная сейсмичность, баллы	7	8	9
Значение сейсмического коэффициента для средних грунтов K_s	0,025	0,050	0,100

4.1.2. Максимальный изгибающий момент в нижнем сечении колонны при учете только первой формы колебаний определяют по формуле (17)

$$M_{max} = \sum_{i=1}^{z} S_i \cdot x_i \qquad (17)$$

4.1.3. Расчетный изгибающий момент M_R в сечении x_0 с учетом влияния высших форм колебаний следует выбирать в зависимости от M_{max} по эпюре черт. 11.

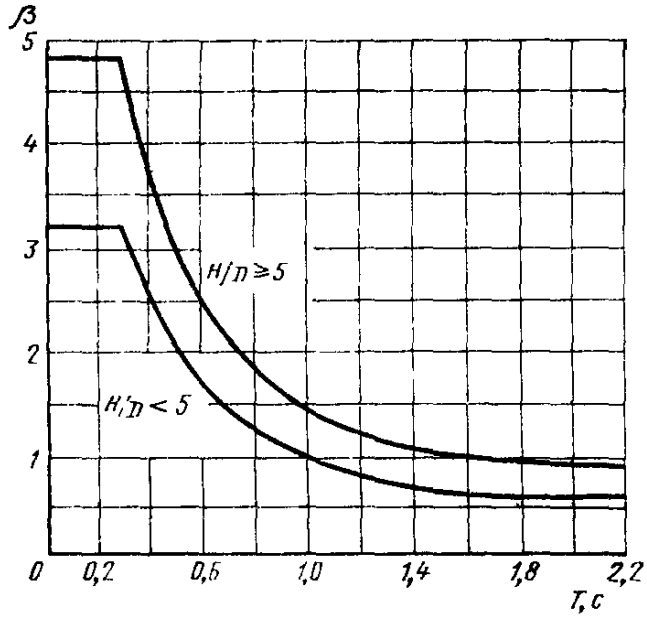
Расчетный изгибающий момент с учетом влияния высших форм колебаний при необходимости устанавливают специальными методами.

4.1.4. При отсутствии данных о фундаменте для аппаратов постоянного сечения с приблизительно равномерно распределенной по высоте аппарата массой допускается расчетный изгибающий момент в сечении x_0 определять по формуле (18)

$$M_R = K_s \cdot \beta \cdot G \cdot H \cdot C_x, \qquad (18)$$

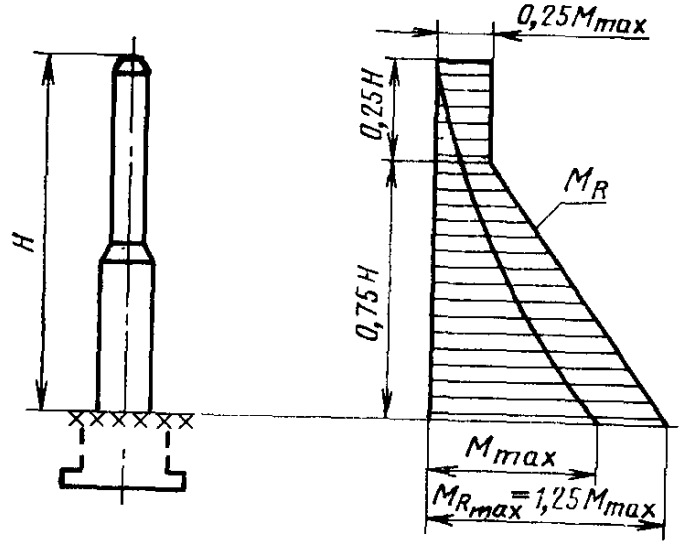
где C_x — определяют по графику, приведенному на черт. 12.

