РСФСР
МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ
"ГИПРОРЕЧТРАНС"

УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ НАБЕРЕЖНЫХ
СН–РФ 54.1–85

КНИГА 4

ДОПОЛНЕНИЕ № 1

РАСЧЁТ АНКЕРНЫХ ТЯГ В ОСОБЫХ СЛУЧАЯХ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, СТЕРЕОТИПНОЕ

МОСКВА-1987

gost.e-ecolog.ru

РСФСР
МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ
"ГИПРОРЕЧТРАНС"

Утверждены Министерством речного флота РСФСР
6 февраля 1985г.

УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ НАБЕРЕЖНЫХ
СН–РФ 54.1–85

КНИГА 4

ДОПОЛНЕНИЕ № 1

РАСЧЁТ АНКЕРНЫХ ТЯГ В ОСОБЫХ СЛУЧАЯХ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, СТЕРЕОТИПНОЕ

МОСКВА-1987

Настоящий том включает дополнение № I к разделу I СН-РФ 54.I-85 (к приложению 3 "Расчет и конструирование анкерных устройств").

Дополнение разработано отделом научных исследований и экспериментального проектирования Гипроречтранса (ответственные исполнители к.т.н. В.Э.Даревский, инж.В.А.Есиновский и М.А.Орлова) на основании исследований, выполненных в I975–80 г г. Настоящая редакция составлена М.А.Орловой в I98I г.

При издании в I987 г. исправлены ссылки на нормативные документы и внесены незначительные редакционные уточнения. Система буквенных обозначений принята той же, что и в ранее выпущенных разделах I÷7, и не приведена в соответствие с использованной во вновь выпускаемых главах СНиП.

Министерство речного флота	Ведомственные строительные нормы	СН-РФ 54.I-85
	Указания по проектированию причальных набережных (дополнение № I)	Вводится впервые

РАСЧЕТ АНКЕРНЫХ ТЯГ В ОСОБЫХ СЛУЧАЯХ

Общие положения.

I. В соответствии с указаниями настоящего дополнения производятся расчёты стальных и железобетонных анкерных тяг с учётом:

осадки грунта под тягой;

строительного подъёма или провиса тяги;

различных способов закрепления концов тяги;

пружинных или срезных компенсаторов;

промежуточных не смещаемых по высоте опор;

изменения температуры тяги после засыпки её грунтом;

смещения концов тяги.

Примечание. Расчёт стальных анкерных тяг круглого и прямоугольного сечений с учетом перечисленных факторов может быть выполнен на ЭВМ "Наири-3" по программе РАПИТ -81, разработанной Гипроречтрансом [и на ЭВМ ЕС 1035 по программе РАПИТ, являющейся составной частью I очереди САПР "Гидротехника"].

2. Расчёт анкерных тяг должен включать:

определений усилий;

расчёт прочности;

расчет по раскрытию трещин для железобетонных анкерных тяг;

расчёт компенсаторов.

Внесены	Утверждены	Срок введения
Государственным институтом проектирования на речном транспорте	Министерством речного флота РСФСР 6 февраля 1985 г.	06.02.85 г.

Усилия в анкерной тяге определяются в соответствии с указаниями п.3, расчет прочности выполняется по указаниям пп.10 и 11. Расчет железобетонных тяг по раскрытию трещин производится в соответствии с требованиями СНиП II-56-77 "Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений", при этом усилия в тяге определяются согласно указаниям п.3 при нагрузках и характеристиках грунтов, вычисленных соответственно с коэффициентами надежности по нагрузке и грунту, равными единице. Расчет компенсаторов следует выполнять согласно указаниям пп.12 и 13.

Определение усилий в анкерных тягах (рис.1)

3. В анкерных тягах определяются следующие усилия:

максимальная растягивающая сила $T_{макс}$;

максимальный изгибающий момент $M_{макс}$ от зависания грунта на тяге при осадке нижележащего грунта;

растягивающая сила T в сечении с максимальным изгибающим моментом.

Значения усилий вычисляются по формулам:

при шарнирном закреплении концов тяги (рис. 1,а)

$$T_{макс} = m_к\sqrt{H^2 + R_{оп}^2 + 2HR_{оп}\sin\alpha} \quad ; \qquad (1)$$

$$M_{макс} = \frac{q l^2}{8}\beta_1 \; ; \qquad (2)$$

$$T = m_к H \; ; \qquad (3)$$

при жестком закреплении (защемлении) концов тяги (рис. 1,б)

$$T_{макс} = m_к H \quad ; \qquad (4)$$

$$M_{макс} = \frac{q l^2}{8}\beta_2 \; ; \qquad (5)$$

$$T = T_{макс} \quad ; \qquad (6)$$

при шарнирном закреплении одного конца тяги и жестком закреплении другого (рис. 1,в) $T_{макс}$ - по формуле (1),

