МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ

Бакинский филиал КАСПМОРНИИПРОЕКТ

ЗАМЕНЕН с 01.04.88 г на РД 31.31.45-87
(чем)
ОСНОВАНИЕ Дополнение к Распоряжению по Союзморниипроекту
от 17.12.87 № 46
(его ид, номер стр., дата) Костюк

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Руководство по определению горизонтальных нагрузок на причальные сооружения при швартовке к ним паромов

РТМ 31.3011—77

г. Баку—1977

gost.e-ecolog.ru

СССР

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРИ ШВАРТОВКЕ К НИМ ПАРОХОДОВ

РТМ 31.3011-77

Москва, СЕНИИП, 1977 г.



УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер Союзморниипроекта

"12" июля 1977 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРИ ШВАРТОВКЕ К НИМ ПАРОМОВ

РТМ 31.3011 -77

Главный инженер
Каспморниипроекта

"03" 13 1977 г.

Москва, СМНИИП, 1977 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРИ ШВАРТОВКЕ К НИМ ПАРОМОВ

РТМ 31.3011-77

Вводится впервые

Приказом Союзморниипроекта от 12.07 1977 г.

№ 191 введен для опытного применения с I января 1978 г.

Настоящий РТМ предназначен для расчетов горизонтальных нагрузок на причальные сооружения от морских паромов при швартовке, а также для определения при этом расчетных усилий в элементах отбойных устройств этих сооружений.

Действие РТМ распространяется на причальные сооружения, оборудованные отбойными устройствами, в конструкцию которых могут входить резиновые элементы как трубчатого, так и трапецеидального сечений.

РТМ обязателен для применения в Союзморниипроекте и его филиалах.

I. Общие положения

I.I. Настоящее руководство регламентирует расчеты горизонтальных нагрузок на причальные сооружения при швартовке к ним морских железнодорожных и автомобильных паромов, именуемых в дальнейшем просто "паромами".

I.2. Расчеты горизонтальных нагрузок на причальные сооружения при швартовке к ним паромов следует осуществлять в соответствии с СНиП II-57-75 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)" и рекомендациями настоящего руководства.

I.3. Горизонтальные нагрузки при швартовке паромов входят в основные сочетания нагрузок.

I.4. Части корпуса парома и сооружения, участвующие в поглощении кинетической энергии движущегося парома, называются соединениями.

I.5. Точка контакта корпуса парома с конструкциями причального сооружения в период взаимодействия представляет единую комплексную связь соединений.

I.6. Соединения подразделяются на линейноподатливые и нелинейноподатливые.

К линейноподатливым относятся соединения, деформации которых линейно зависят от приложенной к ним силы (закон Гука).

Соединения, деформации которых зависят нелинейно от приложенной силы, называются нелинейноподатливыми.

2. Рекомендации по расчетам

2.1. Горизонтальная нагрузка от навала паромов при швартовке к причальным сооружениям определяется в зависимости от кинетической энергии парома на подходах к причальным сооружениям и жесткости единой комплексной связи соединений.

2.2. Различаются 2 этапа швартовки парома к причальным сооружениям:

- подход к кордону под углом;
- заход в ложе.

2.3. Кинетическую энергию навала парома $E_н$, тс·м, при подходе его к сооружениям причала следует определять по формуле:

$$E_н = y\frac{\mathcal{D}_c v^2}{2g}, \qquad (1)$$

где $\mathcal{D}_c$ – расчетное водоизмещение парома, ;

v – нормальная (к поверхности сооружения) составляющая скорости подхода парома, м/с, принимаемая:

- для подхода к кордону под углом – по таблице 22 СНиП П-57-75;
- для захода в ложе – по таблице 1.

Таблица 1

Расчетное водоизмещение парома $\mathcal{D}_c$, тыс.тс	до 2	5	10	20	40	100	[illegible]
Скорость v м/с	0,80	0,65	0,50	0,20	0,15	0,10	0,[illegible]

$У$ – коэффициент, принимаемый по таблице 2.

Таблица 2

Этап швартовки и конструкция причального сооружения	Коэффициент $У$
Подход под углом к кордону:	
– набережных из обыкновенных или фасонных массивов, массивов-гигантов, оболочек большого диаметра и набережных уголкового типа: больверков, набережных на свайных опорах с передним шпунтом	0,8
– набережных эстакадного или мостового типа, набережных на свайных опорах с задним шпунтом	0,9
– пирсов эстакадного или мостового типа	I,05
Заход в ложе	I,I

2.4. Жесткость единой комплексной связи зависит от жесткости соединений, их количества и характера сочетаний.

2.5. Для линейноподатливых соединений зависимость между нагрузкой $H_{xi}, тс,$ и деформацией $\Delta_i, м,$ принимается по закону Гука:

$$H_{xi} = \kappa_i \Delta_i, \qquad (2)$$

где i – номер соединения;

K_i – коэффициент жесткости i-го соединения в горизонтальном поперечном направлении, тс/м.

2.6. Для нелинейноподатливых (например, резиновых) соединений зависимость между нагрузкой H_{xp}, тс, и деформацией Δ_p, м, принимается по формуле:

$$H_{xp} = K_p \Delta_p^n, \qquad (3)$$

где K_p и n – функциональные коэффициенты.

Для соединений, состоящих из резиновых элементов, коэффициенты K_p и n принимаются по таблице 3.

2.7. Сочетания соединений подразделяются на последовательные, параллельные и комбинированные (рис.1).

2.8. Для последовательного сочетания z линейноподатливых соединений коэффициент жесткости определяется по формуле:

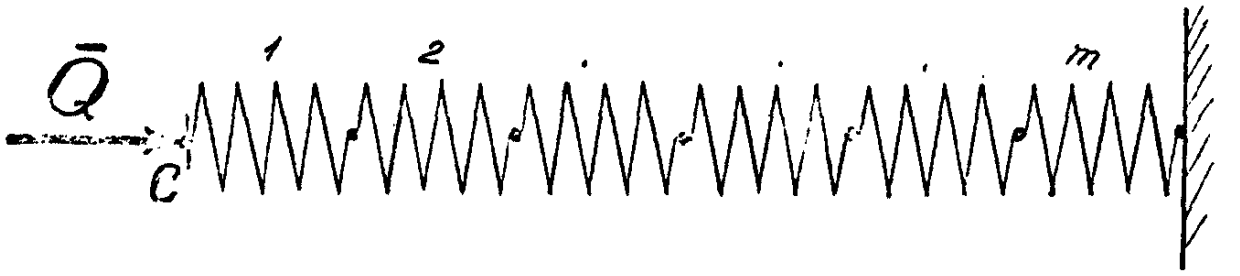
$$K = \frac{1}{\sum_{i=1}^{z} \frac{1}{K_i}} \qquad (4)$$

2.9. Для параллельного сочетания z линейноподатливых соединений коэффициент жесткости определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^{z} K_i. \qquad (5)$$

2.10. Для комбинированных сочетаний линейноподатливых соединений коэффициент жесткости определяется в зависимости от схемы комби-

а) последовательное соединение



б) параллельное соединение

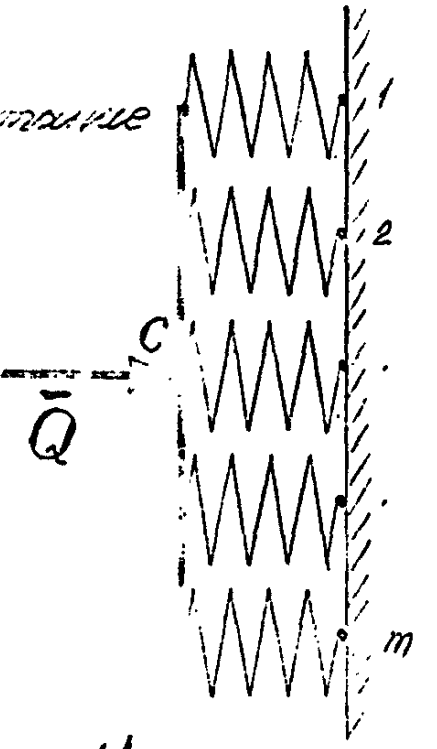


Рис. №1

нирования сочетаний в сооружении.

Количество z соединений и их сочетания в единой комплексной связи устанавливаются из расчетной схемы сооружения и его отдельных устройств в зависимости от требуемой степени детализации.

2.II. Зависимость между нагрузкой $H_x, \tau c,$ и деформацией $\Delta, м,$ для сочетаний z линейноподатливых соединений принимается в виде:

$$H_x = \kappa \Delta, \qquad (6)$$

где $\Delta = \sum_{i=1}^{z} \Delta_i$ – для последовательного сочетания; (7)

$\Delta = \Delta_{iH}$ – для параллельного сочетания; (8)

Δ_{iH} – деформация соединения, расположенного в уровне опоры комплексной связи.

2.I2. Зависимость между нагрузкой $H_x, \tau c,$ и деформацией $\Delta, м,$ для сочетаний z нелинейноподатливых соединений принимается в виде:

$$H_x = \psi \Delta^{n}, \qquad (9)$$

где $\psi = \frac{\kappa_p}{(\beta z)^n}$ – для последовательного сочетания; (10)

$\psi = \beta z \kappa_p \gamma_c$ – для параллельного сочетания; (II)

$\beta = \frac{l}{\lambda}$ – коэффициент примененной длины l резинового элемента стандартной длины λ ;

γ_c – определяется согласно п.2.I3;

Δ – определяется по (7) или (8) в зависимости от характера сочетаний.

2.13. Коэффициент γ_c зависит от величины эксцентриситета e, м, приложения силы H_x относительно горизонтали, проходящей параллельно кордону через середину отбойных устройств:

- при $e = 0$: $\gamma_c = 1$;
- при $0 < |e| < \frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2}$: (12)

$$\gamma_c = \frac{[1-(\frac{A}{2}+e)\mu]^{n+1}}{1-(n+1)(\frac{A}{2}-e)\mu}, \quad (13)$$

где A – высота (или ширина) щита, распределяющего нагрузку H_x между соединениями, м;

μ – определяется из уравнения:

$$\mu^3 + b\mu^2 + c\mu + d = 0, \quad (14)$$

в котором:

$$b = -1{,}5\, e\, (1+p)\, x; \quad (15)$$

$$c = x\, \frac{1+3p}{n-1}; \quad (16)$$

$$d = -\frac{12\, e\, x}{A^2\, n(n-1)}; \quad (17)$$

$$p = \left(\frac{2e}{A}\right)^2; \quad (18)$$

$$x = \frac{40}{A^2(n-2)(1+10p+5p^2)}; \quad (19)$$

– при $|e| = \frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2}$: (20)

$$\gamma_c = \frac{(n+2)^n}{(n+1)^{n+1}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{n(n-1)}{24(\beta'c)^2}\left(\frac{n+2}{n+1}\right)^2}; \quad (21)$$

– при $\frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2} < |e| \leq A/2$: (22)

определяется согласно перераспределению нагрузки между соединениями в соответствии с конструктивными их размерами по формуле (21).

