МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА И ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ НАБЕРЕЖНЫХ-ЭСТАКАД, ПОДВЕРЖЕННЫХ ИНТЕНСИВНОМУ ВОЛНЕНИЮ

РД 31.31.43-86

Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта ("СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ")- Одесским филиалом "ЧЕРНОМОРНИИПРОЕКТ"

Зам. главного инженера - В.А. Стецюк

Руководитель группы стандартизации - А.И. Долгая

Заведующий лабораторией морских каналов и портовых акваторий, канд. техн. наук - А.П. Тюрин

Руководитель разработки - Г.И. Елисеев

Исполнитель - В.А. Григоренко

УТВЕРЖДЕН Распоряжением Государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института морского транспорта "Союзморнии-проект" № 77 от 27 ноября 1986 г.

© В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА», 1988

УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА И ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ НАБЕРЕЖНЫХ-ЭСТАКАД, ПОДВЕРЖЕННЫХ ИНТЕНСИВНОМУ ВОЛНЕНИЮ

РД 31.31.43 - 86

Вводится впервые

Срок введения в действие
установлен с I июля 1987 г.

Настоящие Указания устанавливают специальные требования к проектированию (расчету на воздействие волн и конструированию) подпричальных откосов, а также тыловых сопряжений набережных-эстакад и пирсов сквозной конструкции морских портов и судоремонтных заводов, расположенных на акваториях с расчетными элементами волн $3{,}0 \geq h_{1\%} \geq 1{,}0$ м и $100 \geq \bar{\lambda} \geq 30$ м.

Общие требования к проектированию указанных сооружений при статическом уровне установлены ВСН 3-80 Минморфлот, соответствующими главами строительных норм и правил, другими действующими нормативно-техническими документами, приведенными в приложении I.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

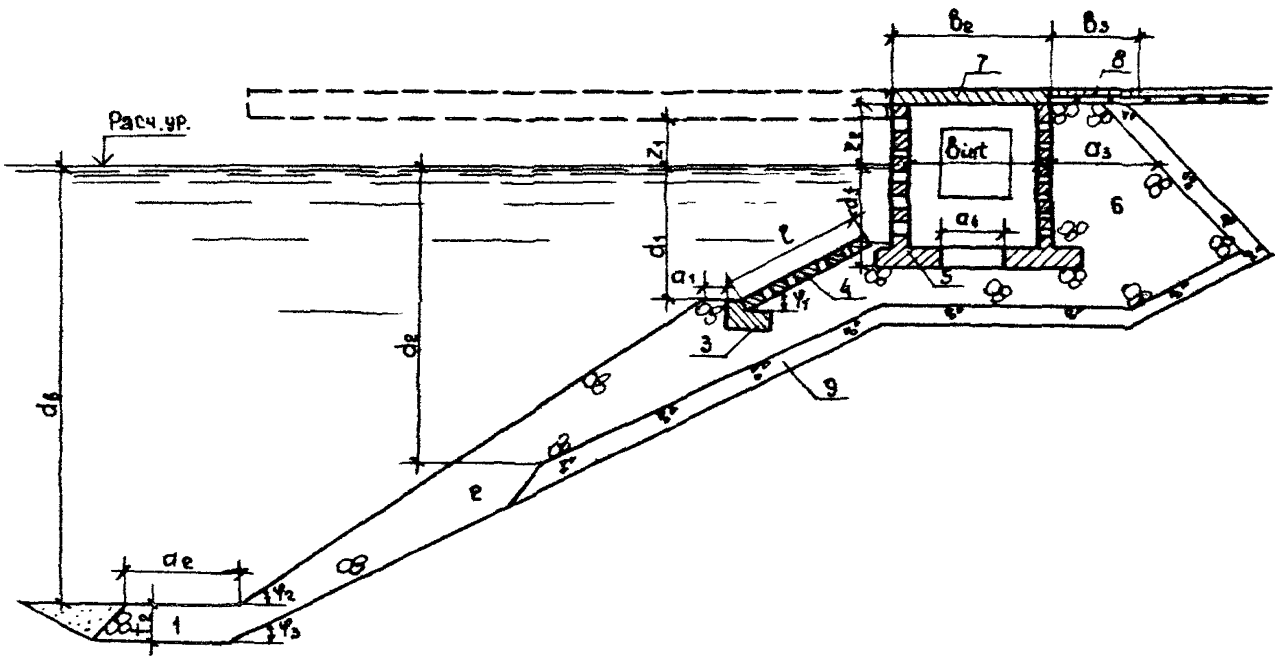
I.I. Рекомендуются следующие типы тылового сопряжения и крепления подпричального откоса:

тип I - волногасящий короб с призмой из несортированного камня (рис. I.I);

тип 2 - перфорированная стенка уголкового профиля (контрфорсный блок) с развитой призмой из камня различной массы (рис. I.2);

тип 3 - сплошная стенка с призмой из несортированного кам-

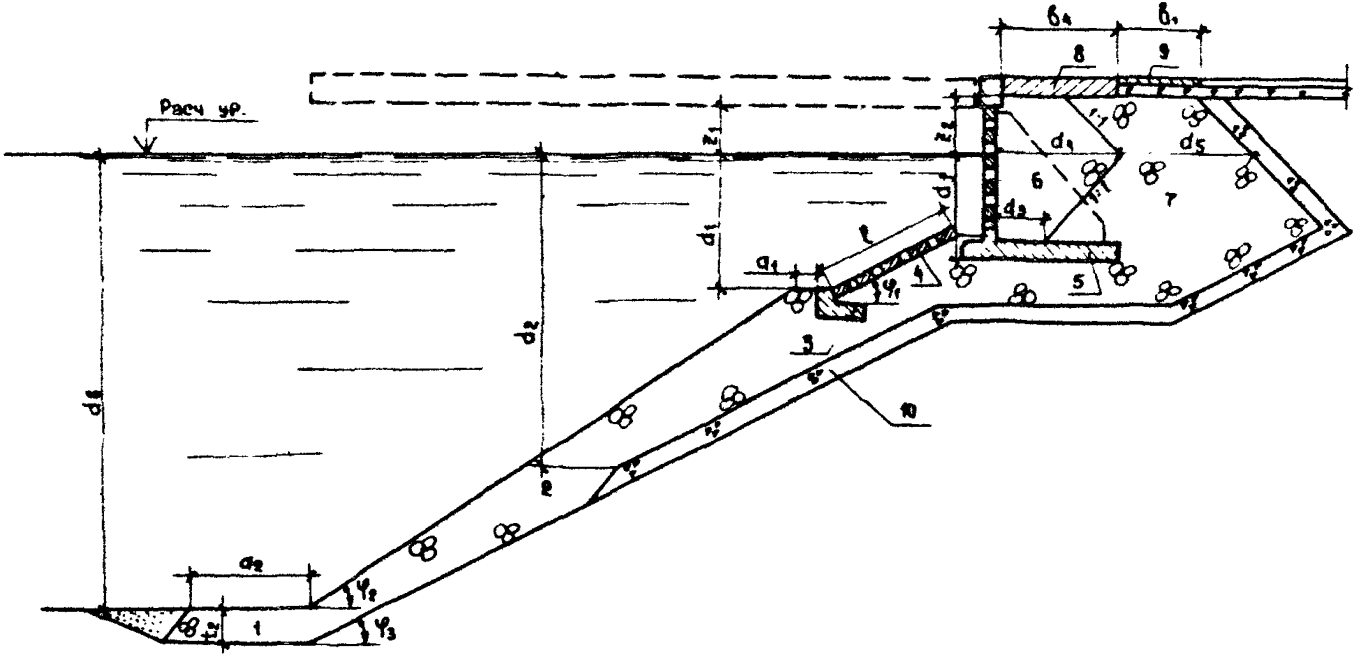
Схема подпричального откоса и тылового сооружения по типу I



1- упорная призма; 2- каменный откос; 3- фигурный массив (упор); 4- щелевая плита I; 5- волногасящий короб; 6- разгрузочная призма из несортированного камня; 7- плита 2; 8- плита 3; 9- обратный фильтр

Рис. I.I

Схема подпричального откоса и тылового сопряжения по типу 2



1 - упорная призма, 2 - каменный откос; 3 - фигурный массив (упор);
4 - щелевая плита1; 5 - решетчатая уголковая стенка (контрфорсный блок);
6 - призма из сортированного камня; 7 - призма из несортированного камня;
8 - плита 4; 9 - плита 3; 10 - обратный фильтр

Рис. I.2

ия (рис. I.3).

