ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО ТРАНСПОРТА
„СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ"
ОДЕССКИЙ ФИЛИАЛ
ЧЕРНОМОРНИИПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК В ЦЕЛЯХ ВОЛНОЗАЩИТЫ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ

РД 31.31.44 - 86

Одесса 1986

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер
СоюзморНИИпроекта
Ю. А. ИЛЬНИЦКИЙ
"16" декабря 1986г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК В ЦЕЛЯХ ВОЛНОЗАЩИТЫ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ

РД 31.31.44. - 86

Заместитель директора
ЧерноморНИИпроекта по
научной работе, к.т.н
В.С.Зеленский
"30" 10 1986г

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК В ЦЕЛЯХ ВОЛНОЗАЩИТЫ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ

РД 31.31.44 - 86

Москва 1986 г.

РАЗРАБОТАН Одесским филиалом Государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института морского транспорта (СоюзморНИИпроект)

"ЧЕРНОМОРНИИПРОЕКТ"

Директор - канд.техн.наук В.А.Яценко
Зам.директора по научной работе - канд.техн. наук В.С.Зеленский
Руководитель разработки
Зав.лабораторией морских каналов и портовых акваторий - канд.техн.наук А.П.Тюрин
Исполнители:
канд.техн.наук И.Г.Кирюхин,
канд.техн.наук В.В.Бурячок

УТВЕРЖДЕН распоряжением зам.главного инженера СоюзморНИИпроекта М.А.Троцкого № 80 от 18.12.1986 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК В ЦЕЛЯХ ВОЛНОЗАЩИТЫ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ

РД 31.31.44 -86

Вводится впервые

Срок введения в действие установлен
с "01" 07 1987
по 01.07.1990 г.

Настоящий РД распространяется на конструирование и расчет опытных плавучих волноломов из изношенных покрышек грузовых пневматических шин типа "Р" для защиты от волнения гидротехнических сооружений в строительный период, судов и других плавучих или стационарных объектов открытого моря, а также для ограждения акваторий с повышенными волнозащитными требованиями.

РД устанавливает рекомендации по расположению волнолома относительно защищаемых объектов, определяет методы расчета нагрузок в системе их заякорения и соединительных устройствах.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. При определении режимов воздействия на волнозащитные сооружения необходимо руководствоваться СНиП 2.06.01.-86, СНиП 2.06.04-82 и ведомственными нормативными документами приведенными в справочном приложении I.

I.2. Плавучие волноломы рассматриваемого типа рекомендуется конструировать из следующих элементов (рис. I.I):

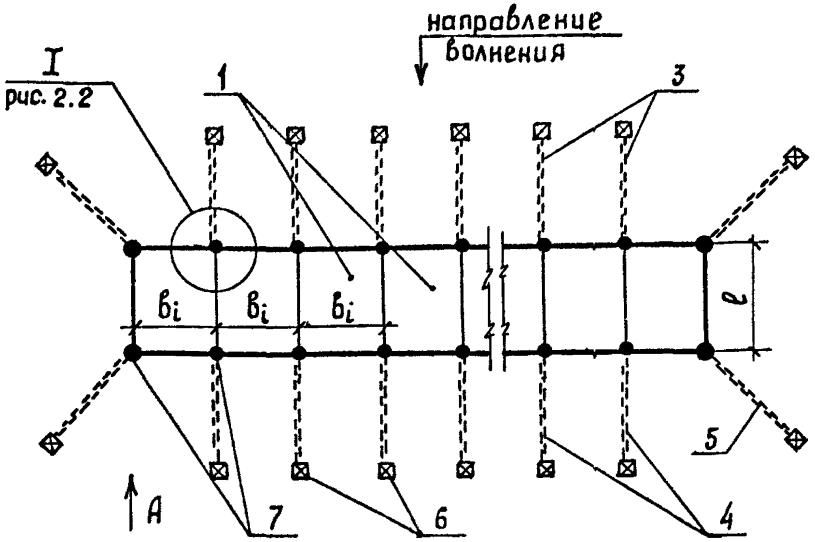
а) волногасителя, состоящего из одинаковых секций I, собираемых из вертикально ориентированных изношенных п о к р ы ш е к 2 п н е в м а т и ч е с к и х ш и н[*], обеспечивающих необходимую п л а в у ч е с т ь сооружения за счет воздуха, захваченного верхними секторами тороидальных полостей покрышек при их погружении и замкнутого снизу поверхностью воды;

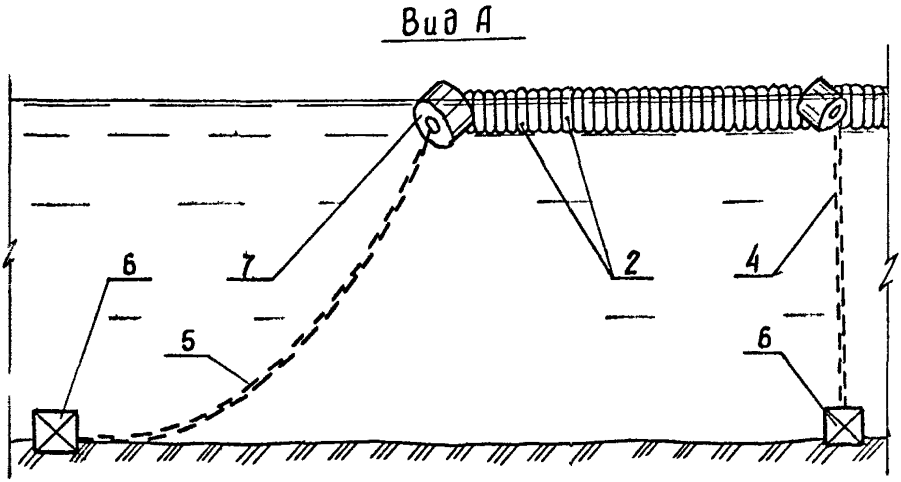
б) системы заякорения волнолома, состоящей из передних 3, тыловых 4 и угловых 5 якорных цепей, якорей 6 и якорных элементов плавучести 7;

в) крепежных приспособлений 7, 8 (рис. 2.2) для соединения смежных покрышек и секций волногасителя.

I.3. Для изготовления волногасителей рекомендуется использовать изношенные покрышки единых типоразмеров от грузовых,

Схема конструкции плавучего волнолома из изношенных покрышек





I – секции волногасителя, 2 – изношенные покрышки, 3,4,5 – передние, тыловые, угловые якорные цепи соответственно, 6 – якорные массивы, 7 – элементы плавучести

Рис. I.I

большегрузных и сельскохозяйственных машин (справочное приложение 2), не имеющие сквозных пробоин к а р к а с а в пределах не менее трети своей окружности, что обеспечивает плавучесть и работу сооружения на период не менее двух лет.

Срок службы волнолома может быть увеличен путем заполнения полостей покрышек пористыми синтетическими материалами, например, вспененным полистиролом, листовым пенопластом.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНОВЫХ РАЗМЕРОВ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ ИЗ ПОКРЫШЕК

2.1. Плавучие волноломы из покрышек следует применять: на частично защищенных незамерзающих акваториях с узким сектором волноопасных направлений, при высотах волн $h_{1\%}$, однопроцентной обеспеченности в режиме менее 4,5 м, на глубинах $d > 2{,}5h_{1\%}$ в месте установки сооружения. Не рекомендуется использовать волноломы для защиты объектов, чувствительных к действию длиннопериодного волнения. Окончательное решение о конструировании волнолома принимают на основе технико-экономических расчетов, обосновывающих преимущества применения сооружения по сравнению с другими способами волнозащиты.

2.2. Волновой режим в зоне защитного действия плавучего волнолома формируется из частично пропущенных под волногасителем и дифрагирующих вокруг его оконечностей исходных волн. Высота пропущенной волны $h_{пр}$ находится в обратной зависимости от ширины l волногасителя. Высота дифрагированной волны h_{dif} уменьшается с ростом длины L волногасителя, зависит от его расположения относительно защищаемого объекта и направления расчетного волнения.

2.3. Необходимый волнозащитный эффект от применения плавучего волнолома, состоящий в уменьшении расчетной высоты волны h_i i-той обеспеченности до значения $h_{доп}$, допускаемого по условиям строительства или эксплуатации защищаемого объекта, рекомендуется обеспечивать подбором оптимального сочетания ширины, длины и расположения волногасителя методом последовательных приближений в соответствии с условием

$$h_{пр} + h_{dif} \leq h_{доп} \quad \text{при } Ll \to min \quad , \quad (2.1)$$

где Ll – площадь волногасителя.