2.14. Взаимодействие линейнонодатливых и нелинейноподатливых соединений в единой комплексной связи принимается последовательным.

2.15. Максимальное перемещение точки контакта в $\bar{I}$ приближении за счет деформации сочетания нелинейноподатливых соединений определяется по формуле:

$$\Delta_{max} = \sqrt[n+1]{\frac{E_H(n+1)}{\psi}}. \quad (23)$$

2.16. Максимально возможная деформация сочетаний нелинейноподатливых соединений принимается равной:

– для последовательного сочетания:

$$\Delta_{pmax} = z\,\delta_{max}; \quad (24)$$

– для параллельного сочетания:

$$\Delta_{pmax} = \delta_{max}\sqrt[n]{\gamma_c}, \quad (25)$$

где δ_{max} – максимально возможная деформация одного соединения. Для соединений из резиновых элементов принимается по таблице 3.

2.17. При условии

$$\Delta_{max} \leq \Delta_{pmax} \qquad (26)$$

горизонтальная нагрузка $H_{x,mc}$, на причал при швартовке парома определяется по формулам:

– если

$$0,1K \geq \sqrt[n+1]{\psi^2 (n+1)^{2n} E_H^{n-1}}, \qquad (27)$$

то

$$H_x = \sqrt[n+1]{\psi (n+1)^n E_H^n}; \qquad (28)$$

– если

$$0,1K < \sqrt[n+1]{\psi^2 (n+1)^{2n} E_H^{n-1}}, \qquad (29)$$

то

$$H_x = \psi \Delta_{1max}^n, \qquad (30)$$

где

$$\Delta_{1max} = \sqrt[n]{\frac{K}{\psi(n+1)}} \left(\sqrt{\Delta_{1max}^2 + \frac{2E_H (n+1)^2}{K}} - \Delta_{1max} \right) \qquad (31)$$

определяется методом итераций с использованием первоначального значения (23). Вычисления по (31) продолжаются до тех пор, пока не будет соблюдено неравенство:

$$\left| \Delta_{1max(j+1)} - \Delta_j \right| \leq 0,001, \qquad (32)$$

где j – порядковый номер вычислений.

2.18. При условии

$$\Delta_{max} > \Delta_{pmax} \qquad (33)$$

нагрузка H_x, тс, определяется по формулам:

– для параллельного сочетания нелинейноподатливых соединений:

$$H_x = \sqrt{\frac{2E_к(n+1) + \psi K_p \Delta_{p max}^{2n}(n+1)\frac{1}{ж_c} - 2\psi\Delta_{p max}^{n+1}}{\left(\frac{1}{к} + \frac{1}{\beta r ж_c}\right)(n+1)}}, \quad (34)$$

– для последовательного сочетания нелинейноподатливых соединений:

$$H_x = \sqrt{\frac{2E_к(n+1) + \frac{K_p^2}{(\beta r)^{2n-1}}\Delta_{p max}^{2n}(n+1)\frac{1}{ж_c} - 2\psi\Delta_{p max}^{n+1}}{\frac{1}{к} + \frac{\beta r(n+1)}{ж_c}}}, \quad (35)$$

где $ж_c$ – жесткость одного сжатого до предела соединения, тс/м; для соединений из резиновых элементов принимается по таблице 3.

Таблица 3

№ п.п.	Наименование и размеры резиновых элементов	K_p	n	δ_{max} м	$ж_c$ тс/м	Q_0 тс	$E_к$ тс
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Резиновая труба D = 400 мм d = 2000 мм	8034	3,15	0,22	4650	68	3,6
2.	То же, D = 300 мм d = 1500 мм	6130	3,00	0,16	3250	25	1,9

Продолжение таблицы 3

I	2	3	4	5	6	7	8
3.	Призматический элемент VH = 600 мм ℓ = 2500 мм	289	0,58	0,30	3950	I44	27,3
4.	То же, ℓ = 2000 мм	254	0,64	0,30	3290	II8	21,5
5.	То же, ℓ = I500 мм	I97	0,66	0,30	2420	90	16,1
6.	То же, VH = 800 мм ℓ = 3500 мм	498	0,65	0,40	6760	274	66,5
7.	То же, ℓ = 3000 мм	4I5	0,63	0,40	5850	233	57,2
8.	То же, ℓ = 2500 мм	345	0,63	0,40	5000	I93	47,5

2.I9. При последовательном сочетании каждое нелинейноподатливое соединение рассчитывается на полную нагрузку H_x.

При параллельном сочетании усилие P_i, тс, передающееся на одно нелинейноподатливое соединение, определяется по формуле:

$$P_i = \left[\frac{1+\frac{A_p(2i-1-r)}{2r(1-\mu e)}}{1+\frac{A_p(r-1)}{2r(1-\mu e)}}\right]^n \cdot \frac{H_x}{\sum_{i=1}^{r}\left[1+\frac{A_p(2i-1-r)}{2r(1-\mu e)}\right]^n}, \quad (36)$$

где r – количество взаимодействующих соединений;

i – порядковый номер соединения, начиная с нижнего фланца взаимодействующих с паромом отбойных устройств;

$$\mu = \frac{tg\alpha}{\Delta_{p\,max}} - \qquad (37)$$

для $|e| = \frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2}$:

$$\mu = \frac{1}{A} \cdot \frac{n+2}{n+1} \qquad (38)$$

для $0 < |e| < \frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2}$ μ определяется по (14);

α – угол отклонения распределяющего нагрузку K_x от ненагруженного состояния.

2.20. Оптимальное количество m нелинейноподатливых соединений в отбойных устройствах определяется по формулам:

– для последовательного сочетания:

$$m = \left(\frac{E_н}{E_0} - \frac{Q_0^2}{2E_н \kappa}\right)\frac{1}{\beta}; \qquad (39)$$

– для параллельного сочетания:

$$m = \frac{\gamma_c \kappa (n+1)\Delta_{p\,max}}{Q_0\,(n+2)}\left(\sqrt{1 + \frac{2E_н (n+2)^2}{\kappa\,\Delta_{p\,max}^2}} - 1\right), \qquad (40)$$

где E_0 – энергоемкость одного сжатого до предела δ_{max} нелинейноподатливого соединения, тсм;

Q_o - усилие, воспринимаемое таким соединением при максимально возможной степени сжатия, тс.

Величины E_o, тсм, и Q_o, тс, приведены в таблице 3.

2.21. При использовании в отбойных устройствах других (отличающихся от указанных в таблице 3) типов нелинейноподатливых соединений их графическая техническая характеристика должна быть приведена к виду (3) методом наименьших квадратов.

2.22. При использовании в отбойных устройствах линейноподатливых соединений они рассчитываются по тем же формулам, что и нелинейноподатливые, при значении $n = 1$.

2.23. Направление действия горизонтальной нагрузки H_x принимается нормальным к лицевой грани причала. Распределение нагрузки по длине и высоте причала производится в зависимости от конструкции отбойных устройств.

2.24. Отбойные устройства паромных причалов рассчитываются на наиболее неблагоприятное сочетание положения привального бруса парома и его кинетической энергии, которое определяется рассмотрением всех возможных положений привального бруса и соответствующих им величин кинетической энергии на подходе $E_н$.

Руководитель темы М.Волков

Ответственный исполнитель В.Писарев

Приложение I

Примеры расчетов

Пример I.I. Определить нагрузки, испытываемые охранной рамой [illegible] ного причала в период швартовки к нему судна.

Схема конструкции охранной рамы показана на рис.2. Она представляет собой распределительный щит из брусьев, опирающийся на [illegible] вые элементы из труб диаметром $\mathcal{D}$ = 400 мм. Количество и [illegible] должны быть определены расчетом.

Паромный причал представляет собой заанкерованную тонку [illegible] из металлического шпунта с ж/б оголовком с песчаной засыпкой.

Судно – паром водоизмещением:

$\mathcal{D}_c$ = 6000 т – на ходу в полном грузу;

$\mathcal{D}_c$ = 3500 т – на ходу порожнем.

Привальный брус парома находится на отметках:

в грузу: +I,65 ÷ +4,0 м

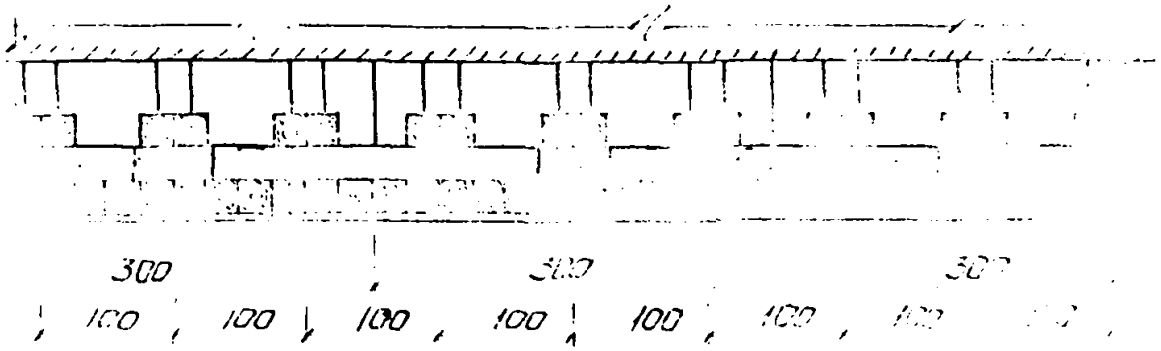
порожнем: +4,I5 ÷ +6,35 м

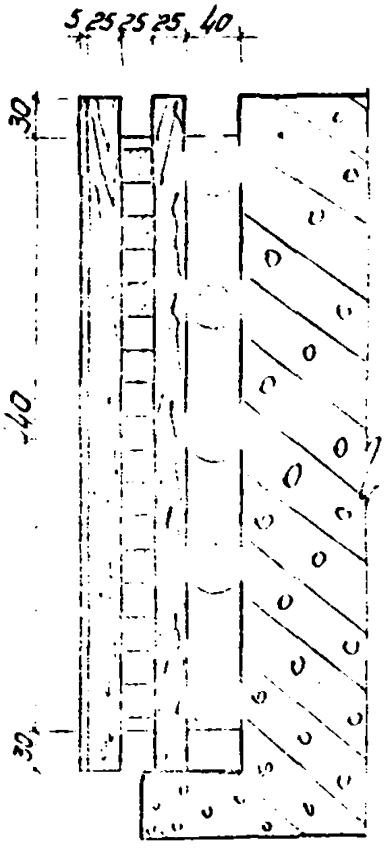
Отметка центра щита – +4,0 м.

I.I.I. По таблице 22 СНиП П-57-75 для судна с водоизмещением $\mathcal{D}_c$ = 6000 т находим V = 0,I46 м/сек; для судна с водоизмещением $\mathcal{D}_c$ = 3500 т – V = 0,I85 м/сек.

I.I.2. По таблице 2 принимаем коэффициент y = 0,8.