I.I.I. Верхнюю часть каменного откоса следует укреплять щелевыми плитами I, а территорию в пределах сопряжения - специальными плитами 2, 3 и 4.

I.I.2. Расчет и конструирование волногасящего короба, контрфорсного блока, плит I-4 и упора 3 следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП 2.03.0I-84.

I.I.3. Изготовление волногасящего короба и контрфорсного блока рекомендуется производить из отдельных элементов (фундаментной плиты, перфорированных стенок, контрфорса), а их сборку и стыковку - на монтажной площадке.

I.2. На контакте каменной наброски подпричального откоса, постели и разгрузочной призмы с грунтовым откосом и засыпкой территории следует предусмотреть обратные фильтры.

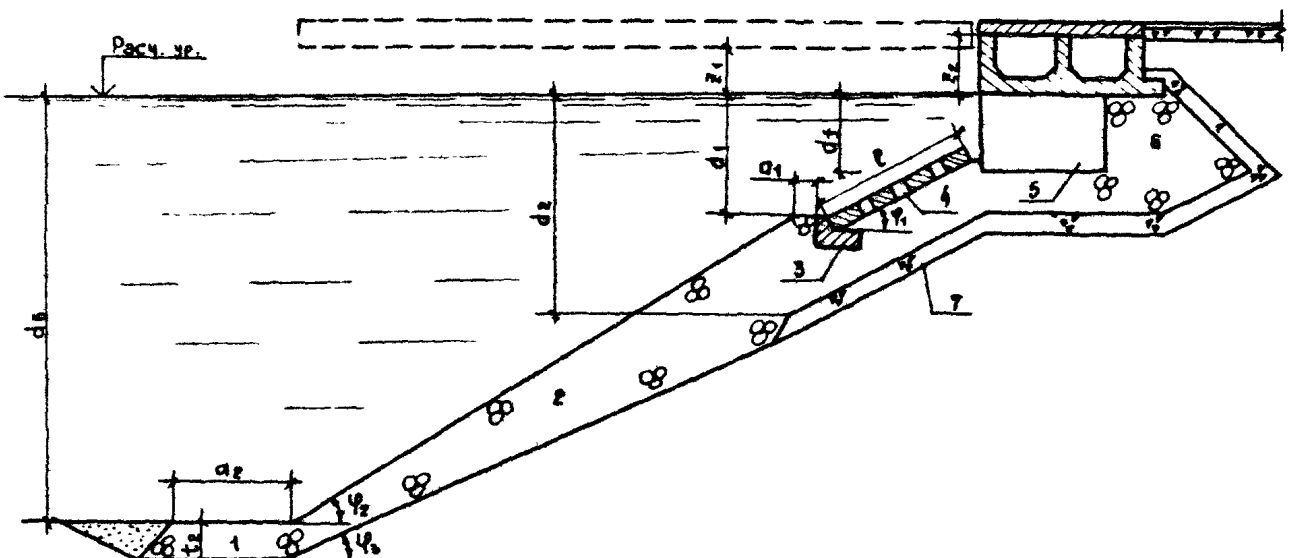
I.3. Рекомендуемая область применения конструкций по типам I-3 приведена в табл. I.I.

Таблица I.I

Тип конструкции	Элементы волн, м		Возвышение низа ростверка над расчетным уровнем z_1, м	Возвышение низа плит сопряжения над расчетным уровнем z_2, м	Глубина воды $d_в$, м
	$h_{1\%}$	$\bar{\lambda}$			
I	I,5-3,0	50-100	$\geqslant 0{,}5\,h_{1\%}$	$\geqslant 0{,}6\,h_{1\%}$	$\geqslant 3\,h_{1\%}$
2	I,0-2,0	50- 80	$\geqslant 0{,}5\,h_{1\%}$	$\geqslant 0{,}6\,h_{1\%}$	$\geqslant 3\,h_{1\%}$
3	I,0-I,5	30- 80	$\geqslant 0{,}5\,h_{1\%}$	$\geqslant 0{,}6\,h_{1\%}$	$\geqslant 3\,h_{1\%}$

I.4. Размеры и масса волногасящего короба и контрфорсного блока должны определяться из статического расчета подпорной стенки с учетом требований настоящего РД.

Схема подпричального откоса и тылового сопряжения по типу 3



1-упорная призма; 2-каменный откос; 3-фигурный массив (упор); 4-щелевая плита 1; 5-массивовая стенка; 6-призма из несортированного камня; 7-обратный фильтр

Рис. I.3

I.5. Призма 6 по типу 2 должна выполняться из сортированного камня массой 100–500 кг, в откос 2 (от дна до упора 3) по типам I–3 из камня массой I5–I00 кг. В остальных призмах допускается применение несортированного камня массой I5–5[illegible] кг.

I.6. В узле перекрытия зазора между тыловым сопряжением и ростверком эстакады необходимо предусмотреть перфорированную плиту (решетку) по схеме на рис. I.4. При высоте волны $h_{1\%}$ ≥ 0 м металлическую решетку рекомендуется прикрепить болтами к ростверку и плитам сопряжения.

I.7. При определении высоты волны с учетом ее отражения от набережной-эстакады $h_{ref,r}$, м, в данной точке акватории по СНиП 2.06.04-82[X] коэффициент отражения $K_{ref,i}$ следует принимать по табл. I.2.

Таблица I.2

Пологость волны $\frac{\bar{\lambda}}{h}$		20	40	60	80
Коэффициент $K_{ref,i}$	для типа I	0,I5	0,20	0,25	0,30
	для типа 2	0,30	0,35	0,40	0,45
	для типа 3	0,56	0,64	0,72	0,80

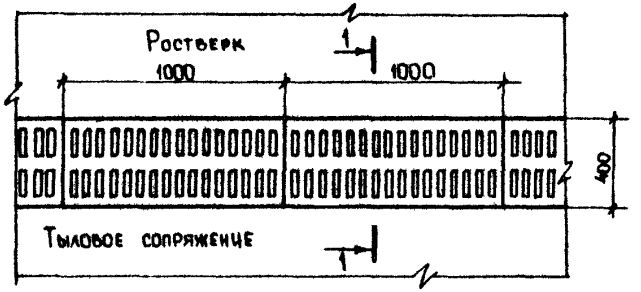
I.8. Выбор конструкции подпричального откоса и тылового сопряжения должен производиться на основании технико-экономического сравнения разрабатываемых технических решений для условий проектируемого сооружения.

2. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА

2.I. Грунтовый откос с углом φ_s под ростверком следует защищать наброской из несортированного камня массой I5–I00 кг

Схема перекрытия зазора между тыловым сопряжением и ростверком

План



1 - 1

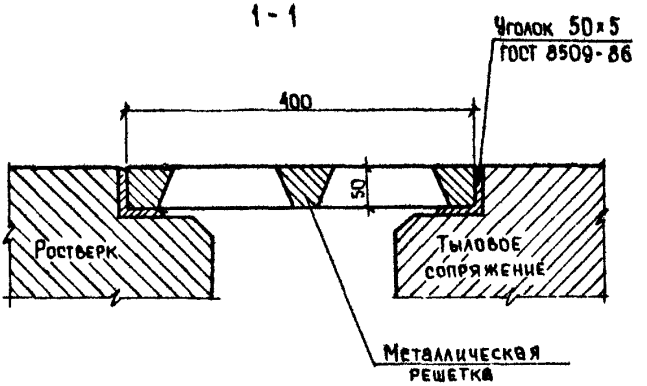


Рис. I.4

(средневзвешенная масса камня $m_{mt} \geq 40$ кг).