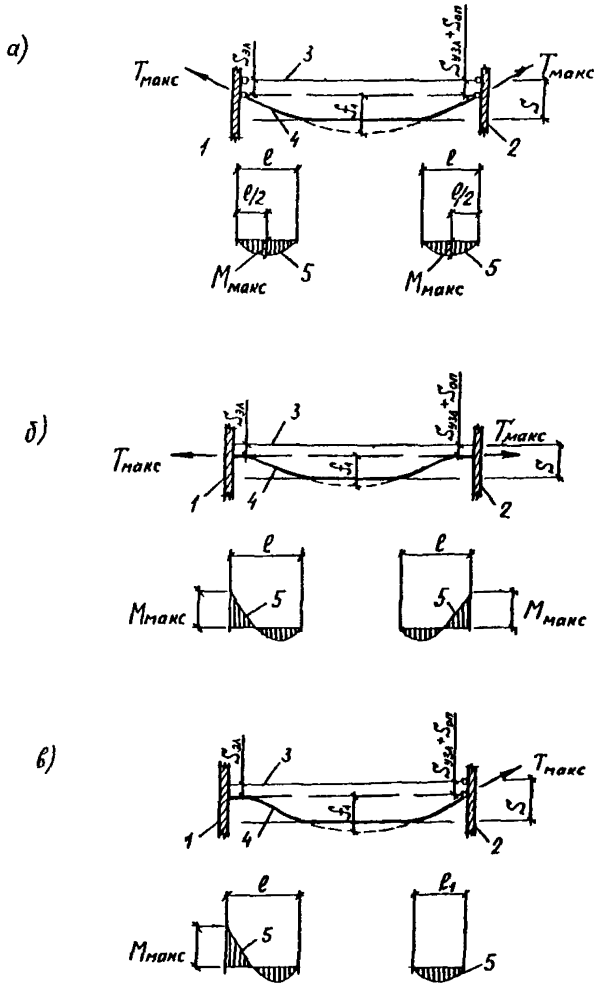


Рис. I. Расчетные схемы к определению усилий в анкерной тяге [при $\alpha = 0$, $S_п = 0$, $S_{эл} = S_{узл} + S_{ел}$ и $L = L_1$]

а- схема при шарнирном закреплении концов анкерных тяг ; б- то же, при заделке ; в- то же, при заделке одного конца тяги и шарнирном закреплении другого ; I- лицевой элемент набережной ; 2- анкерная плита ; 3- положение анкерной тяги до осадки грунта под ней ; 4- то же, после осадки грунта ; 5- эпюра изгибающих моментов

$M_{макс}$ – по формуле (5),

T – по формуле (6).

В формулах (I) – (6):

$m_к$ – коэффициент условий работы, принимаемый при наличии срезных компенсаторов равным 0,9, а в остальных случаях – I;

H – растягивающая сила в середине длины анкерной тяги (распор), определяемая в соответствии с указаниями п.4;

$R_{оп}$ – опорная реакция от зависания грунта на тяге, определяемая по формуле

$$R_{оп} = \frac{q\,l}{2}\,\beta_{оп}\,; \qquad (7)$$

q – равномерно распределенная нагрузка от зависания грунта на анкерной тяге, определяемая согласно указаниям п.5; при $H > T_a$ значение q то же, что и при определении величины H; при $H = T_a$ значение q вычисляется при коэффициенте k, определенном по указаниям п.8;

T_a – растягивающее усилие в анкерной тяге, определяемое из расчёта лицевого элемента набережной по формуле (8);

$\beta_{оп}, \beta_1, \beta_2$ – коэффициенты, определяемые по указаниям п.9;

l – горизонтальная проекция длины анкерной тяги; при наличии под анкерной тягой промежуточных неомедаемых по высоте опор следует принимать $l = l_1$;

l_1 – расстояние между промежуточными опорами;

α – угол наклона анкерной тяги к горизонтали.

4. Растягивающую силу H в середине длины анкерной тяги (распор) определяют путём последовательных приближений следующим образом:

а) вычисляют растягивающее усилие T_a в анкерной тяге по формуле

$$T_a = \frac{R_a \cdot \ell_a}{\cos\alpha} + \Delta T_1\,, \qquad (8)$$

где R_a – максимальная горизонтальная реакция в месте крепления анкерной тяги к лицевому элементу (на единицу длины сооружения), определяемая в соответствии с указаниями по расчёту отдельных видов причальных набережных;

ℓ_a – расстояние между анкерными тягами;

α – угол наклона анкерной тяги к горизонтали;

ΔT_t – растягивающая сила, вызванная изменением температуры анкерной тяги после её засыпки грунтом (см.п.I4); сила ΔT_t учитывается только при возведении набережных в районах со среднегодовой температурой воздуха $\tau_c \leq 0^0$ в случае выполнения засыпки анкерных тяг летом;

б) вычисляют в соответствии с указаниями п.5 величину равномерно распределенной нагрузки q от зависания грунта на анкерной тяге;

в) принимают в первом приближении величину распора $H=T_a$;

г) определяют во втором приближении значение распора H по формуле

$$H = 2{,}5\,\frac{E F_{нт}}{L^2 \omega} f^2 , \qquad (9)$$

где $E, F_{нт}, L, \omega$ – те же значения, что и в п.5 при определении нагрузки q;

f – прогиб анкерной тяги, определяемый по формулам:

при $f_1 < S_{усл}$

$$f = f_1 , \qquad (10)$$

при $f_1 \geq S_{усл}$

$$f = \frac{S_{усл}}{\sqrt{R}} , \qquad (11)$$

f_1 – прогиб анкерной тяги под действием нагрузки q (без учёта опирания анкерной тяги на нижележащий грунт), определяемый при $H=T_a$ по формуле

$$f_1 = \frac{qL^2}{8H} \cdot \frac{1 - \frac{80B \cdot S_n}{qL^4} m_1}{1 + \frac{10B}{HL^2} m_1}, \qquad (12)$$

где B, S_n, m_1, $S_{усл}$, R – те же значения, что и в п.5 при определении нагрузки q ;

д) если во втором приближении получили значение $H \leq T_a$, то следует принять $H = T_a$;

е) если полученное во втором приближении значение $H > T_a$, то следует продолжать приближения, определяя величину H по формуле (9) и принимая в формуле (12) значение H, вычисленное в предыдущем приближении; приближения повторяют до тех пор, пока значения H в двух последующих приближениях не будут равными.

Примечания: 1. Если получили $H > T_a \sim \Delta T_t$, то это означает, что статический расчёт лицевого элемента набережной должен быть уточнён с тем, чтобы в месте крепления анкерной тяги к лицевому элементу горизонтальная реакция была $R_a = \frac{H \cdot \cos\alpha}{l_a}$.

2. Усилия в анкерных тягах следует определять такие и при минимальном R_a .