I.I.3. По формуле (I) определяем кинетическую энергию [illegible] парома при подходе его к причалу:





Сечение всех брусьев 25×25 см
Толщина досок h=0,05 м

Рис. № 12

Схема конструкции охранной рамы

$$E_{к1} = 0{,}8\,\frac{6000 \cdot 0{,}146^2}{2 \cdot 9{,}81} = 5{,}21\ тсм$$

$$E_{к2} = 0{,}8\,\frac{3500 \cdot 0{,}185^2}{2 \cdot 9{,}81} = 4{,}88\ тсм.$$

I.I.4. Прочность охранной рамы должна быть рассчитана исходя из указанных в условиях примера положений привального бруса и соответствующих им величин энергии $E_к$, подсчитанных в предыдущем пункте. Величина же горизонтальной нагрузки непосредственно на причал должна определяться по максимальному значению энергии парома.

I.I.5. Кинетическая энергия навала в процессе взаимодействия парома с причалом превращается в потенциальную энергию деформаций соединений, создающих жесткость точки контакта корпуса парома с отбойными устройствами:

- корпуса парома в месте расположения привального бруса с коэффициентом жесткости K_1;
- распределительного щита из деревянных брусьев с коэффициентом жесткости K_2;
- резиновых элементов из труб;
- конструкций самого причала с коэффициентом жесткости K_4.

Методами строительной механики и сопротивления материалов определяем коэффициенты жесткости:

$K_1 = 6670\ тс/м$; $K_2 = 30000\ тс/м$; $K_4 = 100000\ тс/м$.

Поскольку соединения в точке контакта сочетаются последовательно, то согласно (4) должны суммироваться величины, обратно пропорциональные их коэффициентам жесткости:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{6670} + \frac{1}{30000} + \frac{1}{100000}} = 5180 \text{ кг/м}.$$

I.I.6. По таблице 3 для трубы диаметром D = 400 мм и длиной l = 2000 мм имеем зависимость силы её сжатия от величины деформации:

$$H_{гр} = 8034 \Delta_p^{3,15} (K_p = 8034;\ n = 3,15).$$

По той же таблице имеем также величину деформации сжатых до предела резиновых элементов:

$$\delta_{max} = 0,22 м.$$

и величину коэффициента их жесткости за пределами деформации δ_{max}:

$$ж_c = 4650 \text{ кг/м}.$$

I.I.7. Решая вначале задачу методом подбора в предположении, что разрезка стандартных труб по длине излишня, принимаем, что распределительный щит охранной рамы опирается на 5 сплошных резиновых труб, расположенных горизонтально, длиной l = 3,0 м, т.е., по всей длине щита в плане.

Указанный в п.2.I2 коэффициент примененной длины:

$$\beta = \frac{3,0}{2,0} = 1,5.$$

Горизонтальная нагрузка достигает максимальной величины в случае, когда эксцентриситет (п.2.13): $e=0$.

Тогда $\gamma_c = 1$.

По (11) находим коэффициент ψ_1:

$$\psi_1 = 1{,}5 \cdot 5 \cdot 8034 \cdot 1 = 60255,$$

где индекс 1 - обозначает номер варианта.

Деформация резиновых элементов в первом приближении по (23) составляет:

$$\Delta_{max} = \sqrt[4{,}15]{\frac{5{,}21 \cdot 4{,}15}{60255}} = 0{,}149\,м < \delta_{max} = 0{,}22\,м.$$

Производим проверку неравенства (27):

$$0{,}1K = 0{,}1 \cdot 5180 = 518;$$

$$\sqrt[4{,}15]{60255^2 \cdot 4{,}15^{6{,}3} \cdot 5{,}21^{2{,}15}} = 4103.$$

Выполняется неравенство (29).

Деформация резиновых элементов во II приближении по (31) составит:

$$\Delta_{1max} = 0{,}136\,м.$$

Горизонтальная нагрузка на причал достигает своего максимума по (30):

$$H_x = 60255 \cdot 0{,}136^{3{,}15} = 112\,тс.$$

Для расчетов прочности распределительного щита необходимо рассмотреть его загружения при всех возможных положениях прижимного бруса, указанных в условиях примера, и выбрать из них наиболее неблагоприятное по прочности.

Не рассматривая все положения, покажем как определяется нагрузка при некоторых эксцентриситетах ее приложения к щиту.

Для случая $e=-1{,}0м$

Величина (I2):

$$\frac{A}{2}\cdot\frac{n}{n+2}=\frac{5}{2}\cdot\frac{3{,}15}{5{,}15}=1{,}53м.$$

Следовательно, в этом случае:

$$|e|<1{,}53м.$$

По (I8) находим коэффициент η:

$$\eta=\left(\frac{2e}{A}\right)^2=\left(\frac{2\cdot1}{5}\right)^2=0{,}16.$$

По (I9) - коэффициент $\varkappa$:

$$\varkappa=\frac{40}{5^2\cdot1{,}15(1+10\cdot0{,}16+5\cdot0{,}16^2)}=0{,}501.$$

По (I5)-(I7) определяем b; c и d:

$$b=-1{,}5\cdot(-1)\cdot(1+0{,}16)\cdot0{,}501=0{,}871;$$

$$c=0{,}501\,\frac{1+3\cdot0{,}16}{3{,}15-1}=0{,}345;$$

$$d=-\frac{12\cdot(-1)\cdot0{,}501}{5^4\cdot3{,}15\cdot(3{,}15-1)}=0{,}0355.$$

Решаем кубическое уравнение (I4):

$$\mu^3 + 0{,}872\mu^2 + 0{,}345\mu + 0{,}0355 = 0$$

$$\mu = -0{,}1492.$$

По (I3) определяем коэффициент γ_c:

$$\gamma_c = \frac{[1-(2{,}5-1)(-0{,}1492)]^{4{,}15}}{1-(3{,}15+1)(2{,}5+1)(-0{,}1492)} = 0{,}73.$$

По (II):

$$\Psi_2 = 1{,}5 \cdot 5 \cdot 8034 \cdot 0{,}73 = 44000.$$

Деформация резиновых элементов в месте приложения нагрузки определяется в первом приближении по (23):

$$\Delta_{2max} = \sqrt[4{,}15]{\frac{5{,}21 \cdot 4{,}15}{44000}} = 0{,}16\,м.$$

Максимально возможная деформация резиновых элементов для этого случая определяется по (25):

$$\Delta_{pmax} = 0{,}22\sqrt[3{,}15]{0{,}73} = 0{,}22 \cdot 0{,}9048 = 0{,}2\,м.$$

Неравенство (26) выполняется. Выполняется также неравенство (29).

Величину деформации резиновых элементов во II приближении определяем по (3I):

$$\Delta_{2max} = 0{,}148\,м,$$

а горизонтальная нагрузка при этом будет по (30):

$$H_x = 44000 \cdot 0{,}148^{3{,}15} = 107\,тс.$$

Для случая $e=-1{,}53м$

В данном случае:

$$|e| = \frac{A}{2} \cdot \frac{n}{n+2}.$$

При этом распределительный щит имеет треугольную эпюру перемещений, нижние резиновые элементы при этом имеют наибольшее сжатие, верхние – наименьшее.

По (21) определяем коэффициент γ_c:

$$\gamma_c = \frac{(3{,}15+2)^{3{,}15}}{(3{,}15+1)^{4{,}15}} \cdot \frac{1}{1+\frac{3{,}15 \cdot 2{,}15}{24 \cdot (1{,}5 \cdot 5)^2} \cdot \left(\frac{3{,}15+2}{3{,}15+1}\right)^2} = 0{,}47.$$

По (11) коэффициент ψ_3:

$$\psi_3 = 1{,}5 \cdot 5 \cdot 8034 \cdot 0{,}47 = 28300.$$

Деформация резиновых элементов в первом приближении по (23):

$$\Delta_{3max} = \sqrt[4{,}15]{\frac{5{,}21 \cdot 4{,}15}{28300}} = 0{,}177 м.$$

Максимально возможная деформация по (25):

$$\Delta_{rmax} = 0{,}22 \sqrt[3{,}15]{0{,}47} = 0{,}173 м.$$

Находим деформацию резиновых элементов во II приближении по (22):

$$\Delta_{3max} = 0{,}168 м.$$

Тогда будет выполняться неравенство (26), и горизонтальная нагрузка определяется по п.2.17 по формуле (30):

$$H_x = 28300 \cdot 0{,}168^{3{,}15} = 10{,}2 тс.$$

I.I.8. Определим оптимальное количество резиновых элементов по (40):

$$m = \frac{947 \cdot 5180 \cdot (3{,}15+1)\, 0{,}22}{1 \cdot 68 \cdot (3{,}15+2)} \left(\sqrt{1+\frac{2 \cdot 521 \cdot (3{,}15+2)^2}{5180 \cdot 0{,}22^2}} - 1\right) = 4{,}8.$$

Так как по (II):

$$m = \beta z,$$

то, принимая по высоте щита $z = 5$ рядов резиновых труб, получим, что:

$$\beta = \frac{m}{z} = \frac{2{,}8}{5} = 0{,}56.$$

Из пункта 2.I2 коэффициент β :

$$\beta = \frac{\ell}{L},$$

откуда $\ell = \beta L = 0{,}56 \cdot 2 = 1{,}12\ м.$

Принимаем: $\ell = 1{,}2\ м.$

Этот расчет показывает, что применение сплошных резиновых труб по длине щита необязательно. Если принять, что по длине щита (рис.2) располагаются 4 отрезка резиновых труб, то длина одного отрезка будет равна:

$$\ell_{отр} = \frac{1{,}2}{4} = 0{,}3\ м.$$

Подсчитаем теперь горизонтальные нагрузки для тех же случаев её приложения, что и в предыдущем пункте.

Для случая $e=0$

По пункту 2.13 имеем: $\gamma_c = 1$.

По (11) коэффициент ψ:

$$\psi_1 = \frac{4,2}{2} \cdot 5 \cdot 8034 \cdot 1 = 24102.$$

Деформация резиновых элементов в первом приближении по (25):

$$\Delta_{1max} = \sqrt[4,15]{\frac{5,21 \cdot 4,15}{24102}} = 0,184 см.$$

Максимально возможная деформация резиновых элементов по (26):

$$\Delta_{pmax} = 0,22 \sqrt[3,15]{1} = 0,22 см.$$

Поскольку выполняется неравенство (26), горизонтальную нагрузку определяем по п.2.17.

Проверка неравенства (27):

$$0,1 K = 0,1 \cdot 5180 = 518;$$

$$\sqrt[n+1]{\psi^2 (n+1)^{2n} E_x^{n-1}} = \sqrt[4,15]{24102^2 \cdot 4,15^{6,3} \cdot 5,21^{2,15}} = 2653.$$

Выполняется неравенство (29). Поэтому нагрузка H_x определяется по формуле (30). Деформация резиновых элементов во II приближении:

$$\Delta_{1max} = \sqrt[3,15]{\frac{5180}{24102 \cdot 4,15}\left(\sqrt{0,184^2 + \frac{5,21 \cdot 4,15^2}{5180}} - 0,184\right)} = 0,172 см.$$

Горизонтальная нагрузка:

$$H_x = 24102 \cdot 0,173^{3,15} = 96,2 тс.$$

Для случая $e=-1,0м$.