2.4. Плавучие волноломы по СНиП II-51-74 классифицируются как сооружения IУ класса, в связи с чем расчет размеров и расположения их волногасителей по условию (2.I) рекомендуется производить в соответствии с указаниями СНиП 2.06.04-82 на расчетный шторм, обеспеченностью 4 % в режиме, и высоту волны, обеспеченностью i = 5 % в системе.

Высоту пропущенной волноломом волны $h_{пр}$ в долях от исходной h_i рекомендуется определять по графику рис. 2.I в зависимости от отношения средней длины $\bar{\lambda}$ расчетной волны к ширине l волногасителя. Высоту дифрагированной волны h_{dif} следует определять в соответствии с указаниями СНиП 2.06.04-82. Допускаемую высоту волны $h_{доп}$ для заданных условий расчета следует оценивать по РД 3I.33.02-8I, РД 3I.33.03-8I и другим нормативно-техническим документам, регламентирующим параметры волнового воздействия на гидротехнические сооружения, суда и другие защищаемые объекты.

2.5. Задачу по определению размеров и расположения пла-

Характеристика волнозащитного действия волнолома из покрышек

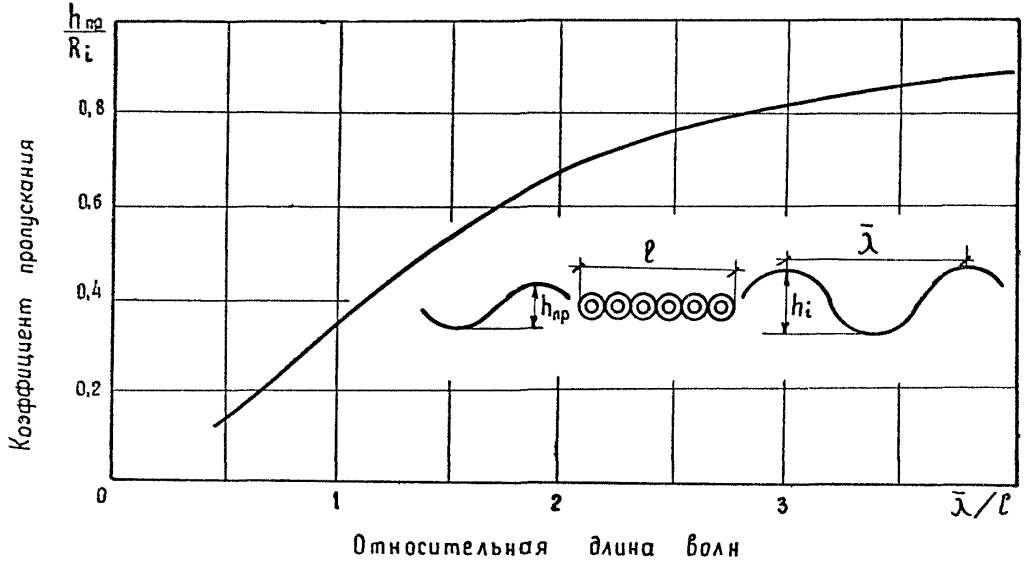


Рис. 2.I

вучего волнолома в соответствии с условием (2.I) рекомендуется решать графоаналитически (рекомендуемое приложение 3) методом подбора, включающим следующие операции:

а) в результате анализа исходных данных по гидрометеорежиму рассматриваемой акватории устанавливают сектор волноопасных направлений для защищаемого объекта и рассчитывают параметры волн соответствующей обеспеченности для каждого из них;

б) на ситуационный план акватории перпендикулярно и симметрично лучу наиболее интенсивного волнения, проходящему через центр защищаемого объекта, наносят прямоугольные контуры волногасителя с размерами в первом приближении

$$l \geq 0{,}5\bar{\lambda} \quad \text{и} \quad L = 1{,}5L_o \ , \qquad (2.2)$$

где L_o – проекция наибольшего планового размера защищаемого объекта на фронт волнения расчетного направления, располагая волногаситель на минимальном расстоянии от защищаемого объекта, обеспечивающем возможность размещения тиловых якорных связей волнолома;

в) для принятых в первом приближении размеров и расположения волногасителя вычисляют дифрагированную и пропущенную высоты волн в одной или нескольких характерных точках у защищаемого объекта. В результате сопоставления полученных сумм $h_{пр} + h_{dif}$ с заданными значениями $h_{доп}$ с учетом положений п. 2.2 вносят коррективы в расположение волногасителя, увеличивают (уменьшают) на I0 % его ширину и (или) длину. Повторяют расчет волнозащитных свойств сооружения для уточненных размеров и компоновки во втором и следующих приближениях вплоть до удовлетворения условия (2.I) сначала в отношении допускаемых высот волн, а затем и по минимуму площади волногасителя;

г) защитные свойства волнолома с найденным сочетанием размеров и расположения волногасителя относительно направления наиболее интенсивного волнения проверяют расчетом на действие волнения смежных румбов в порядке, предусмотренном п. 2.5,в. Если при этом будет установлена необходимость в одностороннем или двустороннем удлинении волногасителя, необходимо соответственно уменьшить его ширину, вновь выполнив расчет волногасящего эф-

фекта сооружения увеличенной длины при действии наиболее интенсивного волнения. Это позволит прийти к окончательной комбинации значений L и ℓ, удовлетворяющей условию (2.I) в пределах всего сектора волноопасных направлений.

2.6. Волногаситель плавучего волнолома рекомендуется конструировать (рис. 2.2) из продольных рядов I однотипных покрышек секциями равных размеров, шириной ℓ и длиной $b = L : n_c$, где n_c – количество секций в пределах длины волногасителя. Величину b необходимо принимать максимальной для принятой технологии изготовления волногасителя с учетом возможностей применяемого подъемно-транспортного оборудования.

На смежных стыках секций через ряд и по торцам волногасителя в каждом продольном ряду монтируются комплектами по три поперечные покрышки 2. Сквозь ободные отверстия покрышек поперечных и крайних продольных рядов секций пропускают соединительные цепи 5 и 6, замыкаемые на элементы плавучести 3 якорных связей 4.

2.7. Для монтажа секций волногасителя рекомендуется применять (рис. 2.3):

П-образные захваты 7, устанавливаемые вразбежку в горизонтальной диаметральной плоскости волнолома и скрепляющие б о р т а м и одновременно по четыре смежных покрышки продольных рядов;

П-образные захваты 8, обеспечивающие центровку и прикрепление комплектов из трех поперечных покрышек к торцам продольных рядов секции волногасителя также с использованием бортов покрышек.

Принципиальные деталировочные схемы обоих конструкций захватов приведены на рис. 2.4, а методика расчета их размеров дана в разделе 3 настоящего документа.

2.8. В зависимости от д и а м е т р а ∂_u и ш и р и н и п р о ф и л я B_u изношенных покрышек принятого типоразмера число n_p их продольных рядов в секции волногасителя определяется по формуле

$$n_p = \frac{\ell}{\partial_u}, \qquad (2.3)$$

Схема конструкции волногасителя
(выносной элемент I на рис. I.I)