5. Равномерно распределенная нагрузка q от зависания грунта на анкерной тяге (на 1 м длины) определяется по формулам:

при $S_{усл} \geq S_{пр}$

$$q = q_{пр} \ ; \qquad (13)$$

при $S_{усл} < S_{пр}$

$$q = q_{пр} \sqrt{\frac{S_{усл}}{S_{пр}}} \ , \qquad (14)$$

где $S_{усл}$ – условная осадка грунта основания под анкерной тягой, определяемая по формуле

$$S_{усл} = \left[S - R\left(S_a + \frac{S_{ав} + S_{узл} + S_{эл}}{2}\right)\right] \cos\alpha \ , \qquad (15)$$

при $S_{усл} \leq 0$ тяга рассчитывается только на растяжение от усилия $T_{макс} = T_a + \Delta T_t$ (см. п.10) ;

S, $S_{оп}$ – соответственно средняя осадка грунта под анкерной тягой и осадка анкерной опоры; [для засыпки] при отсутствии данных значения S и $S_{оп}$ допускается определять по указаниям п.I5;

k – коэффициент, определяемый путём последовательных приближений (см.примечание) по формуле

$$k = \sqrt[3]{A_1 + \frac{A_2}{k}}, \quad \text{но не более I;} \qquad (I6)$$

$$A_I = \frac{20 E F_{нт} \cdot S^2_{усл}}{q l^5 \cdot \omega}; \qquad (I7)$$

$$A_2 = \frac{80 m_1 \cdot B \cdot S_{усл}}{q l^5}; \qquad (I8)$$

E – модуль упругости материала анкерной тяги (для железобетонных тяг – модуль упругости арматуры);

$F_{нт}$ – площадь сечения анкерной тяги (нетто);

l – то же значение, что и в п.3;

ω – коэффициент, учитывающий податливость анкерных опор и пружинного компенсатора и определяемый по указаниям п.6;

m_1 – коэффициент условий работы: при шарнирном закреплении обоих концов анкерной тяги $m_1 = I$; при жестком – $m_1 = 4,8$; при жестком закреплении одного конца $m_1 = 2,4$;

B – жесткость анкерной тяги: для стальных тяг $B = EJ$; для железобетонных тяг $B = 0,5 E_б J_{пр}$; для анкерных тяг из шарнирно соединённых отдельных звеньев или тросов $B = 0$;

$E_б$ – начальный модуль упругости бетона;

J и $J_{пр}$ – моменты инерции соответственно сечения стальной и приведенного сечения железобетонной анкерной тяги;

$S_п$ – строительный подъём или провис анкерной тяги; величина провиса принимается со знаком минус;

$S_{узл}, S_{эл}$ – вертикальные перемещения конца тяги в узлах крепления соответственно к анкерной опоре и в лицевому элементу, принимаемые не более предельной величины перемещения, возможного для рассматриваемой конструкции узла; в узлах, выполненных по типу скользящей опоры, значения $S_{узл}$ и $S_{эл}$ допускается определять по указаниям п.7;

α – то же значение, что и в формуле (I);

$S_{пр}$ – осадка грунта под тягой, при которой реализуется предельная нагрузка $q_{пр}$ от зависания грунта на анкерной тяге; допускается значение $S_{пр}$ определять по формуле

$$S_{пр} = 0{,}05\ (I-K)\ \frac{q_{пр}}{d\gamma_w}; \qquad (19)$$

K – коэффициент уплотнения грунта засыпки над анкерной тягой; при отсутствии опытных данных допускается принимать значение K по п.15 (табл. 5);

d – диаметр или ширина сечения анкерной тяги с учётом толщины антикоррозионного покрытия; при отсутствии данных толщину антикоррозионного покрытия допускается принимать равной I см;

γ_w – удельный вес воды;

$q_{пр}$ – предельное значение нагрузки q, определяемое:

а) для анкерных тяг из круглой или полосовой стали по формуле

$$q_{пр} = \lambda d \left(\gamma_{зас} h_a + q_0\right) \cos^2\alpha + q_{тр}; \qquad (20)$$

б) для всех других случаев по формулам:

при $2 h_a \operatorname{tg}\varphi_{зас} > \ell_a$

$$q_{пр} = \left[\left(\gamma_{зас} h_a + q_0\right)\ell_a - 0{,}5\,\gamma_{зас}\left(\ell_a - d\right)^2 \operatorname{ctg}\varphi_{зас}\right]\cos^2\alpha, \qquad (21)$$

но не более, чем по формуле (20);

при $2h_a \operatorname{tg}\varphi_{зас} \le \ell_a$

$$q_{пр} = [(\gamma_{зас} h_a + q_0)(2h_a \operatorname{tg}\varphi_{зас} + d) - \gamma_{зас} h_a^2 \operatorname{tg}\varphi_{зас}] \cos^2\alpha, \qquad (22)$$

но не более, чем по формуле (20);

где h_a – глубина от поверхности засыпки до оси анкерной тяги в середине её длины;

$\varphi_{зас}$ и $\gamma_{зас}$ – соответственно угол внутреннего трения и удельный вес грунта засыпки выше анкерной тяги;

ℓ_a – расстояние между анкерными тягами;

q_0 – максимальная равномерно распределенная нагрузка на поверхности засыпки в пределах участка длиной L или $0{,}5L$, примыкающего к лицевому элементу; неравномерную нагрузку допускается заменять равномерной, осредняя её в пределах указанных протяженностей;

λ – коэффициент давления грунта, определяемый по формулам:

при $\ell_a \ge 5d$

$$\lambda = \lambda_{пр}; \qquad (23)$$

при $d \le \ell < 5d$

$$\lambda = 1 + 0{,}25(\lambda_{пр} - 1)\left(\frac{\ell_a}{d} - 1\right). \qquad (24)$$

$\lambda_{пр}$ – предельное значение коэффициента давления грунта, определяемое по табл.I или по формуле

$$\lambda_{пр} = \left(\operatorname{tg}\varphi_{зас} + \sqrt{1 + \sqrt{2}\operatorname{tg}\varphi_{зас}} + \frac{1}{\cos\varphi_{зас}}\right)^2; \qquad (25)$$

$q_{тр}$ – сила трения по боковой поверхности анкерной тяги на I м её длины; для анкерных тяг круглого сечения $q_{тр} = 0$, в остальных случаях значение $q_{тр}$ вычисляется по формуле

$$q_{тр} = \sigma\,(1 - \sin\varphi_{зас})(\gamma_{зас} h_a + q_0) \operatorname{tg}\varphi_{зас}; \qquad (26)$$

a - высота сечения анкерной тяги.