2.2. Крепление подпричального откоса (см. рис. I.I-I.3) состоит из каменной упорной призмы I, каменного откоса 2, упора 3 и щелевых плит 4.

2.3. Заложение каменного откоса 2 (от дна до глубины d_I) следует назначить по табл. 2.I.

Таблица 2.I

Элементы волн, м		Значение $ctg\,\varphi_2$
$h_{I\%}$	$\bar{\lambda}$	
I,0 - I,5	30 - 80	I,3 - I,5
I,5 - 2,0	50 - 80	I,5 - 2,0
2,0 - 3,0	50 - I00	2,0 - 2,5

Примечание. φ_2 - угол наклона каменного откоса к горизонту, град.

2.4. Глубину нижней границы крепления щелевых плит I на откосе d_I , м, для конструкций типа I и 2 рекомендуется определять по формуле

$$d_I = 2{,}4\,\frac{h_{I\%}}{ctg\,\varphi_2}\sqrt[4]{\frac{\bar{\lambda}}{d_f}} - 3 \quad , \tag{2.I}$$

где d_f - глубина основания короба (стенки) сопряжений в м, определяемая по формуле

$$d_f = 0{,}4\,h_{I\%}\left(\frac{\bar{\lambda}}{h_{I\%}}\right)^{0{,}3}. \tag{2.2}$$

2.5. Глубина нижней границы крепления щелевых плит I на откосе d_I , м, в сопряжении по типу 3 определяется по формуле (2.I) с увеличением глубины d_i на 30 %.

2.6. Толщину щелевых плит t_1 , м, от глубины d_i до фун-

даментной плиты короба (стенки) рекомендуется определять по формуле

$$t_1 = K \frac{h_{1\%}}{\cos \varphi_1} \frac{\rho}{\rho_{m_1} - \rho} \sqrt[3]{\frac{\bar{\lambda}}{l}}, \qquad (2.3)$$

где K – коэффициент, принимаемый равным 0,07 для сопряжения по типам I и 2 и 0,I2 для типа 3;

φ_1 – угол наклона плит I к горизонту, град;

ρ – плотность воды, т/м^3;

ρ_{m_1} – плотность материала плит, т/м^3;

l – длина ребра плиты в направлении, нормальном к урезу воды, м.

Примечание к пп. 2.4–2.6. Формулы (2.I)–(2.3) следует применять при следующих условиях: 3,0 ≥ $h_{I\%}$ ≥ I,0 м; I00 ≤ $\bar{\lambda}$ ≤ 30 м ; $\frac{\bar{\lambda}}{h}$ = I5 – I00; $ctg\,\varphi_1$ = I,5 – 2,5; $ctg\,\varphi_2$ = I,25 – 2,5; l = 2,0 – 3,4 м.

2.7. Площадь щелей (перфорацию) в плитах I следует принимать от I0 до 20 % от площади плиты, а ширину щелей b_1 = 0,I0–0,I5 м для рядового камня массой I5–I00 кг.

2.8. При необходимости применения под плитами I камня других фракций (п. 2.I) ширина щелей в них должна удовлетворять условию

$$b_1 \leq 0{,}7\, D_{min}, \qquad (2.4)$$

где D_{min} – диаметр камня в м, определяемый по формуле

$$D_{min} = \sqrt[3]{\frac{m_{min}}{0{,}524\, \rho_{m_2}}}, \qquad (2.5)$$

где m_{min} – минимальная масса камня, т;

ρ_{m_2} – плотность камня, т/м^3.

2.9. У основания щелевых плит необходимо установить фигур-

ный массив (упор) шириной I,0-I,5 м и высотой 0,7-I,0 м.

2.I0. Под щелевыми плитами предусматривается тщательное, а под упором весьма тщательное равнение камня.

2.II. Перед упором на глубине d_1 выполняется берма размером a_1 = 0,6 м из камня массой I5-I00 кг (средневзвешенная масса $m_{ml} \geq$ 40 кг).

2.I2. Глубину нижней границы обратного фильтра d_2, м, на контакте каменной наброски и грунтового откоса рекомендуется принять $d_2 = 4\,h_{I\%}$, но не более d_1.

2.I3. У основания каменной наброски откоса устраивается упорная призма из рядового камня. Наименьшие размеры призмы: a_2 = 3,0 м; l_2 = I,0 м.

2.I4. При применении сплошных плит на откосе толщину t_1, определяемую по формуле (2.3), следует увеличить вдвое.

2.I5. Максимальную донную скорость $V_{b\,max}$, м/с, перед сооружением рекомендуется определять по формуле:

$$V_{b\,max} = \frac{K_{in}\,K_{sl}\,\pi\,h_{1\%}}{\sqrt{\frac{\pi}{g}\,\lambda\,sh\,\frac{4\pi}{\lambda}\,d_b}}, \qquad (2.6)$$

где K_{in} - коэффициент интерференции волн, принимаемый по табл. 2.2;

K_{sl} - коэффициент, принимаемый по СНиП 2.06.04-82*;

g - ускорение свободного падения, равное 9,8I м/с^2;

d_b - глубина воды перед сооружением, м.

Таблица 2.2

Пологость волны $\frac{\bar{\lambda}}{h}$		20	40	60	80
Коэффициент K_{in}	для типа I	I,I5	I,20	I,25	I,30
	для типа 2	I,30	I,35	I,40	I,45
	для типа 3	I,56	I,64	I,72	I,80

3. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ I

3.I. Тыловое сопряжение по типу I (см. рис. I.I) состоит из волногасящего короба с каменной призмой за ним, каменной постели, покрытия территории плитами 2 и 3, обратного фильтра и грунтовой засыпки. Короб представляет собой пустотелый массив с камерой гашения и включает фундаментную плиту с проемом, лицевую и тыловую перфорированные стенки и боковые стенки с проемами.

3.2. Глубину основания волногасящего короба d_f, м, следует принять по формуле (2.2).

3.3. Ширину короба b_{int}, м, рекомендуется определять по формуле

$$b_{int} = (0{,}04 - 0{,}06)\,\bar{\lambda}. \qquad (3.I)$$

3.4. Площадь проема в фундаментной плите короба должна составить 20–25 % от площади плиты. Размер a_4, м, рекомендуется определять по формуле

$$a_4 = 0{,}5\,b_{int}. \qquad (3.2)$$

3.5. Площадь перфорации в виде горизонтальных щелей или круглых (квадратных) отверстий в лицевой стенке короба должна составлять 25–30 % от площади стенки. Ширину щелей в стенке b_2, м, следует определять по формуле

$$b_2 = a_0 h_{1\%}, \qquad (3.3)$$

а диаметр круглых или стороны квадратных отверстий, D_l, м

$$D_l = 0{,}2\,h_{1\%}\left(\frac{\bar{\lambda}}{h_{1\%}}\right)^{0{,}1}. \qquad (3.4)$$

3.6. Площадь перфорации в тыловой стенке короба следует принять равной I0–I5 % от площади стенки. Перфорацию в стенке

принять в виде горизонтальных или вертикальных щелей, круглых или квадратных отверстий. Ширину щелей b_i, м, и диаметр отверстий D_i, м, в стенке определять по формулам (2.4) и (2.5).

3.7. В боковых стенках короба необходимо предусмотреть проемы квадратной или прямоугольной формы. Площадь A, $м^2$, проема в стенке рекомендуется определять

$$A = 0{,}2\, b_{int} (z_2 - d_f), \tag{3.5}$$

где z_2 - возвышение низа плиты 2 над расчетным уровнем, м.

3.8. Минимальную ширину разгрузочной призмы за коробом a_3, м, на расчетном уровне рекомендуется назначить

$$a_3 = (1{,}0 - 1{,}5) h_{1\%}. \tag{3.6}$$

3.9. Горизонтальные и вертикальные линейные нагрузки и эпюры волнового давления на элементы волногасящего короба и покрытия территории должны определяться по схемам на рис. 3.I.