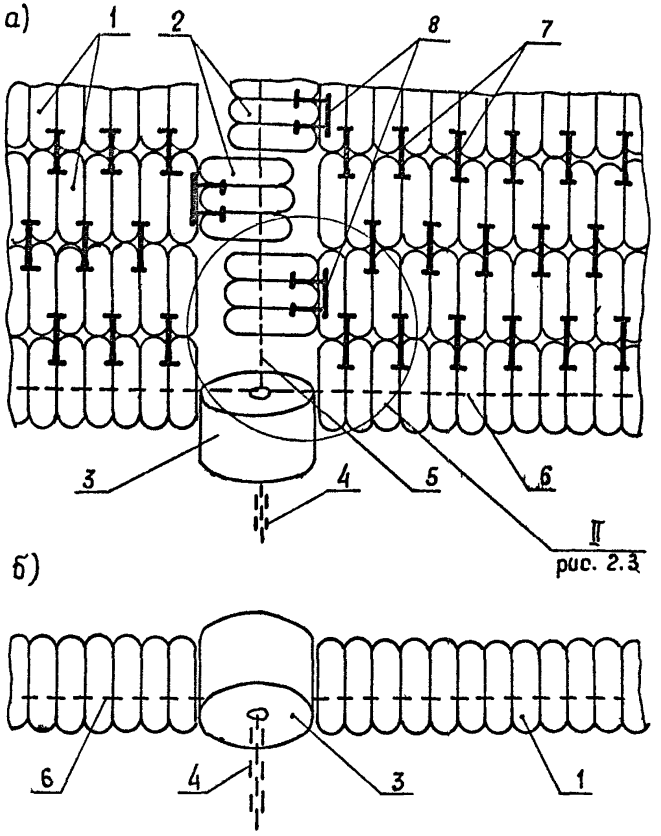
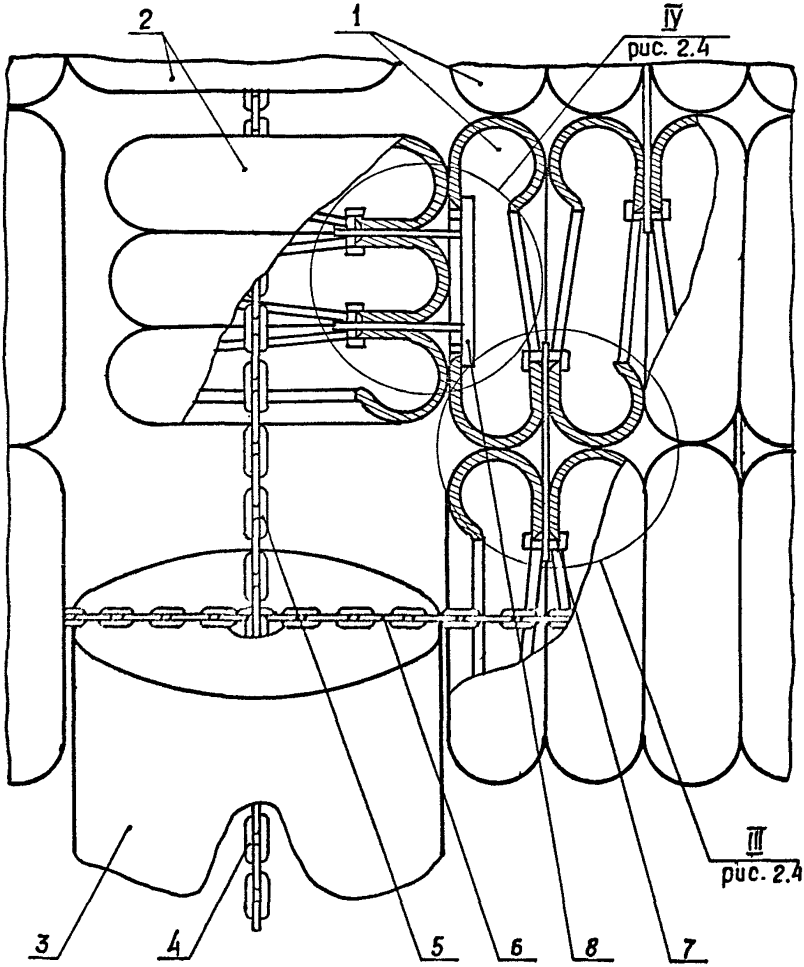


рис. 2.3

а - вид сверху, б - вид спереди,
I - продольные ряды покрышек, 2 - поперечные соединительные покрышки, 3 - элемент плавучести, 4 - якорная цепь, 5 - поперечная соединительная цепь, 6 - продольная соединительная цепь, 7 - Н-образные захваты, 8 - П-образные захваты

Рис. 2.2

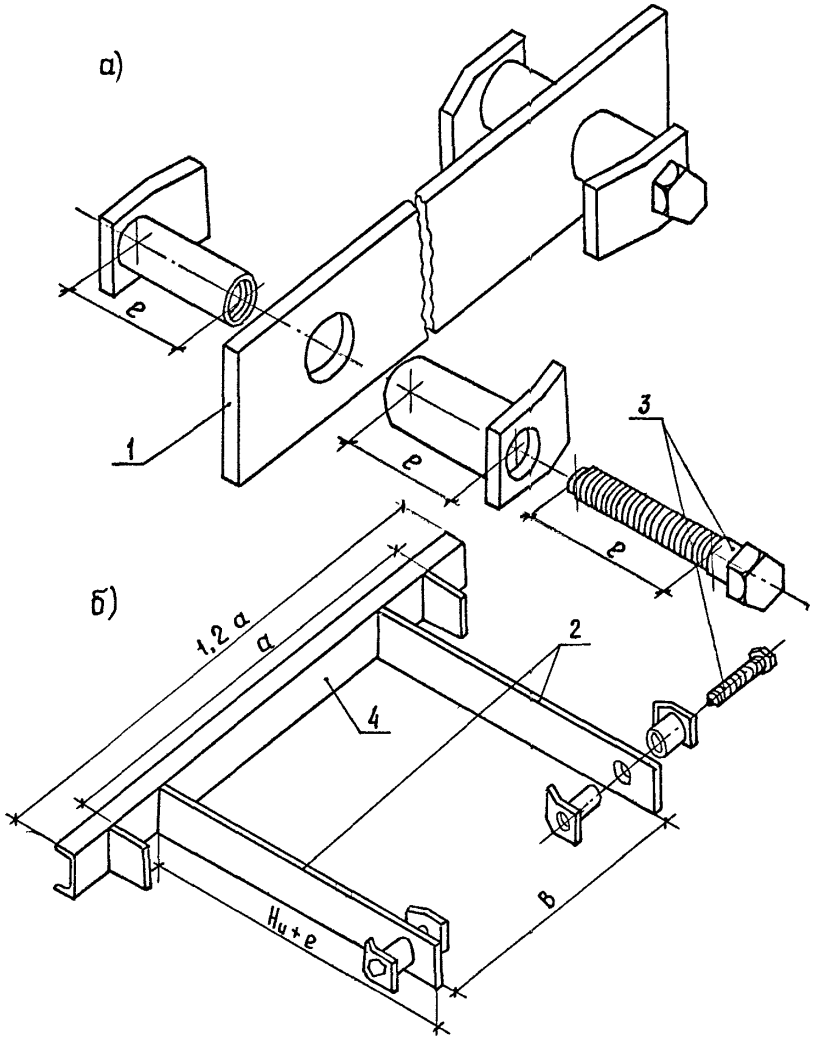
Соединения покрышек (выносной элемент II на рис. 2.2)



I – продольные ряды покрышек, 2 – попере ные соединительные покрышки, 3 – элемент плавучести, 4 – якорная цепь, 5 – поперечная соединительная цепь, 6 – продольная соединительная цепь, 7 – Н-образный захват, 8 – П-образный захват

Рис. 2.3

Схемы захватов (оборочные узлы III и IV на рис. 2.3)



а - Н-образный захват, б - П-образный захват,
1 - полоса Н-образного захвата, 2 - полосы П-образного захвата, 3 - болт, 4 - швеллер

Рис. 2.4

а необходимое для изготовления волногасителя количество n_p покрышек – по формуле

$$n_n = n_c n_p \left(\frac{b - D_u}{B_u} + 3 \right) + 3 n_p . \qquad (2.4)$$

3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ЗАЯКОРЕНИЯ И КРЕПЕЖНЫХ УСТРОЙСТВ ВОЛНОГАСИТЕЛЯ

3.I. Прочность элементов системы заякорения волнолома и крепежных устройств волногасителя из покрышек рекомендуется рассчитывать по СНиП 2.06.04-82 на действие шторма, обеспеченностью 2 % в режиме и высоту волны h_i обеспеченностью $i = I$ % в системе.

3.2. Для удержания волногасителя в заданном положении следует применять прямую схему заякорения (см. рис. I.I), включающую передние якорные связи, расположенные с шагом b со стороны действия и по лучу наиболее интенсивного волнения; симметричные им тыловые якорные связи; направленные под углом 45° к названным угловые якорные связи.

3.3. Расчет характеристик передних и тыловых якорных связей рекомендуется выполнять подбором в последовательности, предусмотренной блок-схемой на рис. 3.I. Перечень необходимых для расчета исходных данных, приведенный в составе информационного блока схемы в принятых ранее обозначениях, должен включать: характеристики исходного волнения ($\bar{\lambda}$, h_i) и скорости v_t течений в районе расположения волнолома, значения глубин d с учетом нагона, характеристики волногасителя (n_p , D_u, B_u, b).