Таблица I

$\varphi_{уос}$, град.	26	28	30	32	34	36	38	40	42
$\lambda_{пр}$	4,7	5,2	5,9	6,6	7,2	8,2	9,5	I0,4	II,7

Примечания: I. Коэффициент R определяется следующим образом:

а) принимают в первом приближении R = 0,3 и вычисляют значения $S_{усл}$ и q ;

б) затем, при этих значениях R , $S_{усл}$ и q определяют по формуле (I6) значение R во втором приближении и снова вычисляют значения $S_{усл}$ и q для следующего приближения;

в) аналогичным образом производят последующие приближения до тех пор, пока значения R в двух последовательных приближениях не будут равны с точностью до двух значащих цифр.

2. В тех случаях, когда значение $S_{усл} \leq 0$, анкерную тягу следует рассчитывать только на растяжение по формуле (4I).

3. В тех случаях, когда площадь сечения анкерной тяги не задана, предварительно значение $F_{нт}$ можно определять из условия (4I), принимая $T_{макс} = T_{в}$.

4. Если возможна осадка грунта основания ниже засыпки, то это должно быть учтено при определении S , $S_{оп}$ и $S_{зл}$.

5. Если анкерная тяга укладывается на промежуточные неомещаемые по высоте опоры, то значения S и $S_{оп}$ определяются в середине участка анкерной тяги длиной l_1 между промежуточными опорами, а $S_{оп}$, $S_{узл}$ и $S_{зл}$ - относятся к концам этого участка.

6. Коэффициент ω , учитывающий податливость анкерной опоры и компенсатора, вычисляется по формулам:

а) при отсутствии под тягой промежуточных опор:

при пружинном компенсаторе

$$\omega = 1 + \frac{EF_{нт}(\nu + \nu_1)}{l}; \qquad (27)$$

при срезном компенсаторе

$$\omega = \frac{1 + \frac{EF_{нт}}{l}\nu}{1 - \beta}; \qquad (28)$$

б) при наличии промежуточных опор:

при пружинном компенсаторе

$$\omega = 1 + \frac{EF_{нт}(\nu + \nu_1)}{l^2} l_1; \qquad (29)$$

при срезном компенсаторе

$$\omega = \frac{1 + \frac{EF_{нт}}{l^2} l_1 \nu}{1 - \beta \frac{l_1}{l}}. \qquad (30)$$

где $E, F_{нт}, l, l_1$ – те же значения, что и в п.5;

ν – податливость анкерной опоры от единичной силы, принимаемая не менее 0,01 м/МН (0,0001 м/то):

при известном горизонтальном смещении $U_{оп}$ анкерной опоры под действием известной силы $T_{оп}$

$$\nu = \frac{U_{оп}}{T_{оп}}; \qquad (31)$$

для вертикальных анкерных плит

$$\nu = \frac{1}{b_{пл}\, h_{пл}\, K_п}; \qquad (32)$$

$b_{пл}, h_{пл}$ – соответственно ширина и высота анкерной плиты;

$K_п$ – коэффициент постели грунта перед анкерной плитой; для песчаных засыпок средней плотности (коэффициент уплотнения грунта К=0,9) допускается принимать $K_п$ = 10 МН/м^3 (1000 то/м^3), в других случаях $K_п$ (в МН/м^3) допускается определять по формуле

$$K_п = \frac{1}{1-K} \quad ; \qquad (33)$$

λ_1 - податливость пружинного компенсатора, определяемая по формуле (44);

β - коэффициент снижения усилия в анкерной тяге срезным компенсатором, принимаемый в пределах от 0,1 до 0,2.

7. Вертикальное перемещение конца анкерной тяги в узле крепления к анкерной опоре ($S_{ум}$) или к лицевому элементу ($S_{эм}$), выполненному по типу скользящей опоры, следует учитывать только в том случае, если в рассматриваемом узле соблюдается следующее условие

$$H + R_{оп} \operatorname{ctg} \alpha > 2 f_{тр} \left(H \operatorname{ctg} \alpha + R_{оп} \right) , \qquad (34)$$

где H и $R_{оп}$ - значения, определяемые соответственно по указаниям п.4 и п.3 при $S_{узл}=0$ и $S_{оп} = 0$;

$f_{тр}$ - коэффициент трения в рассматриваемом узле крепления.

Если условие (34) выполнено, то значения $S_{узл}$ и $S_{оп}$ определяют подбором следующим образом:

а) задаются значением $S_{узл}$ и $S_{эл}$ (1÷2 см) и определяют по указаниям п.4 величину H, а по формуле (7) - величину $R_{оп}$;

б) затем по полученным значениям H и $R_{оп}$ для каждого узла крепления конца анкерной тяги проверяют условие (34).

Если при этом условие (34) выполняется, то снова увеличивают $S_{узл}$ и $S_{эл}$ на 1÷2 см, вычисляют H и $R_{оп}$ и проверяют условие (34). Приближения производят, пока соблюдается условие (34).

8. В тех случаях, когда величина распора H принимается равной $T_в$ (см.п.4,д), значение коэффициента k для определения величин q, $\beta_{вн}$, β_1, β_2 уточняется следующим образом:

а) принимают сначала значение $S_{усл}$, вычисленное по указаниям п.4 (то же значение, что и при определении H), и определяют коэффициент k по формуле

$$k = 2{,}5\,\frac{E F_{нт} S_{усл}^2}{l^2 \omega T_в}\,, \qquad (35)$$

но не более I,

где $E, F_{нт}, l, \omega, T_в$ – те же значения, что и в п.4 при определении распора H;

б) при полученном значении k определяют по формуле (I5) величину $S_{усл}$, при которой по формуле (35) определяют искомое значение коэффициента k.