Коэффициент γ_c подсчитан в предыдущем пункте. Он не изменился и здесь, поскольку он зависит только от эксцентриситета приложения нагрузки:

$$\gamma_c = 0,73.$$

По (II) коэффициент ψ:

$$\psi_2 = \frac{1,2}{2} \cdot 5 \cdot 8034 \cdot 0,73 = 17560.$$

Деформация резиновых элементов в первом приближении по (18):

$$\Delta_{2max} = \sqrt[4,15]{\frac{5,21 \cdot 4,15}{17560}} = 0,199м.$$

Максимально возможная деформация резиновых элементов по (25):

$$\Delta_{pmax} = 0,22\sqrt[3,15]{0,73} = 0,2м.$$

Поскольку выполняется неравенство (26), горизонтальная нагрузка определяется по п.2.17.

Проверка неравенства (27):

$$\sqrt[n+1]{\psi^{n-2}(n+1)^{2n}E_к^{n-1}} = \sqrt[4,15]{17560^{2} \cdot 4,15^{6,3} \cdot 5,21^{4,15}} = 2266.$$

Выполняется неравенство (29). Определим деформацию резиновых элементов во II приближении по (31):

$$\Delta_{2max} = \sqrt[3,15]{\frac{5180}{17560(3,15+1)}\left(\sqrt{0,199^2 + \frac{4 \cdot 5,21 \cdot 4,15^2}{5180}} - 0,199\right)} = 0,188м.$$

И горизонтальная нагрузка по (30):

$$H_к = 17560 \cdot 0,188^{3,15} = 91,2тс.$$

Для случая $e=-1{,}53_м$

Коэффициент $\gamma_в=0{,}47$ (по предыдущему пункту).

Коэффициент ψ по (II):

$$\psi_з = \frac{1{,}2}{\varkappa}\cdot 5\cdot 8034\cdot 0{,}47 = 11300.$$

Деформация резиновых элементов в I приближении:

$$\Delta_{эпах} = \sqrt[4{,}15]{\frac{5{,}21\cdot 4{,}15}{11300}} = 0{,}221м.$$

Максимально возможная деформация для этого случая (подсчитана в предыдущем пункте):

$$\Delta_{pmax} = 0{,}173м.$$

Поскольку здесь выполняется неравенство (33), нагрузку следует определять по п. 2.18:

$$H_x = \sqrt{\frac{2\cdot 5{,}21\cdot 4{,}15 + 11300\cdot 8034\cdot 0{,}173^{3{,}15}\cdot 1{,}1650 - 2\cdot 11300\cdot 0{,}173^{4{,}15}}{\left(\frac{1}{5180}+\frac{1}{0{,}6\cdot 5\cdot 46550}\right)(3{,}15+1)}} = 103тс.$$

Результаты сведем в таблицу 4.

Таблица 4

Методы	Деформации Δ_{max}, м			Нагрузка H_x, тс		
	$e=0$	$e=-1{,}0_{11}$	$e=-1{,}53_м$	$e=0$	$e=-1{,}0_{11}$	$e=-1{,}5_{3}$
I. Подбора	0,136	0,164	0,211	112	107	10
2. При определении оптимального количества резиновых элементов	0,173	0,208	0,220	96,2	91,2	103

Из рассмотрения таблицы 4 получается, что по второму варианту резиновые элементы используются экономичнее, так как в отбойных устройствах этого варианта резиновых элементов в 2,5 раза меньше, чем в первом варианте. Это также означает, что по первому варианту отбойные устройства обладают излишней энергоемкостью.

I.I.9. Основой расчета на прочность распределительного щита являются изгибающие моменты и поперечные силы, развивающиеся в его элементах в результате действия на него внешней силы H_x и реакций резиновых элементов. Реакции в резиновых элементах определяются с помощью формулы (36) для всех возможных положений привального бруса. При этом нужно учитывать, что на отметках +4,15 м ÷ +6,35 м происходит швартовка парома с кинетической энергией $E_{к2} = 4{,}88$ тсм, а на отметках +I,65 ÷ +4,0 м – с энергией $E_{к1} = 5{,}21$ тсм. Положение привального бруса фиксируется в формуле (36) эксцентриситетом e.

Здесь покажем, как определяются реакции для случая $e = -1{,}0$ м.

Выше определен коэффициент:

$$\mu = -0{,}1492 \ 1/м.$$

Задавая последовательно значения индексу $i = 1, 2, 3, \ldots r$, определим реакции резиновых элементов:

$$P_1 = \left[\frac{1 + \frac{5(-0{,}1492)(2-1-5)}{2\cdot 5\cdot(1-0{,}1492\cdot 1)}}{1 + \frac{5(-0{,}1492)(5-1)}{2\cdot 5\cdot(1-0{,}1492)}}\right]^{3{,}15} \frac{107}{\sum\limits_{i=1}^{5}\left[\frac{1 + \frac{5(-0{,}1492)(2i-1-5)}{2\cdot 5(1-0{,}1492\cdot 1)}}{1 + \frac{5(-0{,}1492)\cdot(5-1)}{2\cdot 5\cdot(1-0{,}1492\cdot 1)}}\right]^{3{,}15}} = 45{,}7 \text{ тс}$$

$P_2 = 29{,}6$ тс; $P_3 = 17{,}7$ тс; $P_4 = 9{,}7$ тс; $P_5 = 4{,}6$ тс.

Проверка:

$$\sum_{i=1}^{5} P_i = 45{,}7 + 29{,}6 + 17{,}7 + 9{,}7 + 4{,}6 = 107{,}3\ тс.$$

$$\sum_{i=1}^{5} P_i = H_x.$$

Вычисления произведены верно.

Для других эксцентриситетов вычисления проводятся аналогично.

Пример I.2. Необходимо рассчитать количество пружинных амортизаторов для установки в ложе паромов с целью поглощения их энергии захода.

Исходные данные по судну взять по примеру I.I.

Схема амортизационных устройств ложа паромного причала с расчетной схемой и технической характеристикой амортизатора показаны на рис.3.

I.2.I. Скорость захода парома в ложе по таблице I составляет

$$v = 0{,}62\ м/с.$$

I.2.2. Коэффициент y принимаем по таблице 2:

$$y = 1{,}1.$$

I.2.3. По формуле (I) определяем кинетическую энергию захода парома в ложе:

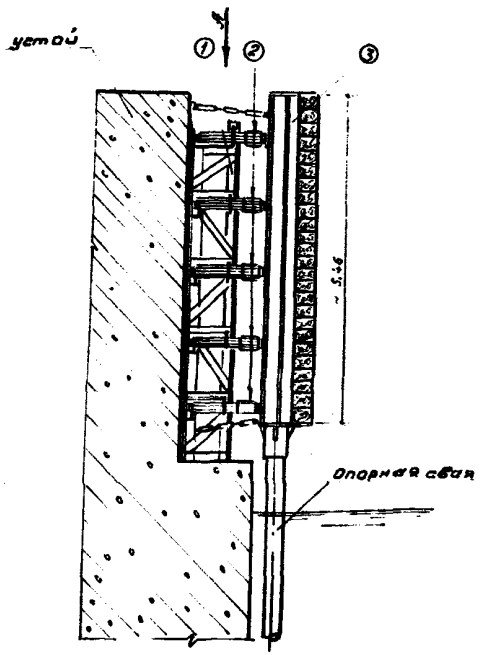
$$E_к = 1{,}1\,\frac{6000 \cdot 0{,}62^2}{2g} = 128{,}8\ тсм.$$

I.2.4. Коэффициент жесткости одного пружинного амортизатора согласно его технической характеристике:

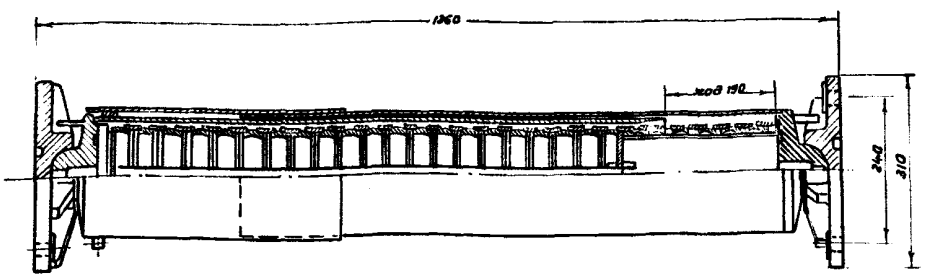
$$K_{пр} = \frac{35}{0{,}19} = 184\ тс/м.$$

Схема амортизационных устройств ложа паромного причала

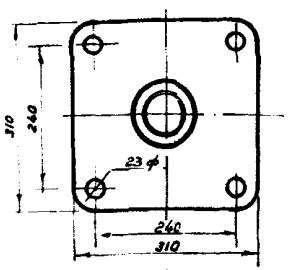
Установка амортизаторов в системе отбойного устройства



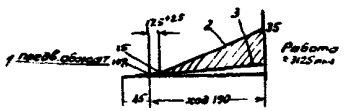
Амортизатор в сборе



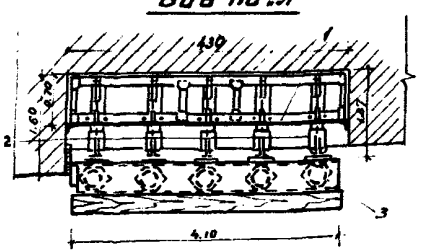
Опорная плита



Техническая характеристика амортизатора

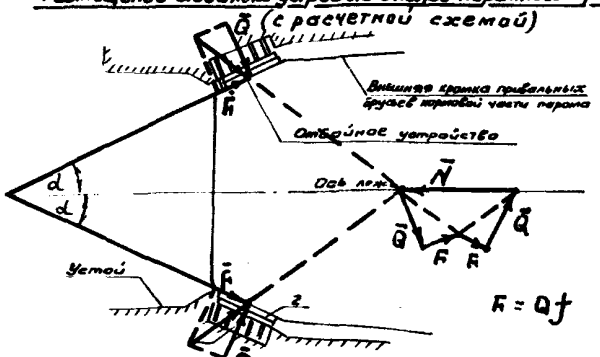


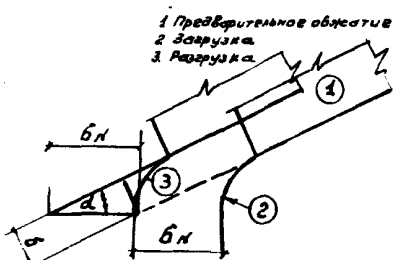
Вид по "А"



1 Металлическая рама (кассета)
2. Амортизаторы
3 Отбойный щит.

Размещение отбойных устройств в ложе паромного причала (с расчетной схемой)





(1). Отбойный щит
(2). Корма парома в момент соприкосновения с щитом
(3). Корма парома после перемещения щита на величину δ

Рис. 3

I.2.5. По расчетной схеме рис.3 равнодействующая сил Q будет равна:

$$N = 2Q(\sin\alpha_0 + f\cos\alpha_0), \qquad (41)$$

где $f = 0,6$ – коэффициент трения дерева по металлу;

α_0 – угол, показанный на рис.3.