Последовательность операций по расчету якорных связей показана на схеме сплошными стрелками, цифрами в скобках даны номера расчетных зависимостей, штриховые стрелки обозначают контрольные этапы расчета, на которых возможны корректировка промежуточных результатов и повторение уже выполненных операций.

3.4. Расчет характеристик системы удержания волнолома рекомендуется начинать с наиболее глубоководной передней якорной связи, принимая в первом приближении длину S ее якорной цепи в

Блок-схема расчета якорных связей плавучего волнолома из покрышек

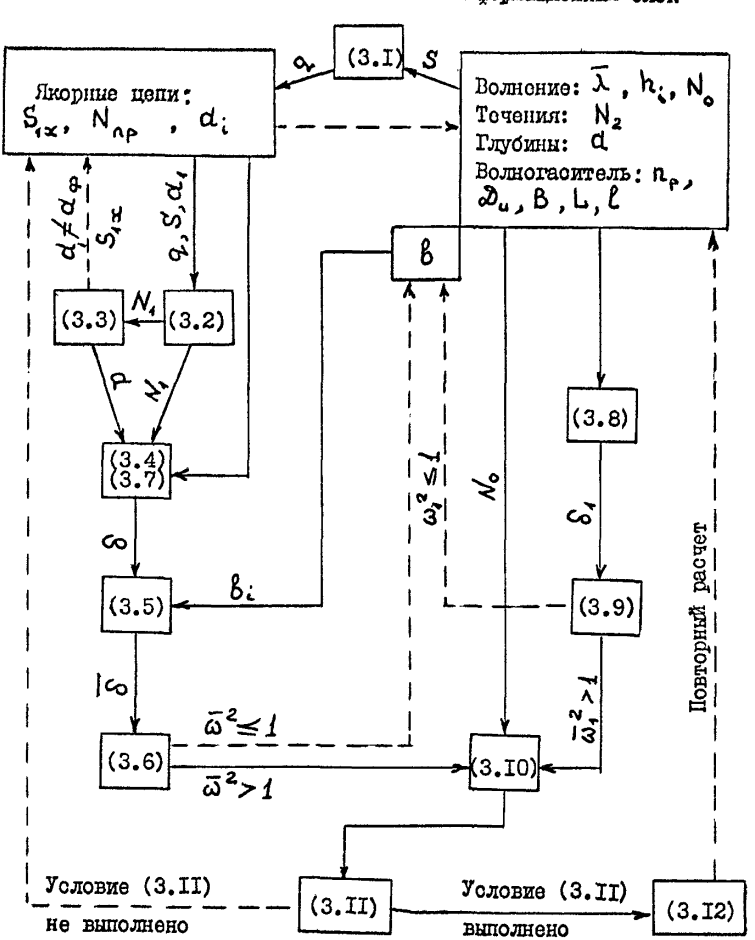


Рис. 3.I

пределах от 2,5 d_i до 3,5 d_i , где d_i – глубина акватории в точке закрепления связи к волногасителю. Затем, начиная с наименьшего типоразмера, по табл. 3.I для компенсации силы веса цепи в воде подбирают элемент плавучести, в качестве которого рекомендуется использовать бочку швартовную по ГОСТ 24292-80.

Таблица 3.I

Подъемная сила швартовных бочек по типоразмерам

Тип (типоразмер)	I(I)	2(I)	I(2)	(2(2)	I(3)	2(3)	I(4)
Подъемная сила G , кН	2,7	4,0	II,9	I9,0	34,I	69,3	89,6

Из равенства:

$$q = \frac{0{,}9\,G}{g} \qquad \text{и} \qquad m = \frac{1{,}143\,q}{g} \,, \qquad (3.I)$$

где G – подъемная сила бочки, кН,

q – сила тяжести I м цепи в воде, кН/м,

m – масса I м цепи, т

g – ускорение силы тяжести, м/с^2 ,

определяют величину m , в зависимости от которой по соответствующим стандартам, например, по ГОСТ 228-79, подбирают ближайший (равный или больший) калибр якорной цепи и устанавливают значение пробной нагрузки $N_{пр}$ для нее.

3.5. На следующем этапе расчета определяют начальное натяжение N_1 и горизонтальную проекцию S_{1x} длины якорной цепи по формулам:

$$N_1 = \frac{q}{2}\left(\frac{S^2}{d-d_1} - d + d_1\right), \qquad (3.2)$$

$$S_{1x} = \frac{2N_1}{q}\,Arsh\,\sqrt{\frac{q\,(d-d_1)}{2N_1}}\,, \qquad (3.3)$$

где d – глубина акватории на расстоянии S_{1x} от кромки волногасителя по направлению якорной связи, м;

d_1 – заглубление клюзовой точки якорной цепи, равное $0{,}75\,\mathcal{D}_ц$, м.

Полученное значение S_{1x} наносят на план акватории в изобатах, определяют фактическую глубину $d_ф$ места расположения якоря и, если при этом $d_ф \neq d$, расчет по формулам (3.2) и (3.3) повторяют для уточненного значения d до тех пор, пока не будет обеспечено равенство $d = d_ф$.

3.6. Для якорной цепи принятых размеров определяют горизонтальную податливость δ в м/кН, ее безразмерное значение $\bar{\delta}$ и квадрат $\bar{\omega}^2$ отношения частоты волн к частоте собственных поперечно-горизонтальных колебаний волнолома по формулам:

$$\delta = \frac{1}{q}\left(\operatorname{Arsh}\frac{qS}{N_1+N_2} - \frac{qS}{\sqrt{q^2S^2+(N_1+N_2)^2}}\right), \qquad (3.4)$$

$$\bar{\delta} = 0{,}75\rho g \mathcal{D}_ц b\delta, \qquad (3.5)$$

$$\bar{\omega}^2 = 0{,}9kl\bar{\delta}\operatorname{th}kd, \qquad (3.6)$$

где N_2 – вычисленное по СНиП 2.06.04-82 горизонтальное усилие в якорной цепи от воздействия течения на участок волнолома с осадкой $\mathcal{D}_ц$ длиной $b_1 = 0{,}8\,b$, где b – продольный размер секции волногасителя, м,

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число.

При $qS:(N_1+N_2) \leq 0{,}3$ допускается величину δ определять по формуле

$$\delta = \frac{1}{q}\left(\frac{qS}{N_1+N_2}\right)^3. \qquad (3.7)$$

Квадрат $\bar{\omega}_1^2$ отношения частоты волн к частоте собственных горизонтальных изгибных колебаний волнолома в зависимости

от продольной упругой податливости δ_1, м/кН, соединения пары смежных покрышек продольных рядов волногасителя рассчитывают по формулам:

$$\delta_1 = 0{,}0255\,\mathcal{D}_u \,, \tag{3.8}$$

$$\bar{\omega}_1^2 = \frac{0{,}0277\rho g\,\delta_1 b_1^4 k_t k_h k_d}{B_u n_p^2} \,, \tag{3.9}$$

где ρ – плотность воды, т/м^3.

3.7. Расчет характеристик якорной связи продолжается (см. рис. 3.1), если значения $\bar{\omega}^2$ и $\bar{\omega}_1^2$ превышают единицу.

В противном случае необходимо ступенями по 10 % увеличивать значение b_1, повторяя расчет по формулам (3.4), (3.5) и (3.6) до полного удовлетворения неравенств: $\bar{\omega}^2 > 1$ и $\bar{\omega}_1^2 > 1$.

Динамическое горизонтальное усилие N_3 в цепи от поперечных и изгибных колебаний прилегающего участка волнолома определяют по формуле

$$N_3 = \frac{N_0}{(\bar{\omega}^2 - 1)(\bar{\omega}_1^2 - 1)} \,, \tag{3.10}$$

где N_0 – волновая нагрузка на участок волнолома с площадью подводной парусности $\mathcal{D}_u B_1$, определяемая по п. 1.5, 4.4 СНиП 2.04.06-80 кН.