Коэффициент β



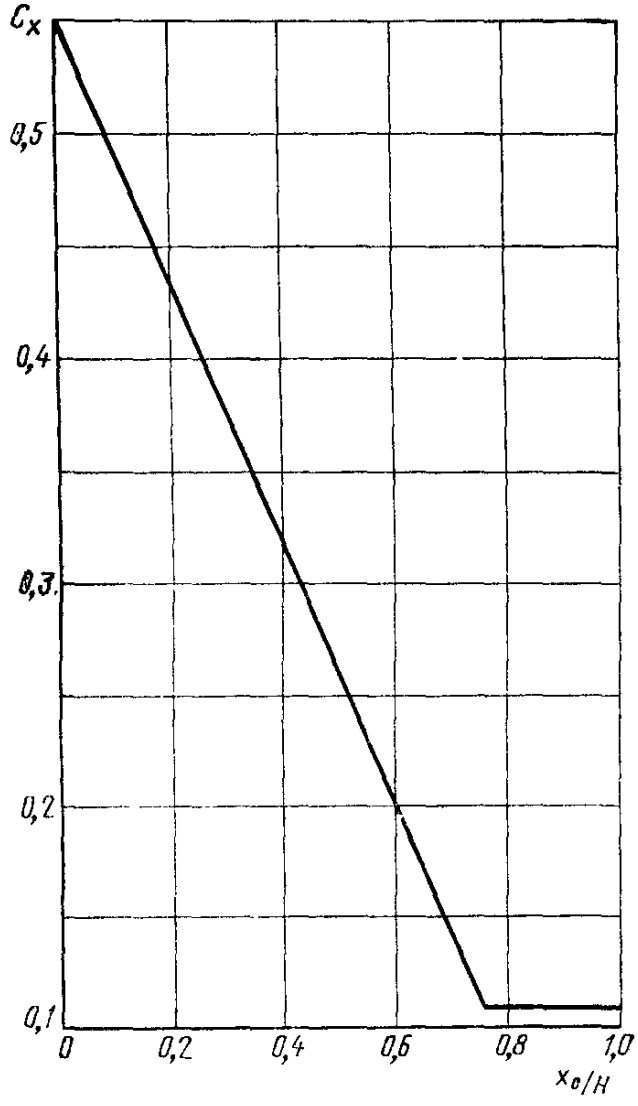
Черт. 10

Эпюра для определения изгибающего момента M_R



Черт. 11

Коэффициент C_x



Черт. 12

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ

C_F — коэффициент неравномерности сжатия грунта, Н/м³ (тс/м³);

C_x — коэффициент;

g — ускорение силы тяжести, м/с² (м/с²);

h_i — высота i-го участка колонны, м (м);

m — число площадок над расчетным сечением;

m_k, m_j — коэффициенты пульсации скоростного напора для середины соответственно k-го участка на высоте x_k и j-й площадки на высоте x_j;

n — число участков над расчетным сечением;

q_0 — нормативный скоростной напор ветра на высоте 10 м над поверхностью земли, Н/м² (кгс/см²);

q_{is} — нормативное значение статической составляющей, Н/м² (кгс/м²);

x_k, x_i — расстояние от середины k-го и i-го участка до поверхности земли, м (м);

x_0 — высота расчетного сечения аппарата до поверхности земли, м (м);

x_j — высота обслуживающей площадки от поверхности земли, м (м);

z — число участков;

z_k — число аппаратов;

D_i — наружный диаметр i-го участка колонны, м (м);

E — модуль продольной упругости материала колонны при расчетной температуре, Н/м² (тс/м²);

G — общий вес колонны, Н (тс);

G_k, G_i — вес k-го и i-го участка колонны, Н (тс);

G_i — вес каждого отдельного аппарата, Н (тс);

H — высота колонны, м (м);

H_i — общая высота каждого отдельного аппарата, м (м);

I — момент инерции верхнего основного металлического сечения аппарата относительно центральной оси, м⁴ (м⁴);

I_F — минимальный момент инерции подошвы фундамента, м⁴ (м⁴);

K — аэродинамический коэффициент;

K_s — сейсмический коэффициент;

M_{max} — максимальный изгибающий момент в нижнем сечении колонны, Н·м (кгс·м);

M_R — расчетный изгибающий момент в сечении x_0, Н·м (кгс·м);

M_v — изгибающий момент в расчетном сечении на высоте x_0 от действия ветра, Н·м (кгс·м);

M_{vj} — изгибающий момент от действия ветра на обслуживающую площадку j на высоте x_0, Н·м (кгс·м);

P_i — горизонтальная сила от действия ветра на i-м участке, Н (кгс);

$P_{i\,dyn}$ — динамическая составляющая ветровой нагрузки на i-м участке, Н (кгс);

P_{is} — статическая составляющая от ветровой нагрузки на i-м участке, Н (кгс);

S_i — расчетная сейсмическая сила в середине i-го участка, Н (кгс);

T — период собственных колебаний, с (с);

α_i, α_k — относительное перемещение центров тяжести участков, 1/Н·м (1/тс·м)

β — коэффициент динамичности при сейсмической нагрузке;

β_i, β_k — коэффициенты;

ξ — коэффициент динамичности при ветровой нагрузке;

Δ, γ, λ, μ, ε — безразмерные параметры;

ν — коэффициент, устанавливающий корреляцию пульсации скорости ветра;

$\varkappa_j$ — коэффициент;

θ_i, θ_j — коэффициенты, учитывающие изменение скоростного напора по высоте аппарата;

η_i — приведенное относительное ускорение центра тяжести i-го участка.

Редактор *И. М. Уварова*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Н. Л. Шнайдер*

Сдано в наб. 02.06.81 Подп. к печ. 16.10.81 1,0 п. л. 0,82 уч.-изд. л. Тир. 12000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1510

Цена 5 коп.

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
ДЛИНА	метр	м	m
МАССА	килограмм	кг	kg
ВРЕМЯ	секунда	с	s
СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА	ампер	А	A
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	кельвин	К	K
КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА	моль	моль	mol
СИЛА СВЕТА	кандела	кд	cd
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица		Выражение производной единицы	
	наименование	обозначение	через другие единицы СИ	через основные единицы СИ
Частота	герц	Гц	—	$с^{-1}$
Сила	ньютон	Н	—	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Па	Н / $м^2$	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	Н·м	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	Дж / с	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	А·с	с·А
Электрическое напряжение, электрический потенциал	вольт	В	Вт / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	Ф	Кл / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	В / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	См	А / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	В·с	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	Вб / $м^2$	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	Вб / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	—	кд·ср *
Освещенность	люкс	лк	—	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$ *
Активность нуклида	беккерель	Бк	—	$с^{-1}$
Доза излучения	грей	Гр	—	$м^2 \cdot с^{-2}$

* В эти два выражения входит, наряду с основными единицами СИ, дополнительная единица—стерадиан.

gost.e-ecolog.ru