При $Q = K_{ay}\delta$ и $N = K_N\delta_N$ последнее уравнение принимает вид:

$$K_N\delta_N = 2K_{ay}\delta(\sin\alpha_0 + f\cos\alpha_0), \qquad (42)$$

где K_{ay} – коэффициент жесткости амортизационного устройства с одного борта парома;

K_N – коэффициент жесткости общей системы амортизационных устройств в направлении силы N.

По рис.3, кроме того, имеем:

$$\delta = \delta_N \sin\alpha_0. \qquad (43)$$

Подставляем значение (43) в (42):

$$K_N = 2K_{ay}\sin\alpha_0(\sin\alpha_0 + f\cos\alpha_0). \qquad (44)$$

Для одного пружинного амортизатора (при $\alpha_0 = 23°$):

$$K_N = 2 \cdot 184 \sin 23°(\sin 23° + 0,6\cos 23°) = 136 \text{ тс/м}.$$

I.2.6. Методами строительной механики находим коэффициенты жесткости:

- корпуса парома $K_1 = 6667$ тс/м;
- устоя ложа $K_2 = 90910$ тс/м;
- распределительного щита $K_3 = 30300$ тс/м.

Суммарный коэффициент жесткости определяем по формуле (7), т.к. соединения здесь сочетаются последовательно:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{6667} + \frac{1}{90910} + \frac{1}{30300}} = 5160 \ тс/м.$$

По аналогии с (44) приведем суммарный коэффициент жесткости к оси парома:

$$K_{оп} = 5160 \cdot 0{,}738 = 3810 \ тс/м.$$

I.2.7. Из (43) имеем:

$$\delta_N = \frac{\delta}{\sin \alpha_0}.$$

При максимально возможном ходе пружинного амортизатора $\delta_{max} = 0{,}19 м$ максимально возможный ход парома по этому направлению составит:

$$\Delta_{pmax} = \frac{0{,}19}{\sin 23^\circ} = 0{,}486 м.$$

I.2.8. Оптимальное количество амортизирующих элементов в отбойных устройствах ложа может быть определено по формуле (10), в которой необходимо принять значения величин следующие (согласно п. 2.22):

$$n = 1; \quad Q_0 = K_N \Delta_{pmax}; \quad K = K_{оп};$$

$$\gamma_c = \frac{(n+2)^n}{(n+1)^{n+1}} = \frac{3}{4} \quad по \ (21); \quad \beta = 1.$$

При этих обозначениях формула (21) приобретает вид:

$$m = 0{,}5\frac{K_{on}}{\kappa_N}\left(\sqrt{1+\frac{18E_H}{k_{on}\Delta^2_{pmax}}}-1\right),$$

который дает возможность определить оптимальное количество пружинных амортизаторов в отбойных устройствах ложа парома. Оно составит:

$$m = 0{,}5\,\frac{3810}{136}\left(\sqrt{1+\frac{18\cdot 128{,}8}{3810\cdot 0{,}486^2}}-1\right)=12{,}5\ \text{шт.}$$

Принимаем m = 13 шт.

Таким образом, в ложе паромов необходимо установить 13 пружинных амортизаторов с каждого борта парома вместо 25 штук их, установленных согласно расчетам по методу подбора, выполненным в 60-х годах.

Перечень заимствованных нормативно-технических документов, на которые имеются ссылки в тексте РТМ

СНиП П-57-75. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

СНиП П-51-74. Гидротехнические сооружения морские. Основные положения проектирования.

Пояснительная записка

Введение

Настоящий проект "Руководства по определению горизонтальных нагрузок на причальные сооружения при швартовке к ним паромов" разработан на основании наряд-заказа Союзморниипроекта за [illegible] от 24 февраля 1975 года и является II редакцией РТМ, регламентирующего методы расчетов горизонтальных нагрузок от паромов при их швартовке к причальным сооружениям в развитие СНиП П-57-75 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)", а также определения при этом расчетных усилий в элементах отбойных устройств паромных причалов. Его I редакция /I/ была выпущена в 1975 году как Стандарт предприятия, предназначенный для использования в Союзморниипроекте и его филиалах.

Проект РТМ был рассмотрен на заседании Научно-Технического Совета Каспморниипроекта и направлен на отзыв в Ленморниипроект, Союзморниипроект и Черноморниипроект. Полученные от Ленморниипроекта (авторы Дорофеев С.А. и Вульфсон Б.М.) и Черноморниипроекта (авторы кандидат технических наук Тишкин И.Б. и Кирюкин И.Г.) рецензии содержали деловые замечания и предложения, которые в своем большинстве учтены в новой редакции РТМ.

I. Технико-экономическое обоснование целесообразности введения руководства

I.I. На основании рекомендаций РТМ, разработанных после проведения натурных исследований в 1971÷1975 гг. на паромных причалах в Баку и Красноводске, горизонтальная нагрузка на устои люка парома при сохранении их прочности и устойчивости может быть снижена с 700 тс до 300 тс.

Объем одного устоя при площади его основания $S = 210\ м^2$ и высоте $H = 15\ м$:

$$V = 210 \times 15 = 3150\ м^3$$

можно при этом уменьшить в той же пропорции до величины

$$V_{ум} = \frac{3150}{700} 300 = 1350\ м^3$$

Экономия бетона на одном устое составит:

$$3150 - 1350 = 1800\ м^3$$

При ориентировочной стоимости I $м^3$ бетона, равной 20 руб, ожидаемая экономия по I устою составит:

1800 x 20 = 36 тыс.руб.

Экономия на I паромный причал (на 2 устоя) будет равна:

36000 x 2 = 72 тыс.руб.

I.2. Рекомендуемый в проекте РТМ метод расчета отбойных устройств паромных причалов позволяет применить в них в 2,5 раз (см. Приложение I. Примеры расчетов) меньше резиновых труб диамет-

ром $D = 400$ мм, чем это требуется расчетом непосредственно по СНиП II-57-75. При этом также уменьшается количество пружинных амортизаторов с 50 до 26 штук, устанавливаемых в доке пароход (см. Приложение I. Пример I.2).

На один паромный причал, рассчитанный на прием паромов водоизмещением 6,0-6,5 тыс.т, требуется по его длине 120 м (при 5 резиновых трубах по высоте) по СНиП II-57-75:

$$\frac{120 \times 5}{2} = 300 \text{ резиновых труб длиной}$$

$l = 2000$ мм каждая.

Благодаря рекомендациям РТМ это количество можно уменьшить на:

$$\frac{300}{2,5}(2,5 - 1) = 180 \text{ шт.}$$

При стоимости одной трубы $C_{тр} = 324,26$ руб (в доке) экономия резиновых элементов оценится величиной

$$324,26 \times 180 = 58400 \text{ руб.}$$

Экономия пружинных амортизаторов оценится величиной:

$$(50 - 26) \times 720 = 17300 \text{ руб.}$$

I.3. Усовершенствование метода расчета позволяет уменьшить сечение деревянных брусьев отбойных устройств с 0,35 х 0,35 м до 0,25 х 0,25 м. Общее уменьшение объема древесины (в доке) на причале длиной 120 м составит (при высоте охранной рамы 5 м):

- по лицевому ряду брусьев

$$5 \times 120 \times (0{,}35-0{,}25) = 60 \text{ м}^3$$

- по тыловому ряду брусьев

$$\frac{\frac{120}{0{,}25} \times 0{,}25 \times 0{,}25 \times 5}{2} = 75 \text{ м}^3$$

Итого 135 м³

Экономия деревянных брусьев при ориентировочной стоимости 1 м³ их, равной 60 руб, оценится величиной

$$135 \times 60 = 8100 \text{ руб.}$$

1.4. Общая экономия на 1 паромном причале:

$$72000 + 58400 + 17300 + 8100 = 155800 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономический эффект, который предполагается получать от введения настоящего РТМ в действие при проектировании каждого нового паромного причала, рассчитанного на прием паромов водоизмещением 6,0÷6,5 тыс.т, составляет примерно 150 тыс.руб.

Для паромов других водоизмещений экономический эффект (в тыс. руб.) можно определять по формуле:

$$C_э = 150 \times \sqrt{\frac{\mathcal{D}_c}{6{,}5}},$$

где $\mathcal{D}_c$ - водоизмещение парома в тыс.т.

1.5. "Руководство" целесообразно ввести в действие с 1 марта 1977 года.

2. Обоснование норм и требований, включенных в "Руководство"

Настоящий РТМ разработан на основании натурных исследований горизонтальных нагрузок навала паромов при швартовке к причальным сооружениям, выполненных Каспморниипроектом в 1971÷75 гг./2-6/. Расчеты этих нагрузок регламентируются СНиП II-57-75 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)", в развитие которого в части воздействия паромов на причальные сооружения выпускается настоящее "Руководство".

Ниже приводится обоснование рекомендаций, включенных в "Руководство", по пунктам.

П.п. I.I и I.2. Обоснования не требуют.

П. I.3. Учитывая частоту подходов парома (более высокую, чем у обычных судов), их маневрирование у причалов с более высокими (по сравнению с обычными судами) скоростями и сложность конструкции отбойных устройств паромных причалов (для расчета которых основными являются горизонтальные нагрузки от паромов) целесообразно, чтобы удар парома (как "горизонтальная нагрузка на причальное сооружение при швартовке к нему парома" и одна "из возможных кратковременных нагрузок, которая в сочетании с постоянными и временными длительно действующими нагрузками создает наиболее неблагоприятные условия работы" паромного причала согласно п.4.7 СНиП II-5I-74) был при расчетах отнесен в состав основных сочета-

ний нагрузок.

П. I.4-I.6. В этих пунктах вводится терминология, используемая в рекомендациях "Руководства".

П. 2.I. Взаимодействие судна с причалом по /7/ рассматривают с энергетической точки зрения, сводя действие всех сил при этом к кинетической энергии судна, что применено и здесь.

П. 2.2. Швартовка парома к причальным сооружениям в отличие от швартовки других судов по времени происходит в 2 этапа:

- на I этапе осуществляется подход парома непосредственно к кордону;
- на II этапе, двигаясь почти параллельно кордону, паром заходит в ложе (для накладки на корму пролетных строений подъемно-переходного моста).

П. 2.3. Если на I этапе осуществляется типичный "подход под углом", предусмотренный действующими нормами /7/, то на II этапе происходит несколько видоизмененный навал парома на сооружения лока, расположенные перпендикулярно направлению его движения, что в /7/ не регламентировано. Поэтому скорости захода парома в ложе рекомендуются здесь на основании опыта проектирования и натурных исследований Каспморниипроекта /3/.