3.8. Заключительной операцией по расчету якорной цепи является сравнение ее пробной нагрузки $N_{пр}$ с действующими эксплуатационными усилиями по формуле

$$N_{пр} \geq 1{,}5\sqrt{(N_1 + N_2 + N_3)^2 + q^2 S^2} \,. \tag{3.11}$$

При этом, если условие (3.11) не выполняется, рекомендуется увеличить калибр цепи до следующего размера и повторить расчет в установленном выше порядке. При соблюдении неравенства (3.11) переходят к подбору типа и массы якоря для рассматриваемой связи, держащая сила которого должна быть равной или превы-

шать сумму усилий в цепи $N = N_1 + N_2 + N_3$. В частности, для расчета массы $M_в$ бетонных массивов (в воздухе), рекомендуемых к применению в качестве якорей в системе удержания волнолома из покрышек, используется формула;

$$M_в = \frac{1{,}5\,N}{\mu g\left(1 - \frac{\rho}{\rho_м}\right)}\,, \qquad (3.12)$$

где μ – коэффициент трения скольжения якорного массива по дну, принимаемый в зависимости от типа грунтов дна, равным: 0,75 – для скальных, 0,30–0,45 – для песчаных, 0,20–0,25 – для глинистых грунтов;

$\rho_м$ – плотность материала якорного массива, т/м^3.

Величины $M_в$ всех якорных связей волнолома в целях унификации допускается принимать одинаковыми и равными наибольшей.

3.9. Для остальных передних цепей с уменьшением глубины следует повторить расчеты по формулам (3.2 – 3.11) для больших значений N_1 , определяемых формулой (3.2) с сохранением принятых величин q и S . Если на какой-то глубине равенство (3.11) перестает удовлетворяться, необходимо для нее и меньших глубин принять следующий (бóльший) калибр цепи и подобрать новое значение qS , удовлетворяющее равенствам (3.1). Расчет повторяется до тех пор, пока равенство (3.11) не будет удовлетворено для всех передних цепей волнолома.

3.10. Для каждой передней цепи аналогично рекомендуется рассчитывать парную ей тыловую якорную цепь при обязательном равенстве значений N_1 по формуле:

$$S = \sqrt{(a - a_1)\left(a - a_1 + \frac{2N_1}{q}\right)}\,. \qquad (3.13)$$

Для тыловых цепей допускается при необходимости использовать элементы плавучести меньшей подъемной силы с соответствующим изменением величины qS и уменьшением калибра цепей.

3.11. Расчет угловых якорных связей волнолома рекомендуется начинать с наиболее глубоководной из них. Принимая калибр

и длину S ее якорной цепи равными аналогичным характеристикам смежной (передней или задней) якорной связи, в соответствии с указаниями п. 3.5 вычисляют начальное натяжение N_1 и горизонтальное проложение S_{1x} рассматриваемой угловой цепи. Затем, исходя из обязательного условия равенства полученного значения N_1 начальным натяжением остальных угловых якорных цепей, по формуле (3.I3) определяют их длины, а по формуле (3.3) - горизонтальные проложения.

3.I2. Поперечные соединительные цепи волногасителя волнолома (см. рис. 2.2) рекомендуется принимать по калибру аналогичными якорным. Калибр продольных соединительных цепей волногасителя принимается ближайшим к отвечающему условию:

$$N_{пр} \geq 0{,}44\, \mathcal{D}_u\, l\, v^2, \qquad (3.I4)$$

где v - скорость буксировки волногасителя по п. 4.5 настоящих рекомендаций, м/с.

3.I3. Элементы крепежных приспособлений (см. рис. 2.4) для соединения покрышек продольных и поперечных рядов волнолома рекомендуется рассчитывать по СНиП II-23-8I в соответствии со схемой (рис. 3.2) на следующие усилия и моменты:

полосу I Н-образного захвата - на растягивающее усилие P_1 ;

полосы 2 П-образного захвата - на растягивающее усилие P_2 ;

болт 3 Н-образного захвата - на большее из растягивающих усилий P_3 ;

швеллер 4 П-образного захвата - на изгибающий момент M_1 .

3.I4. Величины P_1 , P_2 , P_3 в кН и M_1 в кНм следует определять по формулам:

$$P_1 = \frac{0{,}75\,N}{n_p}\ , \qquad (3.I5)$$

$$P_2 = \frac{A\,P_1}{B_u}\ , \qquad (3.I6)$$

Схема передачи усилий на связи волногасителя

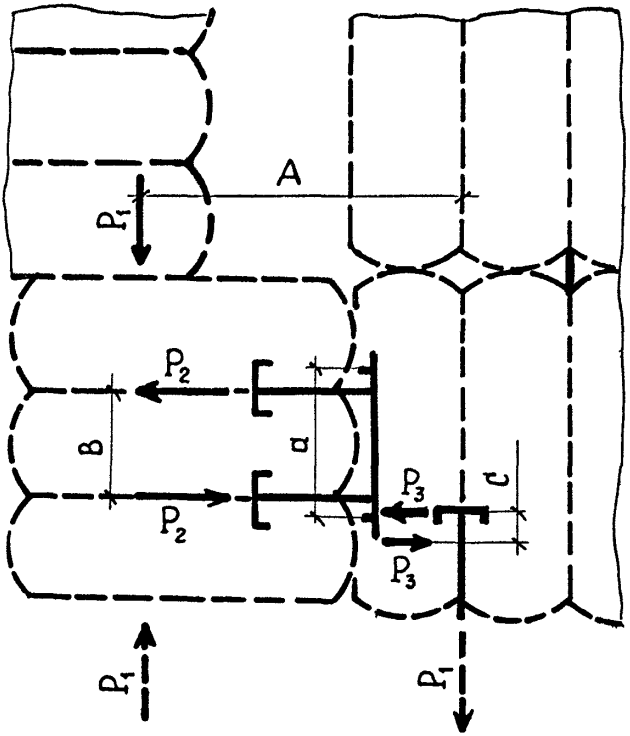


Рис. 3.2

$$P_3 = \left\{ \frac{0{,}75\,N\,b}{\mathcal{D}_u\, n_p^2} \; , \; \frac{A\,P_1}{C} \right\} \; , \qquad (3.17)$$

$$M_1 = P_2 \frac{a - B_u}{2} \; , \qquad (3.18)$$

$$A = 0{,}88\,\mathcal{D}_u \; , \qquad (3.19)$$

$$C = 0{,}5\,H_u \; , \qquad (3.20)$$

где a, H_u – соответственно посадочный диаметр и высота профиля изношенных покрышек избранного типоразмера, м.

4. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПЛАВУЧИХ ВОЛНОЛОМОВ ИЗ ПОКРЫШЕК

4.1. При изготовлении волнолома из покрышек рекомендуется использовать плавучие доки судоремонтных и судостроительных предприятий, специально подготовленные затопляемые котлованы с временными ограждающими перемычками, размываемые островные территории и другие способы, обеспечивающие возможность сборки насухо и спуска на воду секций волногасителя необходимых размеров. Выбор конкретной технологии работ определяется возможностями строительной организации и подлежит технико-экономическому обоснованию его эффективности.

4.2. До начала монтажа волногасителя необходимо провести подготовительные работы по созданию достаточного запаса изношенных покрышек принятого типоразмера, изготовлению крепежных устройств для них и якорных массивов, заготовке соединительных и якорных цепей необходимых калибров и длины, оснащению швартовных бочек. Рабочие площадки должны быть укомплектованы подъемно-транспортными средствами и лебедками соответствующей грузо-

подъемности, электро- и газосварочными агрегатами, необходимым инструментом.

4.3. Изготовление волногасителя волнолома начинают и завершают монтажом крайних секций, выполняемым в следующем порядке: укладка и скрепление покрышек продольных рядов секции, установка поперечных покрышек, протяжка торцевой поперечной и продольных соединительных цепей сквозь ободные отверстия покрышек периферийных рядов секции, монтаж угловых и промежуточных швартовных бочек. Сборка промежуточных секций волногасителя производится в таком же порядке, но включает протяжку только продольных соединительных цепей и монтаж только промежуточных бочек по линии стыковки смежных секций.

4.4. После спуска на воду секции отводят на защищенный от волнения участок акватории, ошвартовывают у достроечного причала или устанавливают на якорях и по мере поступления состыковывают на плаву поперечными соединительными цепями, наращивая волногаситель до полной готовности.

4.5. Волногаситель в сборе выводят с защищенной акватории и транспортируют к месту установки только при благоприятных погодных условиях и наличии прогноза о волнении на пути следования не более 2 баллов.