9. Коэффициенты $\beta_{вн}$, β_1 и β_2 вычисляются соответственно по формулам:

$$\beta_{вн} = k\,(\psi_1 + \psi_2 \cdot \eta)\,; \qquad (36)$$

$$\beta_1 = k^2\,(\psi_3 + \frac{\psi_4}{\eta})\,; \qquad (37)$$

$$\beta_2 = k^2\,(\psi_3 + \psi_4 \cdot \eta)\,, \qquad (38)$$

где k – коэффициент, определяемый при $H > T_в$ по указаниям п.5 (то же значение, что и при определении H), при $H = T_в$ – по указаниям п.8;

H – распор, определяемый по указаниям п.4;

$T_в$ – то же значение, что и в формуле (8);

ψ_1, ψ_2, ψ_3 и ψ_4 – безразмерные параметры, определяемые по табл. 2÷4 в зависимости от способа закрепления концов анкерной тяги и параметра u;

u – параметр, вычисляемый по формуле

$$u = \ell\sqrt{\frac{H}{B}}\,, \qquad (39)$$

Таблица 2

Параметры	Шарнирное закрепление концов тяги				
U	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Ψ_5
0	0,375	0,625	I,I9	-0,I88	0,2
0,5	0,376	0,624	I,09	-0,I86	0,2I5
I	0,379	0,62I	0,886	-0,I82	0,256
I,5	0,383	0,6I7	0,686	-0,I75	0,3I3
2	0,389	0,6II	0,533	-0,I66	0,377
3	0,398	0,602	0,348	-0,I48	0,496
4	0,4I4	0,586	0,249	-0,I29	0,589
5	0,426	0,574	0,I92	-0,II3	0,657
7	0,44	0,56	0,I3	-0,089	0,745
I0	0,456	0,544	0,087	-0,067	0,8I6
I5	0,469	0,53I	0,055	-0,046	0,874
20	0,476	0,524	0,04I	-0,036	0,904
25	0,5I5	0,485	0,032	-0,029	0,923
30	0,549	0,45I	0,026	-0,024	0,935
40	0,582	0,4I8	0,0I9	-0,0I8	0,95I

Таблица 3

Параметр u	Жесткое закрепление (защемление) концов тяги			
	$\psi_1 = \psi_2$	ψ_3	ψ_4	ψ_5
0	0,5	0,25	0,75	0,333
0,5	-"-	0,249	0,735	0,339
I	-"-	0,246	0,693	0,355
I,5	-"-	0,24I	0,635	0,38
2	-"-	0,235	0,57I	0,4II
3	-"-	0,2I9	0,453	0,484
4	-"-	0,20I	0,362	0,557
5	-"-	0,I84	0,296	0,622
7	-"-	0,I53	0,2I4	0,7I7
I0	-"-	0,I2	0,I5	0,8
I5	-"-	0,087	0,I	0,867
20	-"-	0,068	0,075	0,9
25	-"-	0,055	0,06	0,92
30	-"-	0,047	0,05	0,934
40	-"-	0,035	0,038	0,95

Таблица 4

Параметр	Шарнирное закрепление одного конца анкерной тяги и жесткое закрепление другого				
U	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Ψ_5
0	0,685	0,571	0,143	0,857	0,3
0,5	0,673	0,569	0,143	0,825	0,309
1	0,657	0,565	0,143	0,744	0,333
1,5	0,635	0,562	0,142	0,645	0,369
2	0,613	0,56	0,142	0,548	0,411
3	0,576	0,559	0,137	0,398	0,499
4	0,549	0,558	0,129	0,3	0,578
5	0,539	0,552	0,12	0,236	0,642
7	0,521	0,545	0,101	0,163	0,733
10	0,505	0,542	0,08	0,11	0,808
15	0,499	0,533	0,058	0,071	0,87
20	0,499	0,525	0,045	0,052	0,903
25	0,493	0,52	0,036	0,042	0,922
30	0,495	0,511	0,032	0,034	0,935
40	0,51	0,492	0,023	0,026	0,951

ℓ – длина участка анкерной тяги, примыкающего к лицевому элементу и не опирающегося на грунт (см. рис.I), определяемая по формуле

$$\ell = 0{,}5 R l , \qquad (40)$$

B – то же значение, что и в п.5;

L – то же значение, что в п.3;

η – величина, принимаемая равной $\frac{S_{усл}}{f}$, но не более единицы и не менее ψ_s ;

$S_{усл}$ – условная осадка грунта основания под анкерной тягой, определяемая по формуле (I5) при R, вычисленном по указаниям п.5 (то же значение, что и при определении H), если $H > T_R$, и по указаниям п.8, если $H = T_R$;

f – прогиб анкерной тяги, вычисляемый по указаниям п.4 при том же значении R, что и величина $S_{усл}$;

ψ_s – безразмерный параметр, определяемый по табл.2*4 в зависимости от способа закрепления концов анкерной тяги и параметра U .

Расчёт прочности анкерных тяг

I0. Расчёт прочности стальных анкерных тяг следует производить на растяжение и на растяжение с изгибом, исходя из следующих условий:

на растяжение

$$n_c \frac{T_{макс}}{F_{нт}} \le \frac{m m_g}{k_н} R_y ; \qquad (4I)$$

на растяжение с изгибом

$$n_c \left(\frac{T}{F_{нт}} + \frac{M_{макс}}{W} \right) \le \frac{m m_g}{k_н} R_y . \qquad (42)$$

В формулах (4I) – (42):

[n_c, m и $k_н$ – те же значения, что и в формуле (I.I) раздела I Указаний;]

$T_{макс}, T, M_{макс}$ – усилия в анкерной тяге, определяемые в соответствии с указаниями п.3;

$F_{нт}$ - площадь сечения тяги нетто;

m_g - дополнительный коэффициент условий работы, принимаемый равным I для анкерных тяг из стали марок ВСт.3пс, ВСт.3сп, 09Г2С, 10Г2С 1Д; для других классов стали (при отсутствии специальных обоснований) $m_g = 0,8$;

R_y - расчетное сопротивление стали растяжению, принимаемое по табл.2 СНиП II-23-81 ["Стальные конструкции. Нормы проектирования"];

W - момент сопротивления сечения анкерной тяги.