Коэффициент y для "пирсов эстакадного или мостового типа" и для "захода в ложе" принят на основе натурных исследований Каспморниипроекта /3/, проведенных в 1971÷75 гг. на Бакинском

паромном пирсе переправы Баку-Красноводск. Этот пирс представляет собой сквозную конструкцию на ж/б сваях сечением 45х45 см. Для остальных случаев коэффициент $У$ взят по интерполяции с данными, рекомендуемыми нормами /7/. Однако при этом требуется его уточнение, связанное с натурными исследованиями на причальных сооружениях типа сплошной стенки и набережных эстакадного (или мостового) типа, набережных на свайных опорах с задним шпунтом. Паромные причалы таких конструкций в настоящее время имеются в портах Актау, Баку и Холмск. После проведения указанных выше исследований на этих причалах, которое планирует Каспморниипроект в ближайшие годы, коэффициент $У$ будет в достаточной степени обоснован для всех конструктивных типов паромных причалов.

П. 2.4. Величина $E_к$, вычисленная по пункту 2.3, представляет ту часть кинетической энергии судна, которая должна быть поглощена причальным сооружением и частично корпусом судна за счет потенциальной энергии деформации соединений единой комплексной связи. Деформируемость и соответственно энергоемкость единой комплексной связи зависят от того, какие, сколько и каким образом в ней сочетаются соединения.

П. 2.5. Пункт дает ответ на вопрос: какие линейноподатливые соединения входят в состав единой комплексной связи?

П. 2.6. Пункт характеризует, какие нелинейноподатливые соединения сочетаются в единой комплексной связи.

Обычно технические характеристики применяемых в практике нелинейноподатливых соединений (резиновые элементы) задают в виде графической зависимости

$$Q = f(\delta).$$

Специфические конструктивные особенности паромов, однако, не позволяют вести расчеты горизонтальных нагрузок от них на причалы, а также отбойных устройств сложной конструкции, какими являются охранные рамы этих причалов. Этой отличительной особенностью паромов в сравнении с прочими судами является наличие привального бруса, расположенного в уровне вагонной палубы. Назначение этого бруса – передача горизонтальных нагрузок, возникающих в момент взаимодействия с причальными сооружениями, которые, концентрируясь от вагонной нагрузки в уровне палубы, не могут быть равномерно распределены на конструкцию бортов, как это имеет место для других судов. Следовательно, привальный брус паромов является элементом, как бы "фокусирующим" горизонтальную нагрузку для передачи ее причальному сооружению. Поскольку такая фокусировка больших нагрузок вызывает необходимость их распределения по высоте причальной стенки, последняя для паромных причалов оборудуется специальными отбойными устройствами – охранной рамой.

Значительный разброс в загрузке вагонов подвижного состава, перегружаемого на паром, является причиной того, что привальный брус в каждом рейсе меняет свое положение. Амплитуда колебаний

привального бруса с учетом того, что паром должен иметь возможность подхода к причалу и порожнем, достигает, таким образом, довольно значительных величин, вызывая устройство охранной рамы, существенно развитой в высоту. Кроме того, охранная рама должна иметь достаточно энергоемкие амортизаторы, располагающиеся более или менее равномерно по всей своей высоте. Такими амортизаторами могут служить на достигнутом техническом уровне резиновые элементы различных сечений. Как показал опыт проектирования, расчет охранных рам и горизонтальных нагрузок методом, указанным в /7/, невозможен. Для достижения цели приемлемым оказался метод аппроксимации графической технической характеристики резиновых элементов, как нелинейноподатливых, функциональной зависимостью (3).

На основании того, что:

- на графике площадь, ограниченная кривой технической характеристики элемента, осью δ и ординатой $Q = f(\delta_{max})$, численно равна площади, ограниченной кривой (3), осью δ и ординатой $Q_o = k_p \delta_{pmax}^{n}$ (рис.4);

- эти площади численно равны энергоемкости соответствующего элемента;

- с целью оптимального использования энергоемкости элемента в наиболее неблагоприятных случаях швартовки судна к причалу его (элемента) деформация в пределах заданной точности должна составлять величину δ_{max}, можно считать в пределах заданной

(I) - Призматический резиновый элемент высотой H=600мм, длиной L=2500мм;

(II) - Призматический резиновый элемент высотой H=600мм, длиной L=2000мм;

(III) - Призматический резиновый элемент высотой H=600мм; длиной L=1500мм

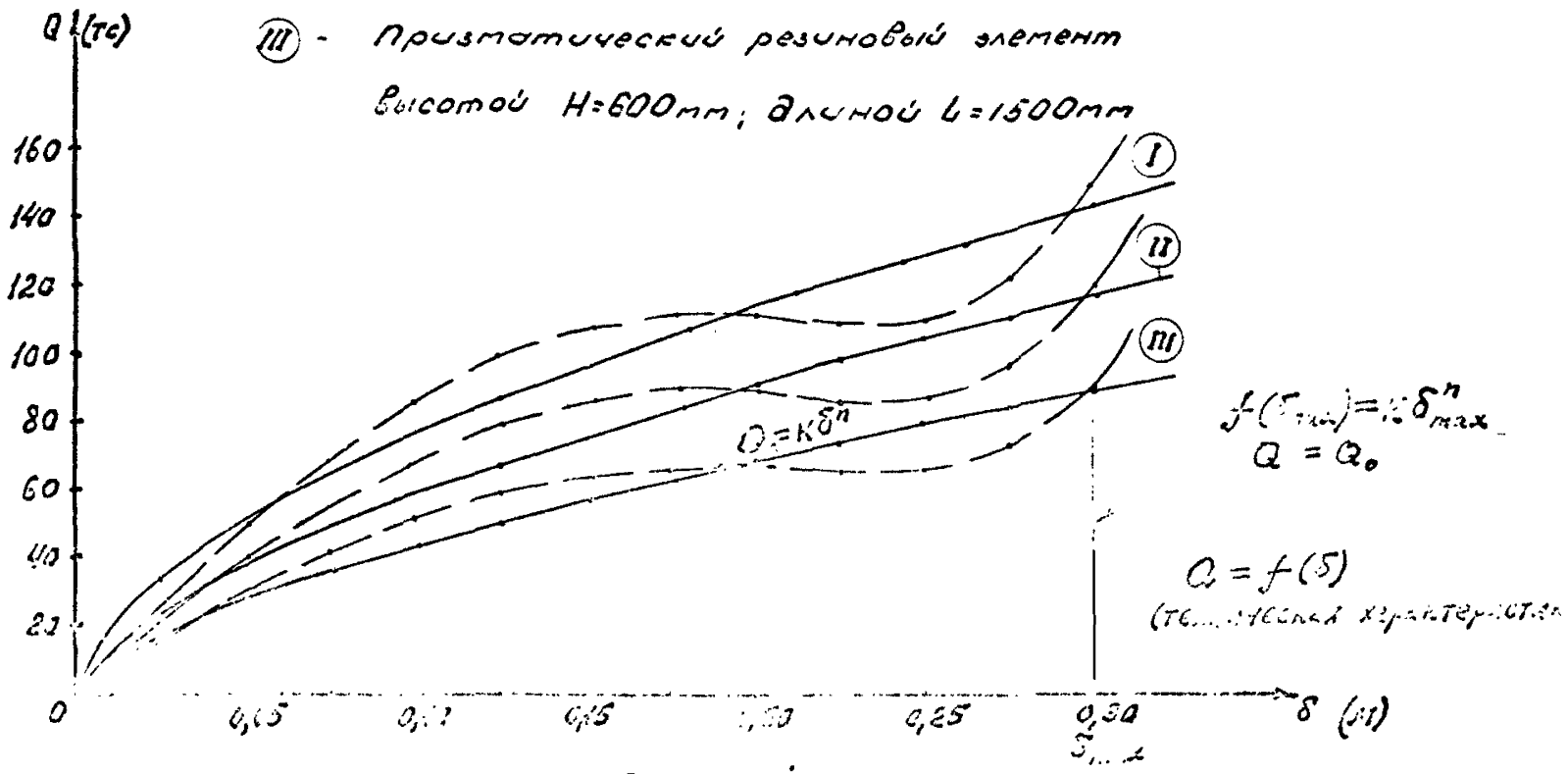


Рис. N 1

нормами точности определения кинетической энергии судна на подходе к причалу рекомендуемое применение функциональных зависимостей вида (3) для описания работы нелинейноподатливых соединений полностью оправданным. Необходимо здесь также отметить, что резиновые трубы применяются в отбойных устройствах в комплексе с цепями, с помощью которых они навешиваются на конструкции причалов или их элементов. В связи с этим их техническая характеристика больше приближается к функциональному виду типа (3), нежели к графической зависимости $H_x = f(\Delta)$.

Границы применимости параметров K_p, n, δ_{max} и x/c учитываются пунктами 2.17 и 2.18 настоящего РТМ. Величина x/c (C_p в I редакции) является величиной постоянной, поскольку связывает величины нагрузки и соответствующей ей деформации резинового элемента, сжатого до предела δ_{max}.

Применение зависимости (3) не исключает, а предполагает возможность использования в отбойных устройствах пароходных причалов, кроме цилиндров и "трапеций", и других типов нелинейноподатливых и линейноподатливых соединений (см. пример расчета I.2). В частности, для линейноподатливых соединений в (3) коэффициент n принимается равным I. Для соединений, для которых нагрузка не зависит от деформации (например, для пневматических отбойных устройств), этот коэффициент должен быть принят равным 0.

Для других нелинейноподатливых соединений зависимость вида (3) может быть всегда с большей или меньшей точностью подобрана, поскольку что, как правило, графики технических характеристик таких соединений проходят через начало координат.

П. 2.7. Для парома соединениями являются бортовой набор и резиновый привальный брус, а сочетание их - последовательным. Для амортизационного устройства (рис.3) ложа парома соединениями будут деревянный щит, металлическая рама из сваренных шпунтин и комплект пружинных амортизаторов и сочетание их - последовательное. В свою очередь, деревянный щит будет представлять собой параллельное сочетание некоторого количества других соединений - деревянных брусьев; металлическая рама - параллельное сочетание сваренных шпунтин; комплект пружинных амортизаторов - параллельное сочетание отдельных пружинных амортизаторов.

Сложнее обстоит дело с определением количества соединений и характера их сочетания для причального сооружения.

Однако основные из них могут быть установлены с достаточной точностью.

Для причальных сооружений типа тонкой стенки соединениями являются сама тонкая стенка из какого-либо (ж/б или металлического) шпунта с засыпкой и оголовок, а сочетание их параллельное. Параллельным сочетанием может считаться здесь работа тонкой стенки в двух направлениях: вертикальном и горизонтальном; работа

стенки в одном направлении представляет собой соединение.

Для сквозных причальных сооружений соединениями можно считать свайные козлы, отдельные сваи, верхнее строение, а сочетание их будет параллельным. Параллельное сочетание будет представлять собой и свайный козел, соединениями которого являются:

I) упруго-оседающие в грунте

и 2) упругодеформирующиеся по длине - сваи.

Для других типов причальных сооружений могут при соответствующем анализе с требуемой степенью детализации быть также определены как соединения, так и их сочетания.

Таким образом, каждое соединение на рис.Iа) может представлять собой параллельное сочетание некоторого количества других соединений, а каждое соединение параллельного сочетания рис.Iб) может состоять из определенного количества последовательно сочетающихся других соединений. В каждом случае количество соединений и характер их сочетания может быть установлен, исходя из конструкций корпуса судна, причального сооружения и отбойных устройств.