Буксировку рекомендуется выполнять со скоростью не более 3 узлов ($\vartheta \leq$ I,5 м/с) с помощью четырех судов, ошвартованных по углам волногасителя: двух основных тянущих буксиров и двух вспомогательных буксиров-кантовщиков. Необходимая при этом суммарная тяговая мощность P основных буксиров определяется по формуле

$$P = 0{,}59\, \mathfrak{D}_u\, l\, \vartheta^3, \qquad (4.I)$$

4.6. Штатное место установки волнолома должно быть подготовлено к доставке волногасителя путем выполнения следующих работ: топографической разбивки на местности с закреплением буями на акватории и створными знаками на берегу углов волногасителя и мест расположения якорных массивов, установка на грунт якорных массивов с якорными цепями, растяжка цепей по дну по линиям расположения якорных связей с маркировкой буями их свободных концов.

Раскантованный буксирами над штатным местом волногаситель раскрепляют на якорях парами противолежащих передних и тыловых цепей, начиная с одного из торцов. Затем, также попарно крепят противолежащие угловые якорные цепи.

Исполнители:

Ст. научн. сотрудник, к.т.н. И.Г. Кирюхин

Главный специалист, к.т.н. В.В. Бурячок

Заведующий НИЛ МКПА, к.т.н. В.Г. Мирошниченко

Главный специалист, начальник сектора стандартизации и метрологии И.С. Вулихман

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(справочное)

П Е Р Е Ч Е Н Ь

использованных нормативно-технических документов

ГОСТ 24292-80	Бочки швартовные внутренних водных путей. Типы, основные параметры, размеры и технические требования
ГОСТ 228-79	Цепи якорные. Общие технические условия
ГОСТ 22374-77	Шины пневматические. Конструкция, термины и обозначения
ГОСТ 5513-75*	Шины пневматические для грузовых автомобилей, автоприцепов, автобусов и троллейбусов. Технические условия
ГОСТ 8430-76*	Шины пневматические для большегрузных автомобилей, строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин. Технические условия
ГОСТ 7463-80*	Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия
СНиП 2.06.01-86	Гидротехнические сооружения морские. Основные положения проектирования
СНиП 2.06.04-82	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
СНиП II-23-81	Стальные конструкции. Нормы проектирования

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

РД 31.33.02-81	Методические указания по определению ветровых и волновых условий при проектировании морских портов
РД 31.33.03-81	Руководство по определению влияния ветра и волн на условия обработки судов при проектировании морских портов
РД 31.33.06-86	Руководство по расчету простоев судов из-за неблагоприятных волновых условий

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Покрышка пневматической шины – торообразная резино-кордовая наружная оболочка пневматической шины, воспринимающая усилия, действующие при эксплуатации (рис. П.2.1).

Каркас – силовая часть покрышки, состоящая из одного или нескольких слоев корда, закрепленных к бортовым кольцам.

Радиальная покрышка (типа "Р") – покрышка, в каркасе которой угол наклона нитей корда составляет от 0 до 15°, а в брекере не менее 65°.

Борт – жесткая часть покрышки, обеспечивающая ее крепление на ободе колеса.

Основание борта (e) – часть борта покрышки, прилегающая к полке обода колеса.

Пятка борта – наружная часть основания борта покрышки, прилегающая к закраине обода.

Носок борта – внутренняя часть основания борта покрышки.

Бортовое кольцо – проволочное кольцо, являющееся жесткой основой борта.

Брекер – часть покрышки, состоящая из слоев корда и резины, расположенных между протектором и каркасом.

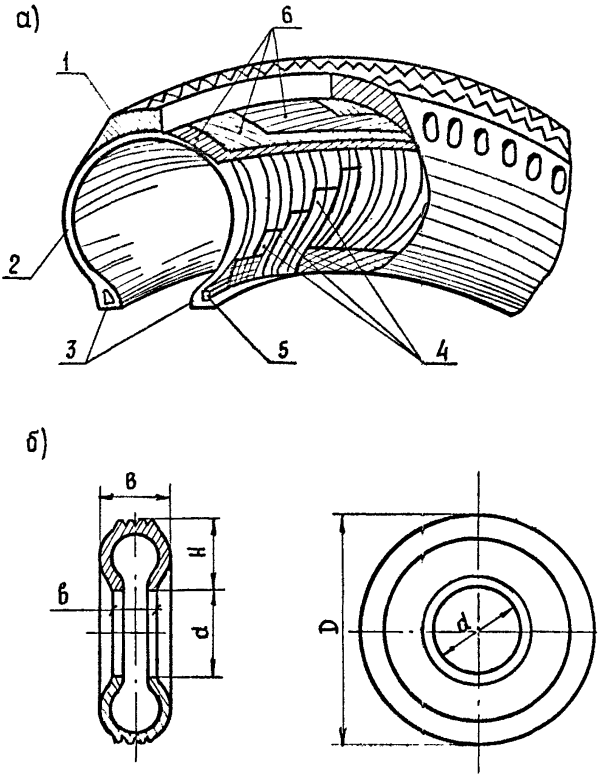
Протектор – наружная резиновая часть покрышки, с рельефным рисунком, обеспечивающая сцепление шины с дорогой и предохраняющая каркас от повреждений.

Профиль – контур покрышки в радиальной плоскости колеса (рис. П.2.1).

Наружный диаметр D – диаметр наибольшего сечения покрышки плоскостью вращения колеса при отсутствии контакта с опорной поверхностью

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

Конструкция и основные размеры радиальной покрышки пневматической шины



а – структурная схема, б – профиль,

I – протектор, 2 – каркас, 3 – борта, 4 – каркасные кордовые слои, 5 – бортовое кольцо, 6 – брекерные кордовые слои, B – ширина профиля, H – высота профиля, в – ширина обода, d – посадочный диаметр, D – наружный диаметр

Рис. I.I

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

Ширина профиля B – расстояние между двумя плоскостями вращения колеса, касающихся поверхностей боковин покрышки

Посадочный диаметр d – диаметр окружности, являющейся линией пересечения поверхности основания борта покрышки с его наружной поверхностью

Высота профиля H – полуразность между наружным и посадочным диаметрами покрышки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)
Таблица П.2.I

Характеристики радиальных покрышек пневматических шин

Размеры в м

Обозначение покрышки	Ширина профиля, B	Посадочн. диаметр, d	Высота профиля, H	Наружн. диаметр, D	Масса шины, M, кг
Покрышки легковых автомобилей по ГОСТ 4754-80*					
I75/70R I3	0,I76	0,325	0,I28	0,580	8,3
205/70R I4	0,206	0,327	0,I62	0,652	I3,0
I55/80R I3	0,I57	0,325	0,I26	0,578	8,3
I65/80R I3	0,I67	0,325	0,I35	0,596	8,0
I55/82R I3	0,I58	0,325	0,I3I	0,588	7,7
I85/80R I5	0,I88	0,375	0,I50	0,674	I6,0
Покрышки грузовых автомобилей, автоприцепов, автобусов и троллейбусов по ГОСТ 55I3-75*					
220-508P(7,50R 20)	0,2I7	0,508	0,2I0	0,928	39
240-508P(8,26R 20)	0,235	0,508	0,23I	0,970	48-50
260-508P(9,00R 20)	0,262	0,508	0,256	I,020	60
280-508P(I0,0R 20)	0,282	0,508	0,269	I,045	75
300-508P(II,0R 20)	0,292	0,508	0,286	I,080	80
320-508P(I2,0R 20)	0,3I3	0,508	0,306	I,I20	85-90
Покрышки тракторов и сельхозмашин по ГОСТ 7463-80					
I3,6R 38	0,345	0,965	0,288	I,540	98
I5,5R 38	0,394	0,964	0,303	I,570	II5
I6,9R 30	0,429	0,760	0,35I	I,462	II4
I8,4R 34	0,467	0,862	0,389	I,640	I50
2I,3R 24	0,540	0,6I0	0,395	I,400	I70
23,IR 26	0,587	0,660	0,468	I,596	225
28,IR 26	0,750	0,660	0,503	I,735	330

Примечание. Масса шины включает массы покрышки, камеры и ободной ленты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