3.I0. Вертикальную линейную нагрузку P_{2t}, кН/м, на фундаментную плиту и горизонтальную линейную нагрузку P_{1t}, кН/м, на тыловую перфорированную стенку короба от действия волн (см. рис. 3.Iа) необходимо принимать по эпюрам волнового давления, при этом величины p, кПа, и η_t, м, следует определять по формулам:

$$p_1 = 0{,}04 \rho g h_{1\%} \sqrt{\frac{\bar{\lambda}}{d_f}}; \tag{3.7}$$

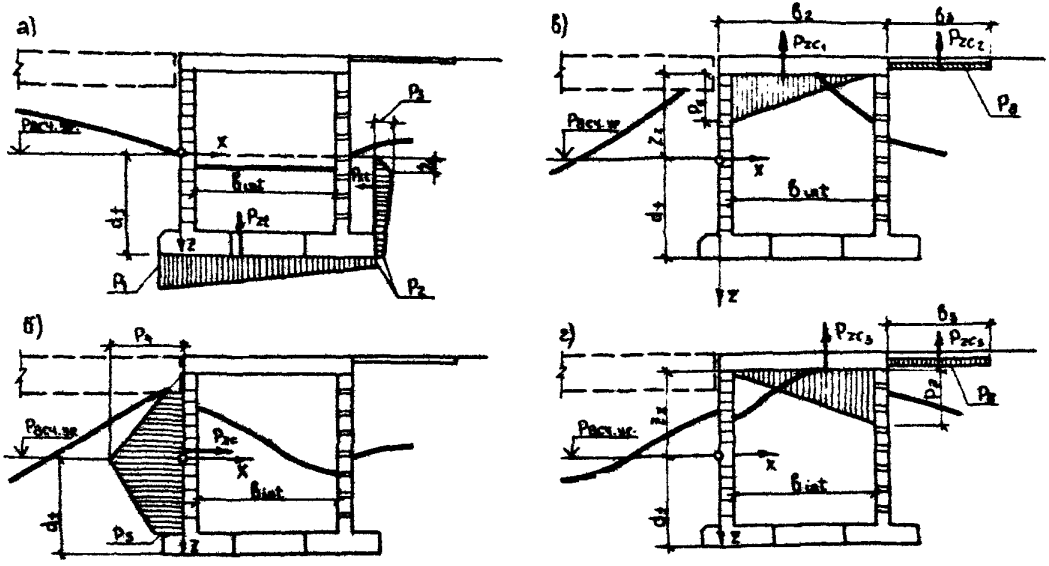
$$p_2 = 0{,}2 p_1; \tag{3.8}$$

$$p_3 = 0{,}7 p_1; \tag{3.9}$$

$$\eta_t = 7{,}5 \cdot 10^{-4} h_{1\%} \left(\frac{\bar{\lambda}}{d_f}\right)^{4{,}5} \tag{3.10}$$

3.II. Горизонтальную линейную волновую нагрузку P_{1c}, кН/м, на лицевую перфорированную стенку короба (см. рис. 3.Iб) необ-

Расчетные схемы эпюр волнового давления на элементы тылового сопряжения по типу I



а)- на фундаментную плиту и тыловую стенку короба; б)- на лицевую стенку короба; в) и г) - на плиты 2 и 3

Рис. 3.I

ходимо принимать по эпюре волнового давления, при этом величины p, кПа, следует определять по формулам:

$$p_4 = 0{,}013\,\rho g\,h_{1\%}\left(\frac{\bar{\lambda}}{d_p}\right)^{1,2}; \qquad (3.11)$$

$$p_5 = 0{,}9\,p_4 . \qquad (3.12)$$

3.I2. Вертикальные линейные нагрузки p_{zc1} и p_{zc1}, кН/м, на плиту 2 от действия волн (см. рис. 3.Iв и 3.Iг) необходимо принимать по эпюрам волнового давления, при этом величины p, кПа, следует определять по формулам:

$$p_6 = \rho g\left(0{,}35\,h_{1\%}\ln\frac{\bar{\lambda}}{h_{1\%}} - z_2\right); \qquad (3.13)$$

$$p_7 = 1{,}1\,p_6, \qquad (3.14)$$

где z_2 – возвышение низа плиты 2 над расчетным уровнем, м.

3.I3. Ширину плиты 3 рекомендуется принять b_3 = 2,0-3,5 м. В плите следует предусмотреть сквозные отверстия диаметром 4-5 см и площадью, равной 0,5 % от площади плиты.

3.I4. Вертикальную линейную нагрузку p_{zc2}, кН/м, на плиту 3 от действия компрессионного давления воздуха (см. рис. 3.Iв и 3.Iг) необходимо принимать по эпюре давления, при этом ординату p_8, кПа, следует определять по формуле

$$p_8 = 0{,}8\,K\rho g\left(0{,}26\,h_{1\%} - 0{,}07\right), \qquad (3.15)$$

где K – коэффициент, принимаемый по табл. 3.I.

Таблица 3.I

Ширина плиты b_3, м	2,0	2,5	3,0	3,5
Коэффициент K	0,84	0,80	0,76	0,72

4. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ 2

4.1. Тыловое сопряжение по типу 2 (см. рис. I.2) состоит из перфорированной стенки уголкового профиля (контрфорсного блока) с развитой призмой из сортированного и рядового камня за ней, каменной постели, железобетонных плит 4 и 3, обратного фильтра и грунтовой засыпки. Контрфорсный блок состоит из фундаментной плиты, лицевой перфорированной стенки и двух контрфорсов.

4.2. Глубину основания блока следует определять по формуле (2.2).

4.3. Площадь перфорации в виде горизонтальных щелей в стенке следует принимать равной 25–30 % от площади стенки.

4.4. За перфорированной стенкой необходимо выполнить призму из сортированного камня массой от I00 до 500 кг,

Ширину призмы следует принять:

на фундаментной плите $a_3 \geq$ I,0 м;

на расчетном уровне a_4, м,

$$a_4 = (1{,}5-2{,}0)h_{1\%}. \qquad (4.1)$$

4.5. Ширину щелей в перфорированной стенке следует определять по формулам (2.4) и (2.5).

4.6. За призмой из сортированного камня (п. 4.4) необходимо выполнить отсыпку из несортированного камня (m = I5–I00 кг). Ширина призмы на расчетном уровне $a_5 \geq h_{1\%}$.

4.7. Ширину плиты 4 b_4, м, следует определять по формуле

$$b_4 = 0{,}3h_{1\%}\sqrt{\frac{\bar{\lambda}}{h_{1\%}}}. \qquad (4.2)$$

4.8. Ширину плиты 3, площадь перфорации и диаметр сквозных отверстий следует принять по п. 3.I3.

4.9. Горизонтальные и вертикальные линейные нагрузки и эпюры волнового давления на элементы контрфорсного блока и покрытия территории должны определяться по схемам на рис. 4.I.

4.I0. Вертикальные линейные нагрузки p_{zc1} и p_{zc2}, кН/м, на плиты покрытия (плиты 3 и 4) от действия волн (см. рис. 4.Iа) необходимо принимать по эпюрам давления, при этом величины p, кПа, следует определять по формулам:

$$p_1 = \rho g(1{,}1k_{1\%} - 0{,}33). \qquad (4.3)$$

Величину p_2 необходимо определять по формуле (3.I5).