П.п. 2.8 и 2.9. Пояснения не требуют.

П. 2.IO. См. пояснения к п.2.7.

П.п. 2.II-2.I3. Рекомендации пункта получены на основе простых математических соотношений между нагрузками и деформациями каждого из соединений и их сочетания в единой комплексной связи /8,II/.

П. 2.I4. Пояснения не требует.

П. 2.15. Величина деформации в I приближении Δ_{max} вычисляется здесь на основании того, что вся величина энергии $E_н$ поглощается только нелинейноподатливыми соединениями /9/.

П. 2.16. Рекомендации этого пункта основаны на том, что все нелинейноподатливые соединения могут сжиматься до предела δ_{max}, после чего они приобретают постоянный коэффициент жесткости $\varkappa c$ /9/.

П. 2.17. В формулах пункта учитывается работа нелинейноподатливых соединений лишь в диапазоне их возможных деформаций:

$$0 \leq \Delta \leq \delta_{max}.$$

При этом учитывается указание п.5.9 из /7/: "при $E_1 \geqslant 10E_2$ величину E_2 допускается не учитывать". /9,10/.

П. 2.18. В формулах пункта учитывается работа нелинейноподатливых соединений не только в диапазоне возможных деформаций, но и за его пределами:

$$\Delta > \delta_{max}.$$

В формулы вводится коэффициент жесткости $\varkappa c$ нелинейноподатливых соединений, как постоянная величина (см. пояснения к п.2.6).

Таблица 3 составлена на основании исследований Каспморнипроекта /2,9/.

П. 2.19. Рекомендации пункта основаны на математических соотношениях между нагрузкой, усилиями в отдельных соединениях и эксцентриситетом приложения нагрузки /12/.

П. 2.20. Как показали исследования Каспморниипроекта /12/, перегрузка причального сооружения нагрузками от судов может произойти не только при недостатке, но и при излишке резиновых элементов в отбойных устройствах. У таких элементов жесткость увеличивается с увеличением их деформации и становится одного порядка с жесткостью самого сооружения при достижении или предельной величины деформации δ_{max}, т.е., при этом они практически перестают деформироваться. При недостатке их в отбойных устройствах избыточная (сверх той, которая поглотилась сжатыми до предела δ_{max} резиновыми элементами) энергия судна будет поглощаться за счет перегрузки своего корпуса и причального сооружения. При излишке резиновых элементов причальное сооружение и корпус судна будут даже в начальный период более податливы, чем отбойные устройства, а, следовательно, они также будут испытывать перегрузки.

Оптимальное количество нелинейноподатливых соединений базируется на основе критерия оптимизации: "Тем надежнее и экономичнее причальное сооружение (и вместе с ним и само судно) будет защищено от горизонтальных нагрузок от судов, чем меньше будет в его отбойных устройствах резиновых элементов, деформация которых в наихудших условиях швартовки (при максимально возможной величине кинетической энергии судна на подходе) не превысит предельную δ_{max}" /12/.

П.п. 2.21 и 2.22. См. пояснения к п.2.6.

3. План мероприятий, необходимых для внедрения РТМ

План внедрения настоящего РТМ направлен Союзморниипроекту при нашем письме за № 496 от 24 февраля 1976 года.

Руководитель темы М.Волков

Ответственный исполнитель В.Пискарёв

Литература:

I. РТМ 31.3 -76. Руководство по определению горизонтальных нагрузок на сквозные причальные сооружения при швартовке к ним паромов. Арх. № 9740, Каспморниипроект, Баку, 1976.

2. Отчет по теме НИР: "Натурные исследования горизонтальных нагрузок от навала паромов при швартовке к причальным сооружениям". Ленморниипроект, 1971.

3. То же, Каспморниипроект, 1972.

4. То же, 1973.

5. То же, 1974.

6. То же, 1975.

7. СНиП П-57-75. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

8. Инж. Пискарев В.П. Исследование нагрузок от подхода судов на причальные сооружения, оборудованные резиновыми отбойными устройствами, с помощью эмпирических зависимостей. Каспморниипроект, Баку, 1970.

9. Инж. В.П.Пискарев. Практический метод расчета амортизирующих резиновых элементов отбойных приспособлений. В кн. Труды Союзморниипроекта № 33 (39), М., 1972.

10. Инженеры М.В.Волков и В.П.Пискарев. Некоторые теоретические вопросы взаимодействия судна с причалом в период швартовки. В кн. Труды Союзморниипроекта № 36 (42), М., 1974.

II. В.П.Пискарев. Распределение горизонтальной нагрузки навала судов на причальные сооружения, оборудованные резиновыми отбойными устройствами. В кн.: Тезисы докладов четвертой конференции молодых научных работников. Май-июнь 1972 г., М., 1972.

I2. Инж. Пискарев В.П. Исследование работы нелинейнодеформируемых отбойных устройств в период взаимодействия судна с причалом (на примере паромов). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Баку, 1976.

Сводка

заключений по проекту "Руководства по определению горизонтальных нагрузок на причальные сооружения при швартовке к ним паромов" (РТМ 31.3 -77)

№ п.п.	№ пункта проекта РТМ	Наименование организации, давшей заключение	Замечания и предложения	Принято или отклонено (с указанием мотивов отклонения)
I	2	3	4	5
I	Общие замечания	Черноморниипроект	Поскольку "Руководство" выпускается в ранге РТМ, содержание, размещение материала и оформление документа должны полностью соответствовать требованиям СТП II2-C02-74 Союзморниипроекта, регламентирующего издание подобных документов. В рассмотренной редакции документа имеются следующие отклонения от рекомендуемой формы РТМ: а) отсутствует титульный лист и его оборотная сторона (п.2.3 СТП II2-002-74); б) в вводной части документа не указаны четко сфера действия, область распространения и обязательность его применения (п.2.4 СТП); в) нет перечня заимствованных и использованных нормативно-технических документов (п.2.2 СТП); г) пояснительная записка изложена излишне лаконично в части обоснования норм и требований, включенных в РТМ (п.2.9 СТП); д) нумерация страниц текста следует обозначать, например, "стр.5", а не "лист 5".	Принято

1	2	3	4	5
2	Общие замечания	Черноморниипроект	Ввиду того, что "Руководство", в соответствии с назначением РТМ, призвано развивать и дополнять действующие общесоюзные нормы и правила, в частности, СНиП II-57-75 и Руководство по нагрузкам, основные положения, техническую терминологию и обозначения используемых величин необходимо привести в соответствие с этими документами высших рангов. В частности, в рассмотренном "Руководстве" обозначены: горизонтальная нормальная нагрузка на причал - символом Q, продольная - T_y, водоизмещение судна - W, деформация - δ и т.д. В СНиП II-57-75 эти же величины имеют обозначения, соответственно: H_x, H_y, $\mathcal{D}_c$, Δ и т.д. Указанное несоответствие следует устранить во избежание дезориентации и путаницы при практическом использовании документа.	Принято
3	-"-	-"-	Основные положения "Руководства" в части "Рекомендаций по расчетам" и "Примеров расчета" изложены излишне сжато в предположении о наличии глубокой компетенции у будущих потребителей РТМ по рассматриваемому вопросу. В то же время, если документ предполагается использовать не только в Черноморниипроекте, но и в других проектных организациях, не имеющих достаточного опыта проектирования подобных сооружений, основные позиции "Руководства" следует обосновать более подробно, иллюстрируя их применение графическими материалами.	Принято
4	Назначение РТМ	Черноморниипроект	Нет необходимости сужать рамки РТМ расчетом нагрузок на сквозные причальные сооружения, т.к. конструкция причала может оказаться и не сквозной. Более того, в примере расчета к РТМ авто-	Принято

1	2	3	4	5
			рамы рассматривается (стр.II) сооружение в виде заанкеренной тонкой стенки с насыпной засыпкой, которое не может классифицироваться как сквозное. Целесообразно поэтому распространить действие РТМ на разные типы морских причалов и внести необходимые коррективы в схему расчета, которые коснутся в основном значений коэффициента K в формуле (3), учитывающего, наряду с прочими, факторами процесса швартовки, тип причала.	
5	П. I.I	Ленморниипроект	Дополнить словами "и автомобильных", так как, по-видимому, разницы не будет.	Принято
6	-"-	-"-	Дополнить пункт примечанием о расчете конструкций с вертикальной стенкой временно по настоящему РТМ.	Отклонено. См. п.4 сводки.
7	П. I.3	-"-	Разделить нагрузки - при подходе к причалу - в особые сочетания при заходе в ложе - в основные сочетания	Отклонено. Т.к. для отбойных устройств паромных причалов, имеющих довольно сложную конструкцию и подлежащих тщательному расчету существенной сложности, нагрузки от судов являются определяющими. См. также пояснения к п.[illegible] настоящей [illegible]

I	2	3	4	5
8	П. I.6	Ленморнии-проект	Дать характеристики упругоподатливых и неупруго-податливых соединений и указать, какие соединения относятся к каждой из групп.	Принято
9.	П. 2.2	Черноморнии-проект	Необходимо изменить обозначения параметров формулы (I) в соответствии со СНиП П-57-75. П. 2.2 без ущерба для смысла можно объединить с п.2.5, совместив формулы (I) и (3) в одном выражении.	Принято
I0.	-"-	Ленморнии-проект	Формулу (I) заменить формулой (I06) СНиП П-57-75	Принято
II.	П. 2.3	Черноморнии-проект	В пункте нет критериев понятия "защищенности" акватории при определении расчетных скоростей подхода судна-парома. Деление акваторий морских портов поэтому признаку упразднено и в тексте нового СНиП П-57-75, что обосновано соответствующими материалами в пояснительной записке к нему. Учитывая, кроме того, обстоятельство, что паромные причалы должны располагаться на особо спокойных акваториях в отношении воздействия гидрометфакторов, считаем целесообразным исключить из табл. I РТМ строку "защищенная акватория" или обосновать необходимость и условия ее применения. Строку "защищенная акватория", данные которой незначительно отличаются от данных таблицы 22 СНиП П-57-75,можно принять прямо из указанного СНиПа. Расчетные скорости подхода судов к ложу парома, особенно для судов водоизмещением 20000 т и более (v_n = 0,40 м/сек), представляются слишком высокими и нереальными для расчетов, т.к. приводят к столь большим значениям энергии и нагрузок от навала судов, что обеспечение их реализаций	Принято

1	2	3	4	5
			вряд ли возможно на современном техническом уровне. Примером тому служит проект комплекса сооружений перегрузки Ильичевск-Варна, при разработке которого Черноморниипроектом была принята в качестве расчетной скорость подхода судна к ложу причала v_n = 0,20 м/сек, а не v_n = 0,40 м/сек, согласно табл.1 РТМ.	
12	П. 2.3	Черноморниипроект	В таблице 1 п.п.1 и 2 противоречат таблице 22 СНиП П-57-75. Нужно дать ту же таблицу, дополнив ее пунктом 3, что не учтено СНиПом.	Принято
13	П. 2.4	-"-	Исключить. Коэффициент 0,9 ввести в состав коэффициента k, уменьшив его значение для случая захода парома в ложе до 1,2.	Принято
14	-"-	-"-	Коэффициенты k для подхода парома к причалу должны быть сохранены по СНиП без всякого уменьшения.	Принято
15	П. 2.5	Черноморниипроект	Значение коэффициента k в (3) для случая навала парома на ложе следует дополнить величинами, учитывающими, кроме сквозного, и другие типы конструкций причальных сооружений. Объединить с п.2.2	Принято
16	П. 2.7	-"-	Здесь и далее в РТМ лучше использовать понятие коэффициента жесткости ($1/c_i$), а не коэффициента упругой податливости c_i. Такая замена будет соответствовать обозначению этой характеристики в других нормативах по расчетам строительных конструкций, в частности, СНиП П-57-75. Следует дать также определение понятий "упругоподатливые и неупругоподатливые соединения".	