II. Расчет прочности железобетонных анкерных тяг следует производить на растяжение и на растяжение с изгибом в соответствии с требованиями СНиП 2.06.08-87. Растягивающие силы и изгибающий момент определяются в соответствии с указаниями п.3.

Расчет компенсаторов (рис.2)

12. Расчет пружинного компенсатора состоит из подбора пружины на усилие T_1 и определения по данным ГОСТ'а или проекта податливости V_1 компенсатора по формуле

$$V_1 = \frac{f_к}{T_1}, \qquad (43)$$

где $f_к$ - максимально допустимая величина рабочей деформации под действием силы T_1;

T_1 - сила, соответствующая деформации $f_к$, принимая равной $R_a \ell_a$;

R_a и ℓ_a - те же значения, что и в формуле (8).

Примечание. В качестве пружинных компенсаторов, как правило, принимают тарельчатые пружины по ГОСТ 3057-79 [(рис.2,а)].

13. Расчет срезного компенсатора состоит из определения величины смещения $S_к$ компенсатора и размеров сварного шва или опорных крюков.

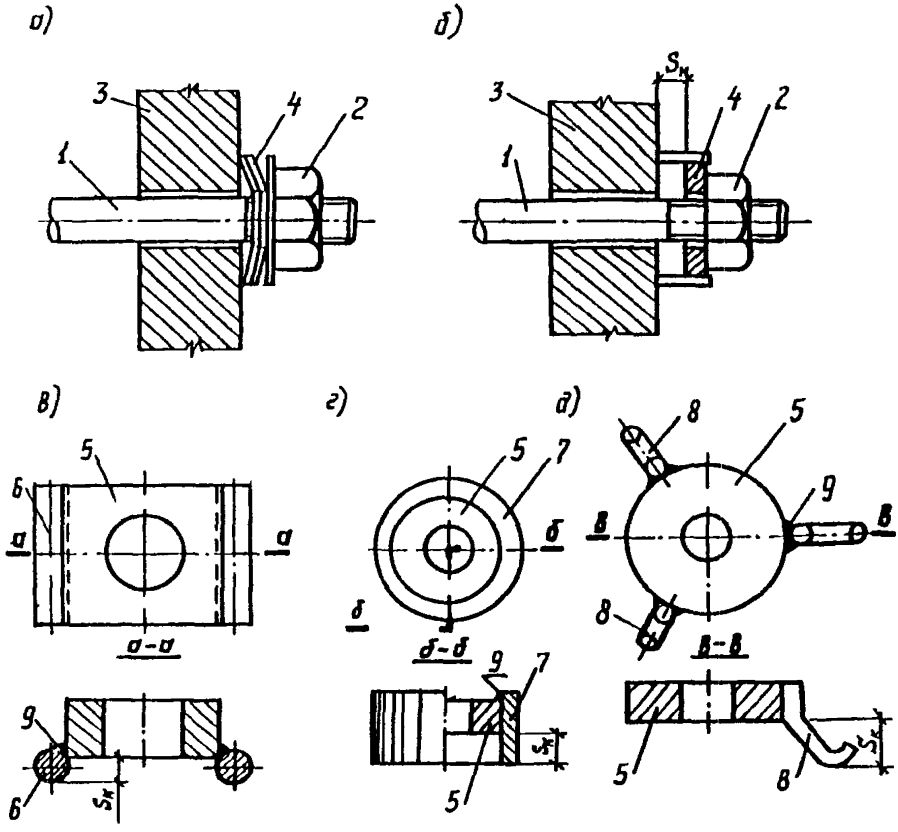


Рис.2. Конструкции компенсаторов в узлах соединения с анкерной плитой или с лицевым элементом

а- схема пружинного компенсатора в виде пакета тарельчатых пружин ; б- схема срезного компенсатора ; в- срезной компенсатор из пластины и стержней ; г- срезной компенсатор из пластины и отрезка трубы д- срезной компенсатор из пластины и крюков ; 1- анкерная тяга ; 2- гайка ; 3- анкерная плита ; 4- компенсатор ; 5- пластина компенсатора ; 6- опорный стержень ; 7- отрезок трубы ; 8- крюк ; 9- сварной шов

Величина смещения $S_к$ срезных компенсаторов (рис.2,б+д) определяется по формуле

$$S_к = \beta\omega \frac{T_к l}{E F_{нт}}, \qquad (44)$$

где β, ω - те же значение, что и в п.6;

$T_к$ - максимальное усилие, воспринимаемое компенсатором и определяемое по формуле

$$T_к = T_{макс} \cdot \cos\alpha , \qquad (45)$$

$T_{макс}$ - максимальное растягивающее усилие в анкерной тяге, определяемое по указаниям п.3;

α, l - те же значения, что и в п.3;

E и $F_{нт}$ - соответственно модуль упругости материала и площадь сечения нетто анкерной тяги.

Размеры сварного шва или опорных крюков срезных компенсаторов назначаются на основании испытаний таким образом, чтобы под действием усилия $T_к$ произошел срез сварного шва или отгиб опорных крюков.