4.II. Вертикальную линейную нагрузку p_{zl}, кН/м, на фундаментную плиту и горизонтальную линейную нагрузку p_{xl}, кН/м, на блок от действия волн (см. рис. 4.I,б) необходимо принимать по эпюрам волнового давления, при этом величины p, кПа, следует определять по формулам:

$$p_3 = 0{,}07\rho g h_{1\%}\sqrt{\frac{\lambda}{a_f}}; \qquad (4.4)$$

$$p_4 = 0{,}4p_3. \qquad (4.5)$$

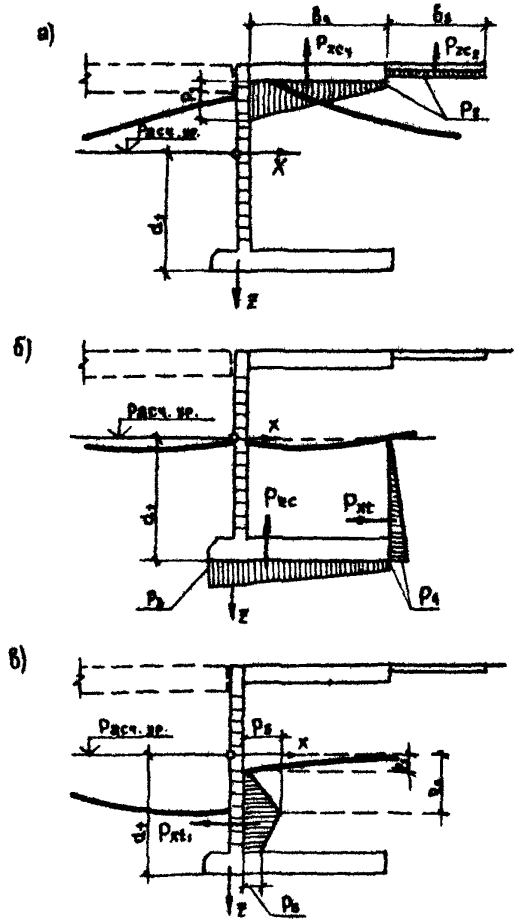
4.I2. Горизонтальную линейную нагрузку p_{xl}, , кН/м, на перфорированную стенку блока от действия волн (см. рис. 4,Iв) необходимо принимать по эпюрам волнового давления, при этом величины p, кПа, и l_1 и l_2, м, следует определять по формулам:

$$p_5 = 0{,}03\rho g h_{1\%}\sqrt{\frac{\lambda}{a_f}}; \qquad (4.6)$$

$$p_6 = 0{,}5p_5; \qquad (4.7)$$

$$l_1 = 0{,}05 h_{1\%}\left(\frac{\lambda}{a_f}\right)^{0{,}7}; \qquad (4.8)$$

Расчетные схемы эпюр волнового давления на элементы тылового сопряжения по типу 2



а)- на плиты 3 и 4 ; б)- на фундаментную плиту блока; в)- на перфорированную стенку блока

Рис. 4.I

$$\eta_2 = 0{,}08\, h_{1\%} \left(\frac{\bar{\lambda}}{d_f}\right)^{0,7}. \qquad (4.9)$$

5. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ 3

Тыловое сопряжение по типу 3 (см. рис. I.3) состоит из сплошной (массивовой) стенки с каменной призмой, каменной постели, покрытия территории, обратного фильтра и грунтовой засыпки. Сопряжение принято по типовому решению.

Нагрузки от волнового воздействия на стенку сопряжения следует определять в соответствии с требованиями инструкции по проектированию морских причальных сооружений $\frac{\text{ВСН 3-80}}{\text{Минморфлот}}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

СНиП 2.06.0I-86	Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования
СНиП 2.06.04-82[x]	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
СНиП 2.06.05-84	Плотины из грунтовых материалов
СНиП II-56-77	Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений
СНиП 2.03.0I-84	Бетонные и железобетонные конструкции
СНиП 3.07.02-87	Гидротехнические морские и речные транспортные сооружения
ВСН 3-80 Минморфлот	Инструкция по проектированию морских причальных сооружений
РД 3I.3I.27-8I	Руководство по проектированию морских причальных сооружений
II 58-76 ВНИИГ	Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов)
ВСН 5-83 Минморфлот	Применение природного камня в морском гидротехническом строительстве
ВСН 6/II8-74 Минморфлот, Минтрансстрой	Указания по обеспечению долговечности бетонных и железобетонных конструкций морских гидротехнических сооружений
РД 3I.35.I0-86	Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий
II 92-80 ВНИИГ	Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(справочное)

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$h_{1\%}$ – высота волны I % обеспеченности в системе, м;

$\bar{\lambda}$ – средняя длина волны, м;

$\frac{\bar{\lambda}}{h}$ – пологость волны;

d_s – глубина воды перед сооружением, м;

d_g – глубина над подошвой волногасящего короба или стенки тылового сопряжения эстакады с берегом, м;

b_{int} – внутренняя ширина камеры волногасящего короба, м;

z – возвышение низа ростверка (или низа плит тылового сопряжения) над расчетным уровнем, м;

P_z и P_x – соответственно вертикальная и горизонтальная линейные нагрузки от действия волн (линейные распределенные нагрузки на единицу длины сооружения), кН/м;

p – волновое давление, кПа;

φ – угол наклона щелевых плит на откосе (неукрепленного каменного откоса или грунтового откоса) к горизонту, град;

ρ – плотность воды, т/м^3;

g – ускорение свободного падения, равное 9,8I м/с^2;

$k_{ref,i}$ – коэффициент отражения волн от сооружения;

m – масса камня, т.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА И ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ I

I. Исходные данные:

глубина до дна d_f = 8,70 м;

расчетные элементы волн $h_{1\%}$ = 2,40 м, $\bar{\lambda}$ = 72 м:

возвышение низа ростверка над расчетным уровнем z_1 =I,20 м;

возвышение низа плиты 2 над расчетным уровнем z_2 = I,85 м;

длина ребра щелевых плит в направлении, нормальном к урезу воды ℓ = 2,I м;

плотность железобетона ρ_{m1} = 2,5 т/м^3;

плотность камня ρ_{m2} = 2,7 т/м^3;

плотность воды ρ = I,02 т/м^3.

Призма под щелевыми плитами, постель тыловой стенки и разгрузочная призма за ней могут быть выполнены из камня массой I0–50 кг, а крепление подпричального откоса от дна до щелевых плит – из камня массой I5–I00 кг.

Согласно п. I.3 настоящих Указаний принимаем крепление подпричального откоса и тылового сопряжения по типу I (волногасящий короб с призмой из рядового камня).

2. Расчет элементов подпричального откоса выполняем по пп. 2.I–2.I3 настоящего РД.

Принимаем: φ_2 = 26,6^0 ($ctg\,\varphi_2$ = 2,0); φ_1 = 26,6^0 ($\cos\varphi_1$ = = 0,89); ℓ = 2,I м; a_1 = 0,6 м.

Глубина основания волногасящего короба

$$\alpha_f = 0{,}4 \cdot 2{,}4 \cdot \left(\frac{72}{2{,}4}\right)^{0{,}3} = 2{,}66 \sim 2{,}7 \text{ м}.$$

Приложение 3
(продолжение)

Глубина нижней границы щелевых плит на откосе

$$d_1 = 2,4 \cdot \frac{2,4}{2,0} \cdot \sqrt[4]{\frac{72}{2,7}} - 3 = 3,57 \sim 3,6 \text{ м}.$$

Толщина щелевых плит I

$$t_1 = 0,07 \cdot \frac{2,4}{0,89} \cdot \frac{I,02}{2,50-I,02} \cdot \sqrt[3]{\frac{72}{2,I}} = 0,42 \text{ м} \sim 0,4 \text{ м}.$$

Размеры плит в плане принимаем 2,I0 х 2,I0 м.

Площадь щелей в плите

$$A = 0,I5 \cdot 2,I0 \cdot 2,I0 = 0,66 \text{ м}^2.$$

Диаметр минимальной массы камня m_{min} = I0 кг.

$$D_{min} = \sqrt[3]{\frac{0.0I0}{0,524 \cdot 2,7}} = 0,I9 \text{ м}.$$

Ширина щелей в плитах I

$$b_1 = 0,7 \cdot 0,I9 = 0,I3 \sim 0,I \text{ м}.$$

В основании щелевых плит устанавливаем фигурный массив (упор) шириной I,2 м и высотой 0,8 м.

Глубина нижней границы обратного фильтра

$d_2 = 4 \cdot 2,4 = 9,6$ м $> d_1$. Принимаем $d_2 = 8,7$ м.