Таблица П 2.2

Характеристики изношенных металлокордовых покрышек

Характеристика покрышек		Условное обозначение	Формула для расчета среднего значения
Масса покрышки, кг	Легковой по ГОСТ 4754-80*	M_u	$M_u = 0{,}85\,M$
	Грузовой по ГОСТ 5513-75*		$M_u = 0{,}70\,M$
	Сельскохозяйственной по ГОСТ 7463-80		$M_u = 0{,}75\,M$
Наружный диаметр, м		D_u	$D_u = 0{,}96\,D$
Высота профиля, м		H_u	$H_u = 0{,}90\,H$
Плотность материала, кг/м^3		ρ_u	$\rho_u = 1290$
Объемы элементов покрышки, м^3	тора	$V_т$	$V_т = 0{,}628\,(D_u^2 - d^2)\,B$
	материала	$V_м$	$V_м = M_u : \rho_u$
	полости	$V_п$	$V_п = V_т - V_м$
Боковая площадь, м^2		$S_б$	$S_б = 0{,}78\,(D_u^2 - d^2)$
Положительная плавучесть вертикально погруженной покрышки, кг	Легковой	Δm	$\Delta m = 0{,}270\,M$
	Грузовой		$\Delta m = M\,(0{,}375\,D - 0{,}187)$
	Сельскохозяйственной		$\Delta m = M\,(0{,}490\,D - 0{,}290)$
Осадка вертикально плавающей покрышки, м	Легковой	T	$T = 0{,}87\,D$
	Грузовой		$T = D\,(1{,}133 - 0{,}257\,D)$
	Сельскохозяйственной		$T = D\,(0{,}940 - 0{,}050\,D)$

Примечание. M, D, H, B, d – стандартные характеристики покрышек по табл. П 2.1

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Требуется определить габариты, расположение и характеристики плавучего волнолома для временной защиты плавучего дока подъемной силой 600 тнс. кН, установленного на акватории (рис. П.3.I), открытой действию морского волнения в секторе ЮВ – ВЮВ – Ю, при следующих исходных данных.

Исходные данные

В о л н е н и е. Необходимые по п.п. 2.4 и 3.I РД значения элементов волн указанных направлений для расчетов защищенности дока (обеспеченностью 4 % в режиме и 5 % в системе), прочности соединительных устройств волногасителя и якорных связей (обеспеченностью 2 % в режиме и I % в системе) даны в табл. П.3.I.

Таблица П.3.I

Направление волнения	Элементы волн, м	
	средняя длина $\bar{\lambda}$	высота h_i
для расчета защищенности объекта		
ЮВ	40	0,8
ЮЮВ	82	2,6
Ю	50	I,I
для расчета прочности элементов волнолома		
ЮЮВ	95	4,4

Г л у б и н ы . Глубины на акватории с учетом нагона в районе штатного местоположения дока показаны на рис. П.3.I в изобатах.

Ситуационный план акватории в районе расположения плавучего дока

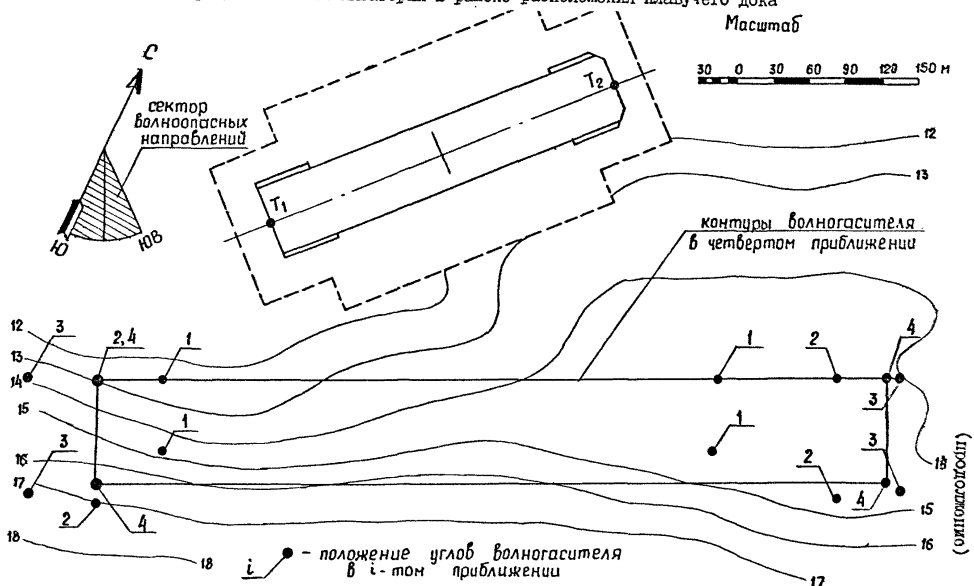


Рис. II.3.I

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

С к о р о с т и т е ч е н и я. В рассматриваемом районе преобладают морские течения от ЮЮВ со скоростью ϑ_t = 0,6 м/с обеспеченностью 2 % за навигационный период.

Г р у н т ы д н а в поверхностном слое представлены мелкими песками с коэффициентом трения скольжения μ = 0,3.

Т и п о р а з м е р п о к р ы ш е к. Для изготовления волногасителя волнолома используются изношенные покрышки типа 320 – 508 Р с характеристиками по табл. П.2.1 и П.2.2 настоящего РД.

Я к о р я для удержания плавучего волнолома изготовляются из бетонных массивов с плотностью материала $\rho_м$ = 2,2 т/м^3.

Т р е б о в а н и я к з а щ и щ е н н о с т и о б ъ е к т а. Безопасная эксплуатация дока допускается при высотах волн в точках T_1 и T_2 (см. рис. П.3.1)

$$h_g \leq 1{,}6 \text{ м}.$$

Определение плановых размеров и расположения волногасителя волнолома

В соответствии с данными табл. П.3.1 определяющим при расчете размеров и расположения волногасителя волнолома для заданных условий является волнение ЮЮВ направления как наиболее интенсивное.

В табл. П.3.2. даны результаты определения волнозащитного эффекта волнолома в четырех последовательных приближениях, выполненных в соответствии с рекомендациями пунктов 2.4 и 2.5 настоящего РД. Плановые положения углов волногасителя волнолома для каждого приближения зафиксированы на рис. П.3.1 точками с соответствующими номерами.

Как видно из полученных данных, оптимальное решение задачи по условию (2.1) относительно ЮЮВ направления волнения достигнуто в четвертом приближении. Поскольку высоты волн $h_{5\%}$ смож-

ТАБЛИЦА П.3.2

Номер приближения	Габариты волногасителя, м		Высоты волн, м, в точках:				Волнозащитный эффект по (2.I) в точках:		Площадь волногасителя, м^2
	длина	ширина	T_1		T_2		T_1	T_2	
	L	ℓ	h_{dif}	$h_{пр}$	h_{dif}	$h_{пр}$			
I	450	60	I,20	I,30	I,40	I,30	не обеспечен	не обеспечен	27000
2	600	95	0,82	0,78	0,85	0,78	обеспечен	не обеспечен	57000
3	700	90	0,70	0,83	0,7I	0,83	обеспечен	обеспечен	63000
4	650	82	0,72	0,87	0,73	0,87	обеспечен	обеспечен	53000

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

ных ЮВ и Ю направлений в рассматриваемом случае менее h_g для дока, дополнительные расчеты по п. 2.5 в для корректировки размеров волногасителя не производятся, и полученные в четвертом приближении значения его длины L = 650 м, ширины ℓ = 82 м и расположение (позиция 4 на рис. П.3.I) принимаются в качестве окончательных.