Определение растягивающей силы в анкерной тяге при изменении её температуры

14. Растягивающая сила ΔT_τ в анкерной тяге, вызванная изменением температуры тяги, определяется по формуле

$$\Delta T_\tau = \frac{\alpha_\tau \Omega E F_{нт}}{l \omega \cos\alpha}, \qquad (46)$$

где α_τ - коэффициент температурного расширения материала, принимаемый для стальных и железобетонных тяг равным $1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{град.}}$;

$E, F_{нт}, \omega, \alpha$ - те же значения, что и в п.5 настоящего дополнения;

l - горизонтальная проекция анкерной тяги (рис.3,а);

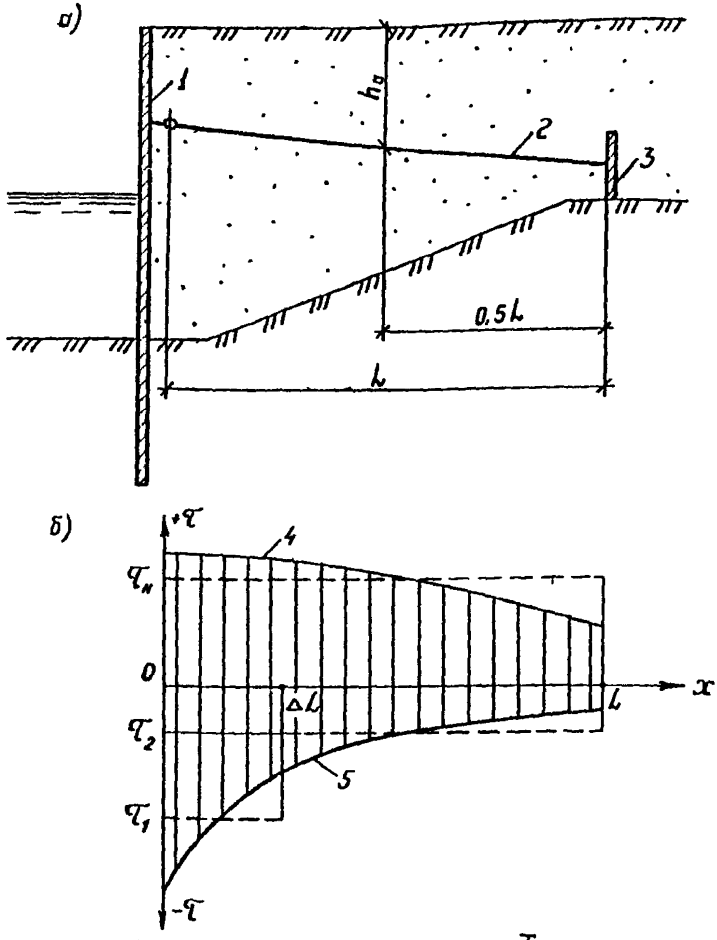


Рис. 3. Схемы к определению ΔT_q

а- расчетная схема набережной ; б- эпюра изменения температуры вдоль анкерной тяги ; I- лицевой элемент набережной ; 2- анкерная тяга ; 3- анкерная плита ; 4- начальная температура в анкерной тяге (во время засыпки ее грунтом) ; 5- минимальная температура в анкерной тяге во время эксплуатации набережной

Ω – площадь эпюры изменения температуры вдоль анкерной тяги (заштрихована на рис.3,б), определяемая на основании теплотехнических расчётов; допускается значение Ω вычислять по формуле (47), если при этом полученное значение ΔT_τ будет менее 0,2 Н,

$$\Omega = (\tau_н - \tau_2)\,l - (\tau_1 - \tau_2)\,\Delta l, \qquad (47)$$

$\tau_н$ – [осредненная по длине l] начальная температура в анкерной тяге во время засыпки ее грунтом; при отсутствии данных допускается принимать $\tau_н = \tau_{гр}$;

$\tau_{гр}$ – максимально возможная температура грунта в июле на глубине I м, определяемая по рис.4;

τ_1, τ_2 – средние минимальные температуры в анкерной тяге во время эксплуатации набережной соответственно на участке длиной Δl, и на участке $(l - \Delta l)$, определяемые соответственно по формулам:

для набережных из стального шпунта

$$\tau_1 = 0{,}25\,(3\,\tau_2 + \tau_п), \qquad (48)$$

для набережных из железобетона

$$\tau_1 = 0{,}25\,(3{,}5\,\tau_2 + 0{,}5\,\tau_п); \qquad (49)$$

для набережных из стального шпунта или железобетона

$$\tau_1 = \tau_п - (\tau_п - \tau_с)\sqrt[3]{\frac{h_з}{h_\tau}}; \qquad (50)$$

$\tau_п$ и $\tau_с$ – соответственно средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки и средняя годовая температура воздуха, определяемые по схеме на рис.4 или по СНиП 2.01.01-82 ["Строительная климатология и геофизика"];

$h_з$ – расстояние от поверхности засыпки до оси анкерной тяги в середине её длины (см.рис.3,а);