Размеры упорной призмы в основании каменного откоса

$a_2 = 3,0$ м, $t_2 = I,0$ м.

3. Размеры элементов тылового сопряжения определяем по пп. 3.I-3.8 настоящего РД.

Ширина волногасящего короба

$$b_{гл} = 0,06 \cdot 72 = 4,3 \text{ м}.$$

Ширина проема в фундаментной плите

$$a_4 = 0,5 \cdot 4.3 = 2,I5 \sim 2,2 \text{ м}.$$

Площадь перфорации в виде горизонтальных щелей в лицевой

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

стенке короба принимаем 30 %, а в тыловой 15 %.

Ширина щелей в лицевой стенке короба

$b_2 = 0{,}13 \cdot 2{,}4 = 0{,}31 \sim 0{,}3$ м.

Ширина щелей в тыловой стенке короба

$b_1 = 0{,}7 \cdot 0{,}19 = 0{,}13 \sim 0{,}1$ м.

Площадь проема в боковой стенке короба

$A = 0{,}2 \cdot 4{,}3 \cdot (1{,}85 + 2{,}70) = 3{,}91 \sim 4{,}0$ м^2.

Размеры проема принимаем 2,0 х 2,0 м.

Минимальная ширина разгрузочной призмы за коробом

$a_3 = 1{,}2 \cdot 2{,}4 = 2{,}90$ м.

4. Расчет нагрузок от волн на элементы волногасящего короба производим по пп. 3.9 - 3,14 настоящего РД.

Ординаты волнового давления на фундаментную плиту и тыловую перфорированную стенку короба.

$$P_1 = 0{,}04 \cdot 1{,}02 \cdot 9.8 \cdot 2{,}4 \sqrt{\frac{72}{2{,}4}} = 5{,}26 \text{ кПа};$$

$$P_2 = 0{,}2 \cdot 5{,}26 = 1{,}05 \text{ кПа};$$

$$P_3 = 0{,}7 \cdot 5{,}26 = 3{,}68 \text{ кПа};$$

$$\eta_t = 7{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}4 \cdot \left(\frac{72}{2{,}4}\right)^{1{,}5} = 0{,}30 \text{ м}.$$

Ординаты эпюры волнового давления на лицевую перфорированную стенку

$$P_4 = 0{,}013 \cdot 1{,}02 \cdot 9{,}8 \cdot 2{,}4 \left(\frac{72}{2{,}4}\right)^{1{,}2} = 18{,}47 \text{ кПа};$$

$$P_5 = 0{,}9 \cdot 5{,}26 = 4{,}73 \text{ кПа}.$$

Взвешивающее волновое давление на плиту 2

$$P_6 = 1{,}02 \cdot 9{,}81 \left(0{,}33 \cdot 2{,}40 \cdot \ln \frac{72}{2{,}4} - 1{,}85\right) = 8{,}44 \text{ кПа};$$

$$P_7 = 1{,}1 \cdot 8{,}44 = 9{,}29 \text{ кПа}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Волновое давление (компрессионное давление воздуха) на плиту 3 шириной b_3 = 2,0 м.

P_B = 0,8 . 0,84 . I,02 . 9,8I(0,26 . 2,4 - 0,07)= 3,72 кПа.

Конструкция подпричального откоса и тылового сопряжения и эпюры волнового давления на элементы волногасящего короба проектируемой набережной-эстакады показаны на рис. П.3.I и П.3.2.

Конструкция поперечного откоса и тылового сопряжения по типу I

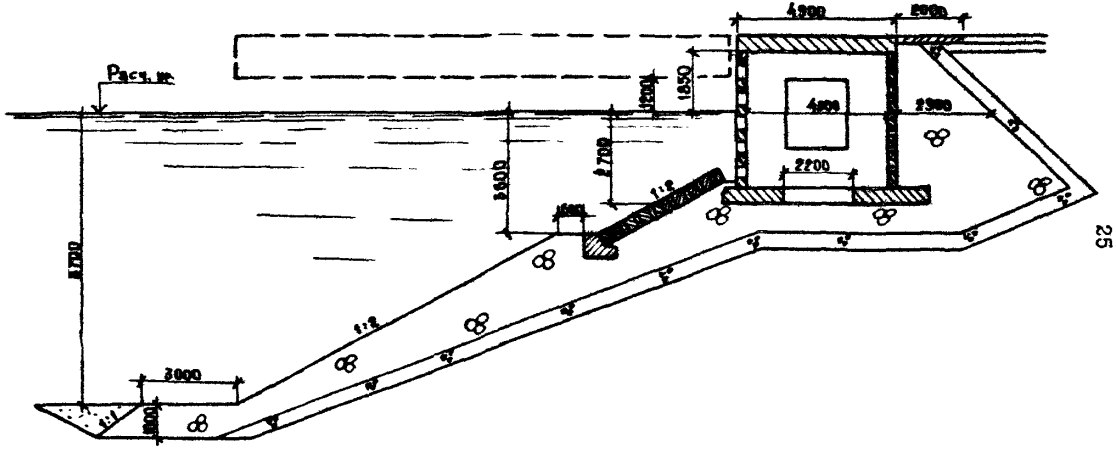
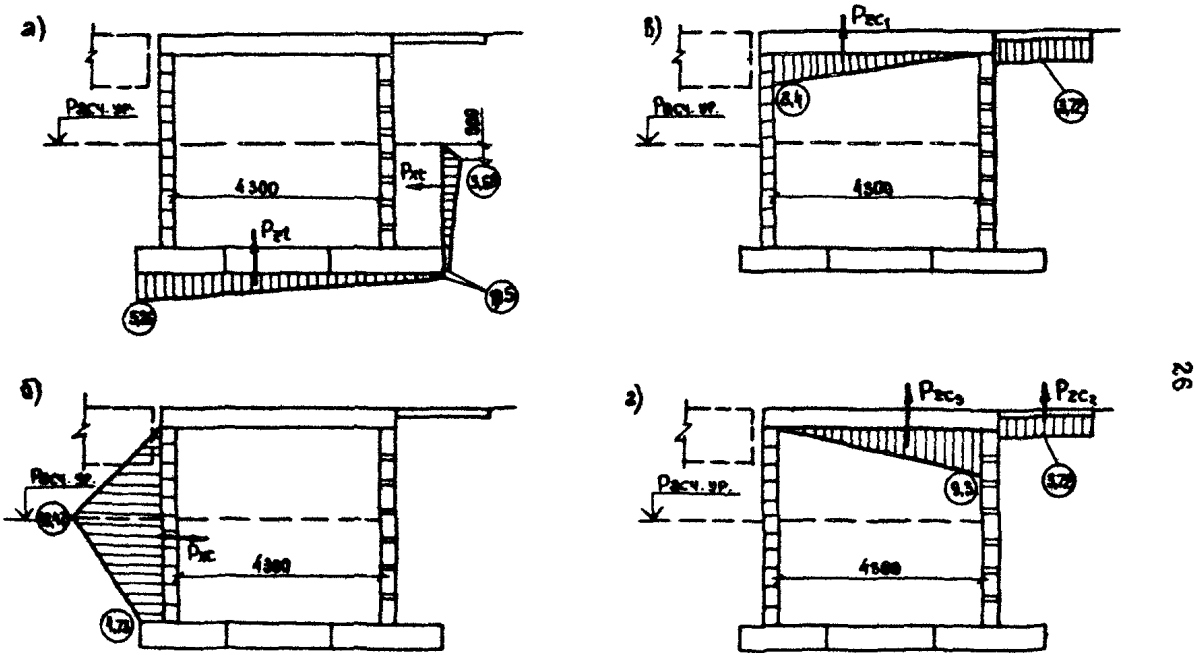


Рис. II.3.I

Эпюры волнового давления на элементы волногасящего короба



а)- на фундаментную плиту и тыловую стенку короба; б)- на лицевую стенку короба; б)и г)- на плиты 2 и 3; (47) волновое давление, кПа

Рис. П.3.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА И ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ 2

I. Исходные данные:

глубина воды у набережной - эстакады d_s = II,9 м,

расчетные элементы волн $h_{1\%}$ = 2,0 м, $\bar{\lambda}$ = 75 м,

возвышение низа ростверка над расчетным уровнем Z_1 =I,0 м,

длина ребра щелевых плит I ℓ = 3,0 м,

плотность железобетона ρ_{m1} = 2,5 т/м^3,

плотность воды ρ = I,02 т/м^3.