1	2	3	4	5
17	П. 2.8	Черноморниипроект	Предлагаемая авторами аппроксимация характеристики резинового цилиндра типа 9400 длиной 2,0 м с помощью зависимости $Q_p = 8034\,\delta^{3,15}$, согласно рис.3 бр. № 8820, удовлетворительно согласуется с экспериментальной кривой только в диапазоне изменений δ от 0,17 м до 0,19 м. На всех других участках характеристики будет иметь место большее или меньшее занижение рассчитанных нагрузок по сравнению со снятыми с фактической характеристики амортизатора. Указанные соображения справедливы также и в отношении коэффициента C_p в таблице 2 РТМ, величина которого входит как постоянный коэффициент в формулы (26) и (27), не являясь по сути таковой. Поэтому необходимо снабдить таблицу 2 примечанием, где оговорить границы применимости значений параметров K_p; n, δ_{max} и C_p для приведенных цилиндрических и трапецеидальных резиновых амортизаторов. Кроме того, содержание п.2.8 как бы исключает возможность применения для оборудования причала паромной переправы, кроме цилиндров и трапеций, других типов отбойных устройств, характеристики которых могут не соответствовать формуле (5), а коэффициенты – таблице 2. Это обстоятельство тоже должно найти отражение в РТМ в виде конкретного или общего указания о действиях проектировщика, если для оборудования причала предполагается использовать отбойные устройства, отличные от приведенных в таблице 2. Трудности аналитического метода выражения характеристик резиновых отбойных устройств общеизвестны. Теоретически можно достичь очень хорошего совпадения экспериментальной и аппрокси-	Отклонено. См. пояснения к п.2.6 "Пояснительной записки" к настоящему РТМ.

I	2	3	4	5
			мирующей функций с заданной точностью, применив для этой цели разложение в степенной ряд с удержанием нескольких членов разложения, а не только одного из них, как это сделано в РТМ. Однако попытки дальнейшего применения такого выражения в практических расчетах завершаются обычно неудачно, т.к. приводят к чрезвычайно усложнению расчетных зависимостей. Поэтому логично, на наш взгляд, было бы рассмотреть возможность применения к расчету нагрузок на паромные причалы графоаналитического метода, рекомендованного СНиП II-57-75 для других типов причальных сооружений. Применение этого метода, естественно, с учетом специфики эксплуатации паромных причалов (скорости, коэффициенты, особые конструкции отбойных устройств и др.) позволит избежать трудностей и погрешностей аппроксимации характеристик амортизаторов. А собственно процесс расчета нагрузок на причал при этом значительно упростится, и может быть выполнен не менее, а, может, и более точно, если принять допущения авторов РТМ о равномерной деформации резиновых элементов и центральном приложении нагрузки к распределительному щиту, как это следует из формул (6), (7), (17) и (18) РТМ.	
18.	П. 2.8	Ленморниипроект	Формула (5) и таблица 2 абсолютно неправильны. Они дают кривую типа кубической параболы, что противоречит испытаниям образцов. В этом случае целесообразнее пользоваться характеристиками резины.	Отклонено. См. п.17 сводки
19	П.п. 2.9–2.12	Черноморниипроект	Содержание пунктов желательно дополнить схемой, иллюстрирующей возможные сочетания соединений.	Принято

1	2	3	4	5
20	П.п.2.10, 2.11	Ленморниипроект	Замечания те же, что и к п.2.8	Отклонено. См.п.18 сводки
21	П. 2.14	Черноморниипроект	В формуле (12), по-видимому, допущена описка. В приведенном виде она нефизична, т.к. в случае, когда $\ell \to 0$ и $\beta \to 0$, $\kappa \to \infty$ и, следовательно, $Q \to \infty$. По нашему мнению, зависимость (12) следует записать в виде: $\kappa = \frac{\beta \kappa_p}{2n}$.	Отклонено. В случае $\ell \to 0$, резиновые элементы вообще выпадают из расчетной схемы. Формула в РТМ написана верно.
22	П. 2.14	-"-	В текстовом пояснении к формуле (14) пропущены буквы ℓ и $\mathcal{L}$.	Принято.
23	-"-	Ленморниипроект	Смотри замечание к п.2.8	Отклонено. См. п.18 сводки
24	-"-	-"-	К формуле (14) - текст непонятен	Принято
25	П. 2.18	Черноморниипроект	Желательно конкретизировать понятие "необходимая точность" итераций при решении уравнения (24): вычисления необходимо продолжать, пока $\Delta_{i+1} = \Delta_i (1 \pm \varepsilon)$, где - ε - следует задать.	Принято
26	П. 2.20	-"-	Величина угла подхода парома к причалу в расчетных зависимостях РТМ не используется. Пункт следует исключить из текста РТМ или применять в расчетах.	Принято. Пункт исключен из текста РТМ.
27	-"-	Ленморниипроект	Нет обоснования величины угла подхода. Ранее в нормах принималось 3^0 - лагом и 20^0 - под углом.	Пункт исключен из текста РТМ.

I	2	3	4	5
28	П. 2.22	Черноморниипроект	Формулировка пункта неудачна, т.к. сравниваются величины с разной размерностью: величина силы и давления, т.е. силы на единицу площади. Кроме того, допустимые нагрузки на корпус или, вернее, на привальный брус парома следует оценить количественно и использовать эту характеристику в расчетах.	В новой редакции этот пункт из текста РТМ исключен.
29	П. 2.23	Черноморниипроект	Необходимо изменить обозначения параметров формулы (28) в соответствии со СНиП П-57-75.	- " -
30	П. 2.23	Ленморниипроект	Противоречит СНиП.	В новой редакции пункт из текста РТМ исключен.
31	Примеры расчетов, Общие замечания	Черноморниипроект	Примеры расчета составлены не совсем удачно. Их основное назначение - углубить понимание основных положений РТМ и продемонстрировать их практическое применение. По этим соображениям совершенно недопустимо вводить в примеры новые формулы, не приведенные в основном тексте РТМ, и новые методы расчета, например, расчет деформации резиновых элементов по треугольной эпюре, необходимость которого не следует из раздела 2 РТМ и даже противоречит указаниям п.2.2I.	Принято частично. В новой редакции РТМ формулы, приведенные в примерах расчета, введены в его текст. П.2.2I при этом исключен.
32	То же, п.I	-"-	Условия примеров желательно сопроводить иллюстрациями.	Принято
33	То же, п.2	-"-	Если даются отметки привального бруса судна, то необходимо дать и отметки расположения охранной рамы, использованной при расчете, либо исключить их из текста примеров.	Принято

I	2	3	4	5
34	То же, п.3	Черноморниипроект	В п.5 примера I пропущен индекс упругой податливости резиновых элементов (C_3?).	Отклонено. Поскольку величина переменная, она в расчетах по РТМ не используется и поэтому не нужна.
35	То же, п.4	-"-	В п.6 не ясно, что есть "коэффициент упругой податливости за пределами нелинейности графика зависимости нагрузки от деформации, т.к. собственно график в тексте РТМ не приводится.	Принято. Такой термин в новой редакции отсутствует.
36	То же, п.5	-"-	П.7. Не удачно выражение "резка труб излишняя".	Отклонено. В РТМ применено выражение: "разрезка труб излишняя ".
37	Примеры расчетов п.5	-"-	Необходимо пояснить смысл и порядок расчета "для треугольной эпюры деформаций распределительного щита" в п.7.	Принято.
38.	То же п.6	-"-	П.8. Необходимо пояснить буквенные обозначения в предлагаемой зависимости: $m = \beta N_{min}$. В ней, кроме того, применено обозначение "m", которое уже использовано в п.2.10 РТМ для числа сочетаний упругоподатливых элементов.	Принято.
39	То же, табл.3	-"-	Таблицу 3 необходимо оформить согласно требованиям ГОСТ I.5-68, не допускать произвольных сокращений ("Предлагаемая", " Δ -ой") и исключить графу "Примечания", которая не используется.	Принято.

1	2	3	4	5
40	То же,	Черноморниипроект	В текстовом сопровождении к табл.3 выражение "более экономичнее" следует заменить словом "экономичнее" или выражением "более экономично".	Принято.
41	Пример 2	-"-	Остается в силе общее замечание по примерам в отношении введения новой формулы, не приведенной ранее в основном тексте РТМ, и в отношении необходимости пояснять символы во вновь вводимой формуле (C_M?, C_{on}? N?).	Принято.
42	-"-	-"-	Все буквенные обозначения, согласно действующим правилам, следует выписывать в формулу от руки, а не печатать на машинке (E, c).	Принято.
43	-"-	-"-	В пояснении к табл.4 нельзя согласиться с утверждением авторов, что горизонтальная нагрузка на причал оказалась выше из-за "излишней энергоемкости" блока амортизаторов, т.к. физическая причина возрастания нагрузки есть увеличение жесткости системы, пропорциональное увеличение числа пружинных элементов, ее составляющих, что, впрочем, следует и из формулы (8) РТМ.	Принято.
44	Общее замечание	Черноморниипроект	В процессе доработки проекта РТМ целесообразно также использовать результаты проводимых в настоящее время Черноморниипроектом модельных исследований процесса швартовки крупнотоннажного парома для переправы СССР-НРБ, которые дополнят собственные исследования Каспморниипроекта в этом вопросе.	Отклонено. Дополнения будут сделаны после окончания модельных исследований, которые на момент составления новой редакции еще продолжались. Дополнения будут даны в виде приложения 2 к РТМ.

I	2	3	4	5
45	Примеры расчетов	Ленгорпи-проект	Как подсчитаны коэффициенты C_1, C_2 и C_4?	Коэффициенты C_1, C_2 и C_4 представляют собой перемещения элементов конструкций от единичных сил. Подсчет их производится методами сопротивления материалов, механики грунтов, строительной механики и не является целью настоящего РТМ. Если в РТМ привести подсчет этих коэффициентов, объем его значительно возрастет, что нежелательно.
46	-"-	-"-	Нормы даны для сквозных конструкций, а пример для больверка. Не ясно.	Принято. В новой редакции действие РТМ распространено на все типы конструкций причальных сооружений.

63

Руководитель темы М.Волков

Ответственный исполнитель В.Пискарёв

gost.e-ecolog.ru