h_τ – глубина от поверхности засыпки, в пределах которой наб-

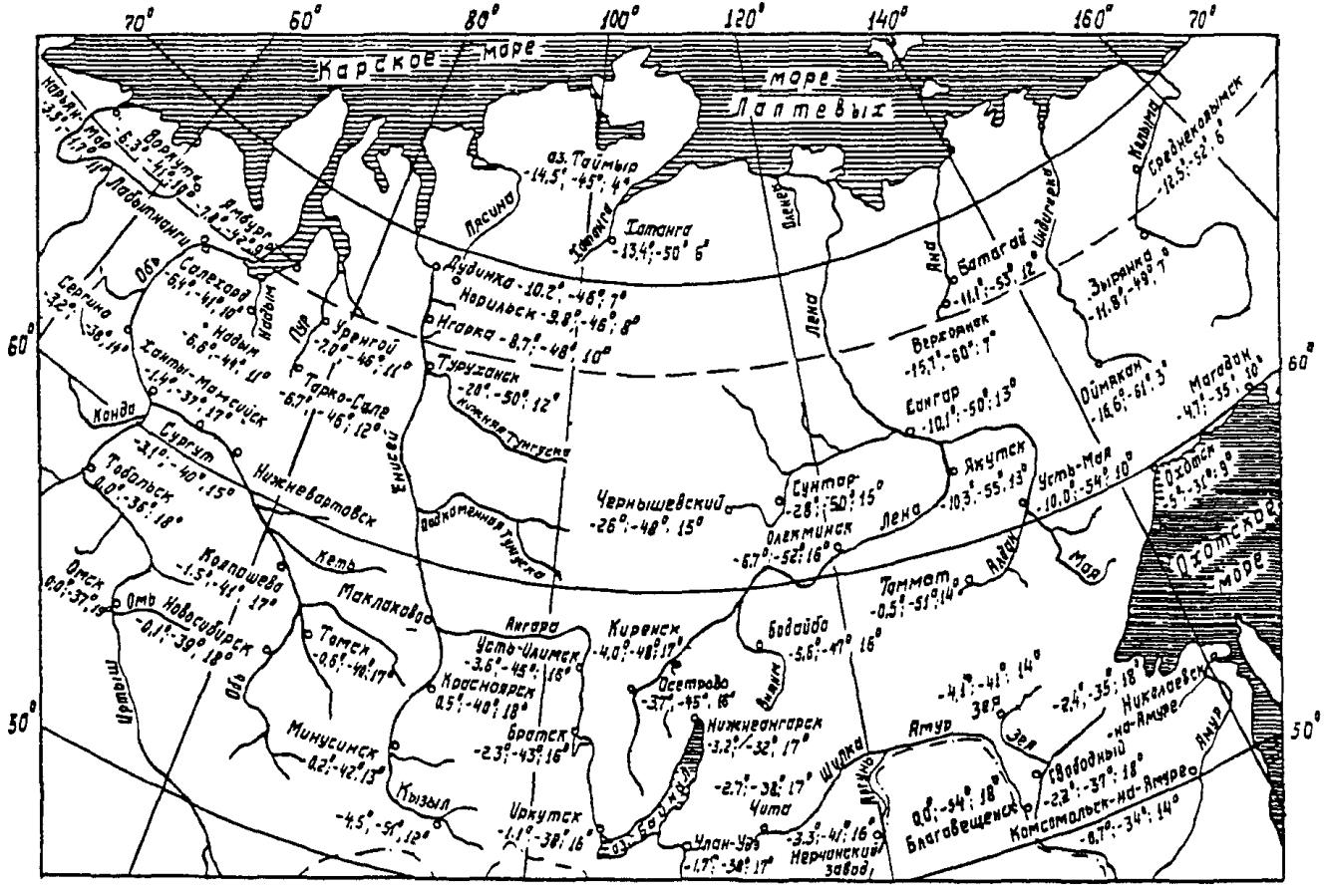


Рис. 4. Схема речных путей с указанием расчетных температур соответственно τ_c, $\tau_п$, $\tau_{гр}$

людаются значительные сезонные изменения температуры грунта засыпки; при отсутствии теплоизоляции грунта допускается принимать $h_т$ = 3 м;

Δl - горизонтальная проекция участка тяги, примыкающего к лицевому элементу, в пределах которого происходят значительные сезонные изменения температуры (см.рис.3); допускается принимать в набережных из стального шпунта Δl = 3 м, из железобетонного - Δl = 2 м.

H - распор в анкерной тяге, определяемый по указаниям п.4 настоящего дополнения.

Определение осадок грунта засыпки

I5. Осадка S грунта засыпки за счёт его самоуплотнения в процессе эксплуатации набережной вычисляется по формуле

$$S = \sum_{i}^{n} h_i \varphi_i \quad , \tag{5I}$$

где h_i - средняя толщина i-го слоя грунта засыпки с одинаковыми φ_i; при определении осадки грунта засыпки под анкерной тягой значение h_i допускается принимать равным $\frac{I}{3}(h_{1i} + h_{2i} + h_{ci})$;

h_{1i}, h_{2i} и h_{ci} - соответственно толщины i-го слоя грунта засыпки под концами (h_{1i} и h_{2i}) и в середине (h_{ci}) анкерной тяги;

φ_i - коэффициент, вычисляемый по формулам (52) или (53), но принимаемый не менее 0,0I;

$$\varphi_i = \frac{\varepsilon_{Hi} - \varepsilon_{Ki}}{\varepsilon_{Hi} + 1} \; ; \tag{52}$$

или

$$\varphi_i = I - \frac{K_i}{K_{Ki}} \; ; \tag{53}$$

ε_{Hi} и K_i - коэффициенты соответственно пористости и уплотнения i-го слоя грунта засыпки после его уплотнения в период строительства;

ε_{K_i} и K_{K_i} – коэффициенты соответственно пористости и уплотнения i-го слоя грунта после его дополнительного самоуплотнения в процессе эксплуатации набережной;

n – количество слоев грунта в пределах засыпки с разными коэффициентами ε.

При отсутствии данных или аналогов допускается принимать K_i по табл.5, а K_{K_i} = 0,88÷0,9.

Таблица 5

Способ укладки и уплотнения песчаного грунта засыпки	Значения K_i
I. Отсыпка насухо без уплотнения, укладка бульдозером	0,75 ÷ 0,80
2. Отсыпка насухо с последующим глубинным виброуплотнением или с обильным проливом водой	0,80 ÷ 0,85
3. Замыв гидромеханизацией, омыв из резерва гидромонитором:	
под уровень воды	0,85 ÷ 0,90
выше уровня воды	0,88 ÷ 0,95
4. Послойная укладка с уплотнением виброкатком или поверхностным вибратором	0,87 ÷ 0,90

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Общие положения	3
Определение усилий в анкерных тягах	4
Расчёт прочности анкерных тяг	I9
Расчёт компенсаторов	20
Определение растягивающей силы в анкерной тяге при изменении её температуры	22
Определение осадок грунта засыпки	26

Отпечатано на ротапринте Гипроречтранса. Заказ № 1914 , тир 500 экз.

gost.e-ecolog.ru