В районе проектируемой набережной-эстакады находится карьер камня (ρ_{m2} = 2,7 т/м^3).

Учитывая величины исходных элементов волн и наличие камня различной крупности, принимаем тыловое сопряжение по типу 2.

2. Расчет элементов подпричального откоса выполняем по пп. 2.I-2.I3 настоящего РД.

Принимаем: ψ_2 = 33,7^0 ($ctg\,\psi_2$ = I,5), ψ_1 = 26,6^0 ($\cos\psi_2$ = = 0,89), ℓ = 3,0, a_2 = 0,6 м; масса несортированного камня I5-I00 кг.

Глубина основания контрфорсного блока

$$d_f = 0{,}4 \cdot 2{,}00 \left(\frac{75}{2{,}00}\right)^{0{,}3} = 2{,}37 \sim 2{,}4 \text{ м}.$$

Глубина нижней границы щелевых плит на откосе

$$d_l = 2{,}4 \cdot \frac{2{,}0}{I{,}5} \sqrt[4]{\frac{75}{2{,}4}} - 3 = 4{,}57 \sim 4{,}6 \text{ м}.$$

Толщина щелевых плит

$$t_1 = 0{,}07 \cdot \frac{2{,}0}{0{,}89} \cdot \frac{I{,}02}{2{,}50-I{,}02} \sqrt[3]{\frac{75}{3{,}00}} = 0{,}3 \text{ м}.$$

Размеры плит в плане принимаем 3,00 х 3,00 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(продолжение)

Площадь щелей в плите

$$A = 0,15 \times 3,00 \times 3,00 = 1,35 \text{ м}^2.$$

Диаметр минимальной массы камня $m_{min} = 15$ кг

$$D_{min} = \sqrt[3]{\frac{0,015}{0,524 \cdot 2,7}} = 0,22 \text{ м}.$$

Ширина щелей в плитах

$$b_1 = 0,7 \cdot 0,22 = 0,15 \text{ м}.$$

В основании щелевых плит устанавливаем фигурный массив (упор) шириной 1,10 м и высотой 0,80 м. Ширина каменной бермы перед упором $a_1 = 0,6$ м.

Глубина нижней границы обратного фильтра

$$d_2 = 4 \cdot 2,0 = 8,0 \text{ м}.$$

Размеры упорной призмы в основании подпричального откоса:

$a_2 = 3,0$ м, $t_2 = 1,0$ м.

3. Размеры элементов тылового сопряжения определяем по пп. 4.1-4.8 настоящего РД.

Принимаем сортированный камень массой 300-400 кг.

Ширина призмы из сортированного камня в сопряжении на фундаментной плите контрфорсного блока

$$a_3 = 1,5 \text{ м};$$

на расчетном уровне

$$a_4 = 2,0 \cdot 2,0 = 4,0 \text{ м}.$$

Диаметр минимальной массы камня $m_{min} = 300$ кг.

$$D_{min} = \sqrt[3]{\frac{0,300}{0,524 \cdot 2,7}} = 0,6 \text{ м}.$$

Ширина щелей в перфорированной стенке блока

$$b_2 = 0,7 \cdot 0,6 = 0,42 \sim 0,4 \text{ м}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(продолжение)

За призмой из сортированного камня производим отсыпку из несортированного камня массой I5-I00 кг и шириной a_f = 2,0 м.

Ширина плиты 4 покрытия территории

$$b_4 = 0{,}3 \cdot 2{,}0 \sqrt{\frac{75}{2}} = 3{,}7 \text{ м}.$$

4. Определение нагрузок от действия волн по пп. 4.9-4.I2 настоящего РД.

Ординаты волнового давления на плиты покрытия территории

P_I = I,02 . 9,8I(I,I . 2,0-0,33) = I8,7 кПа;

P_2 = 0,8 . 0,84 . I,02 . 9,8(0,26.2,0-0,7) = 3,0 кПа.

Ординаты волнового давления на фундаментную плиту блока

$$p_3 = 0{,}07 \cdot I{,}02 \cdot 9{,}8I \cdot 2{,}0 \cdot \sqrt{\frac{75}{2{,}4}} = 7{,}8 \text{ кПа};$$

p_4 = 0,4 . 7,83 = 3,I кПа.

Ординаты волнового давления на перфорированную стенку блока

$$p_5 = 0{,}03 \cdot I{,}02 \cdot 9{,}8I \cdot 2{,}0 \sqrt{\frac{75}{2{,}4}} = 3{,}4 \text{ кПа};$$

p_6 = 0,5 . 3,4 = I,7 кПа;

$$z_1 = 0{,}05 \cdot 2{,}0 \left(\frac{75}{2{,}4}\right)^{0{,}7} = I{,}I \text{ м};$$

$$z_2 = 0{,}08 \cdot 2{,}0 \left(\frac{75}{2{,}4}\right)^{0{,}7} = I{,}7 \text{ м}.$$

Конструкция крепления подпричального откоса и тылового сопряжения проектируемой набережной-эстакады и эпюры волнового давления на элементы контрфорсного блока и на плиты покрытия показаны на рис. П.4.I и П.4,2.

Конструкция поперечного откоса и тылового сопряжения по типу 2

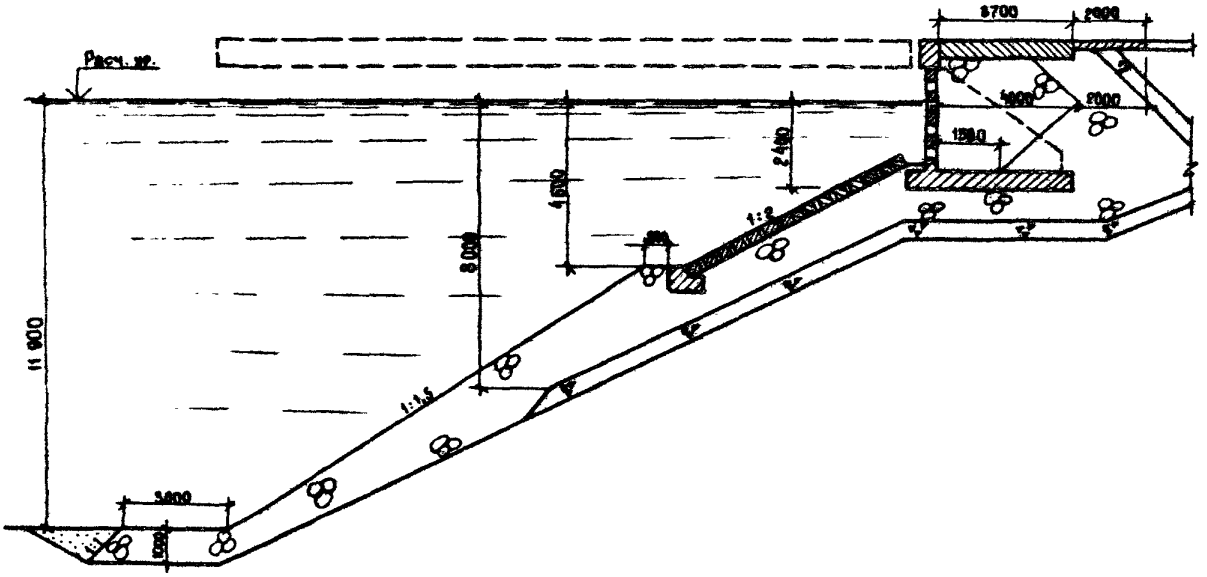
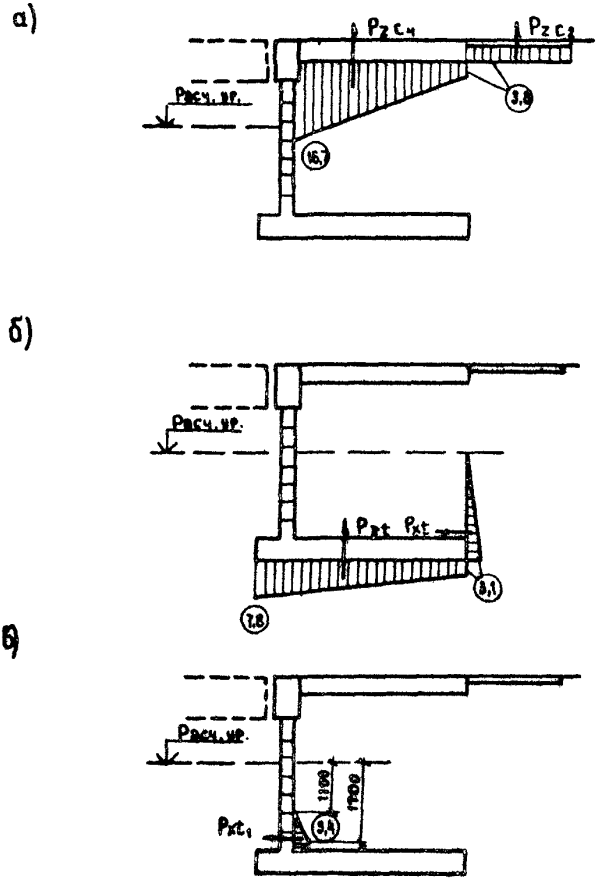


Рис. II.4.I

Эпюры волнового давления на контрфорсный блок



а) – на плиты 3 и 4, б) – на фундаментную плиту блока;
в) – на перфорированную стенку блока: (5,4) – волновое давление, кПа

Рис. П.4.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА ПО ТИПУ 3

I. Исходные данные:

глубина воды у набережной - эстакады $d_в$ = I0,3 м,

расчетные элементы волн $h_{1\%}$ = I,2 м; $\bar{\lambda}$ = 50 м,

возвышение низа ростверка над уровнем z_1 = 0,9 м,

плотность железобетона ρ_{m1} = 2,50 т/м^3,

плотность камня ρ_{m2} = 2,70 т/м^3;

плотность воды ρ = I,0I т/м^3.

Согласно п. I.5 настоящих Указаний принимаем конструкцию крепления подпричального откоса и тылового сопряжения по типу 3.

2. Расчет элементов подпричального откоса выполняем по пп. 2.I-2.I3 настоящего РД.

Принимаем: φ_2 = 35,5° ($ctg\,\varphi_2$ = I,4); φ_1 = 26,6° ($cos\,\varphi$ = 0,89); ℓ = 2,0; несортированный камень массой I5-I00 кг.

Глубина основания массивовой стенки

$$d_c = 0{,}4 \cdot I{,}2 \left(\frac{50}{I{,}2}\right)^{0{,}3} = I{,}47 \sim I{,}5 \text{ м}.$$

Глубина нижней границы щелевых плит на откосе

$$d_r = (2{,}4 \cdot \frac{I{,}2}{I{,}4} \sqrt[4]{\frac{50}{I{,}5}} - 3) \cdot I{,}3 = 2{,}52 \sim 2{,}5 \text{ м}.$$

Толщина щелевых плит I

$$t_1 = 0{,}I2 \cdot \frac{I{,}2}{0{,}89} \cdot \frac{I{,}0I}{2{,}50-I{,}0I} \sqrt[3]{\frac{50}{3{,}0}} = 0{,}28 \sim 0{,}3 \text{ м}.$$

Размеры плит в плане принимаем 2,0х3,0 м.

Площадь щелей в плите

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

$A = 0,10 \times 2,0 \times 3,0 = 0,6\ м^2$.

Диаметр минимальной массы камня $m_{min} = 15$ кг.

$$D_{min} = \sqrt[3]{\frac{0,015}{0,524 \cdot 2,7}} = 0,22\ м.$$

Ширина щелей в плите

$$b_1 = 0,70 \cdot 0,22 = 0,15\ м.$$

В основании щелевых плит устанавливаем фигурный массив шириной 1,0 м и высотой 0,7 м. Ширина каменной бермы перед упором $a_1 = 0,6$ м.

Глубина нижней границы обратного фильтра

$$d_2 = 4 \cdot 1,2 = 4,8\ м.$$

Размеры упорной призмы в основании подпричального откоса

$a_2 = 3,0$ м, $b_2 = 1,0$ м.

Конструкция крепления подпричального откоса дана на рис. П.5.1.

Конструкция крепления подпричального откоса по типу 3

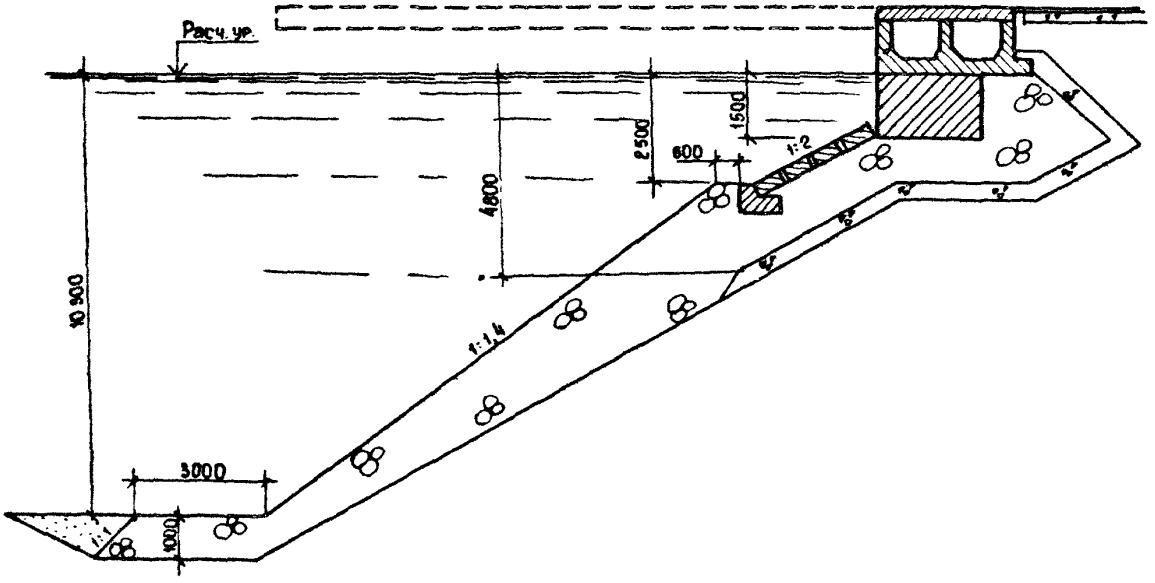


Рис. II.5.I

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ I
2. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПОДПРИЧАЛЬНОГО ОТКОСА 6
3. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ I II
4. РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ 2 ..... I5
5. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ТЫЛОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПО ТИПУ 3 ..... I8

ПРИЛОЖЕНИЕ I (справочное). Перечень нормативно-технических документов I9
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное). Основные буквенные обозначения 20
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (рекомендуемое). Пример расчета элементов крепления подпричального откоса и пористого сопряжения по типу I . 2I
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (рекомендуемое). Пример расчета элементов крепления подпричального откоса и пористого сопряжения по типу 2 . 27
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (рекомендуемое). Пример расчета элементов крепления подпричального откоса по типу 3 32

Подписано в печать 26.05.88. Формат 60х84/16. Печать офсетная. Усл.печ.л 2,09.
Усл.кр.-отт 2,21. Уч.-изд.л 1,27. Тираж 340. Заказ 1124. Изд. № 482/8-н. Цена 25 к.

Типография В/О "Мортехинформреклама", 113114, Москва, Кожевническая, д. 19

gost.e-ecolog.ru