Тогда с учетом принятого типоразмера изношенных покрышек с наружным диаметром $\mathcal{D}_u$ = I,08 м число их продольных рядов n_p по ширине ℓ волногасителя по формуле (2.3) составит:

$$n_p = 82 : I,08 = 76 \text{ рядов} .$$

Расчет системы заякорения волнолома и крепежных устройств волногасителя

Исходные данные по п.п. 3.I – 3.3 РД, за исключением шага ℓ якорных связей, определены в предыдущем разделе примера расчета. Секции волнолома предполагается изготовлять в доке подъемной силой 600 тыс. кН, размеры которого позволяют назначить максимальный размер

$$\ell = 50 \text{ м}$$

Согласно п. 3.4 РД и рис. П 3.2 расчет начинаем с якорной связи № 27, для которой d_i = I6,7 м. Принимаем $S \approx 2,5\, d_i$ = = 42 м. Расчеты, выполненные для G = 2,7 кН (см. табл. 3.I), здесь не приводятся, т.к. в их результате не выполняется условие прочности (3.II). Принимаем G = 4,0 кН и по формулам (3.I) получаем

$$q = 0,9 \times 4 : 42 = 0,0857 \text{ кН/м},$$

$$m = I,I43 \times 0,0857 : 9,8I = 0,0I00 \text{ т/м} .$$

По ГОСТ 228–79 выбираем цепь калибра 22 мм, для которой

$$m = 0,0I07 \text{ т/м}, \qquad N_{пр} = I43 \text{ кН},$$

Фактическое значение q по второй формуле (3.I) составит

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Схема заякорения плавучего дока

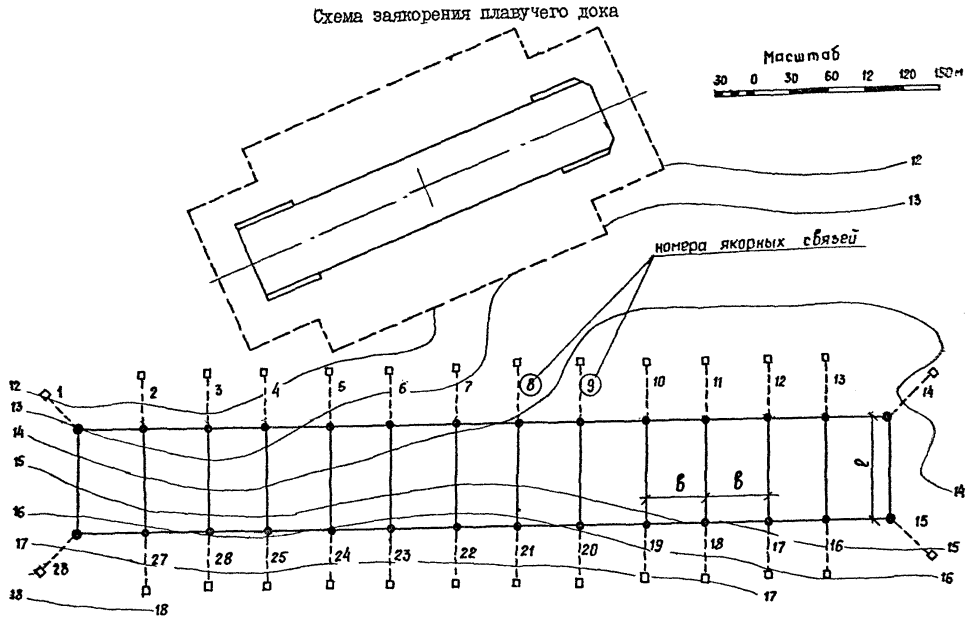


Рис. П.3.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

$q = 0{,}0107 \times 9{,}81 : 1{,}143 = 0{,}0918$ кН/м.

По формулам п. 3.5 имеем

$$a_1 = 0{,}75 \times 1{,}08 = 0{,}8 \text{ м}, \qquad d = 17{,}6 \text{ м} \approx a_\varphi,$$

$$N_1 = \frac{0{,}0918}{2}\left(\frac{42^2}{17{,}6-0{,}8} - 17{,}6 + 0{,}8\right) = 4{,}05 \text{ кН},$$

$$S_{1x} = \frac{2 \times 4{,}05}{0{,}0918} \operatorname{Arsh} \sqrt{\frac{0{,}0918\,(17{,}6-0{,}8)}{2 \times 4{,}05}} = 37{,}3 \text{ м}$$

Расчет по СНиП 2.06.04-82 величины N_2 при $b_1 = 0{,}8 \times 50 = 40$ м дает

$$N_2 = 9{,}18 \text{ кН}.$$

Поскольку $\frac{qS}{N_1 + N_2} = \frac{0{,}0918 \times 42}{4{,}05 + 9{,}18} = 0{,}29 < 0{,}3$,

величину δ определяем по упрощенной формуле (3.7):

$$\delta = \frac{1}{3 \times 0{,}0918} \times 0{,}29^3 = 0{,}266 \text{ м/кН}.$$

Формулы (3.5 – 3.9) дают

$$\bar{\delta} = 0{,}75 \times 1 \times 9{,}81 \times 1{,}08 \times 40 \times 0{,}266 = 84{,}5,$$

$$\bar{\omega}^2 = 0{,}9 \times \frac{2 \times 3{,}14}{96} \times 82 \times 84{,}5 \times th\,\frac{2 \times 3{,}14 \times 17{,}6}{96} =$$

$$= 338{,}4 > 1,$$

$$\delta_1 = 0{,}0255 \times 1{,}08 = 0{,}0275 \text{ м/кН},$$

$$\bar{\omega}_1^2 = \frac{0{,}0277 \times 1 \times 9{,}81 \times 0{,}0275 \times 40^4 \times 0{,}0661 \times 0{,}821}{0{,}32 \times 76^2} =$$

$$= 0{,}56 < 1.$$

К такому же неравенству приводит и повторение расчета согласно блок-схеме на рис. 3.1 для $b_1 = 0{,}9 \times 50 = 45$ м, поэтому принимаем

$$b_1 = b = 50 \text{ м}.$$

Повторный расчет, начиная с определения N_2, дает следующие результаты:

N_2 = II,47 кН, $\frac{qS}{N_1 + N_2} = \frac{0,09I8 \times 42}{4,05 + II,47} = 0,248 < 0,3$,

$\delta = \frac{I}{3 \times 0,09I8} \times 0,0248^3 = 0,0552$ м/кН,

$\bar{\delta} = 0,75 \times I \times 9,8I \times I,08 \times 50 \times 0,0552 = 2I,93$,

$\bar{\omega}^2 = 0,9 \times 0,066I \times 82 \times 2I,93 \times 0,82I = 87,8 > I$,

$\delta_1 = 0,0275$ м/кН,

$\bar{\omega}_1^2 = \frac{0,0277 \times I \times 9,8I \times 0,0275 \times 50^4 \times 0,066I \times 0,82I}{0,32 \times 76^2} = I,37 > I$,

Согласно п. 3.7 РД определяем по п. I.5 СНиП 2.06.04-82: $k_c = 0,77$, а по п. 4.4: $\varkappa = 0,95$.

Тогда при $b_1 = 50$ м

$N_0 = I705$ кН,

и по формулам (3.I0, 3.II) РД получаем

$$N_3 = \frac{I705}{(87,8-I)\ (I,37-I)} = 53,I \text{ кН},$$

I43 кН > I,5 $\sqrt{(4,05 + II,47 + 53,I)^2 + 0,09I8^2 \times 42^2} = I03,I$ кН.

Выполним расчеты этого раздела для самой мелководной якорной связи № I6 при $d = I6$ м, сохраняя величины $q = 0,09I8$ кН/м, $S = 42$ м, $b_1 = 50$ м:

$$N_1 = \frac{0,09I8}{2}\left(\frac{42^2}{I6 - 0,8} - I6 + 0,8\right) = 4,63 \text{ кН},$$

$$s_{1x} = \frac{2 \times 4,63}{0,09I8}\, Arsh \sqrt{\frac{0,09I8 \times (I6-0,8)}{2 \times 4,63}} = 38,2 \text{ м},$$

$$\frac{qS}{N_1 + N_2} = \frac{0,09I8 \times 42}{4,63 + II,47} = 0,239 < 0,3,$$

$$\delta = \frac{I}{3 \times 0,09I8} \times 0,239^3 = 0,0494 \text{ м/кН},$$

$$\bar{\delta} = 0,75 \times I \times 9,8I \times I,08 \times 50 \times 0,0494 = I9,63,$$

$$\bar{\omega}^2 = 0,9 \times \frac{2 \times 3,I4}{95} \times 82 \times I9,63 \times th\ \frac{2x3,I4xI6}{95} = 75,3 > I,$$

$$\bar{\omega}_1^2 = I,37 \times \frac{0,786}{0,82I} = I,3I > I,$$

$$N_3 = \frac{I705}{(75,3-I)\ (I,3I-I)} = 74,0 \text{ кН},$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

$$143 \text{ кН} > 1{,}5 \sqrt{(4{,}63 + 11{,}47 + 74)^2 + 0{,}0918^2 \times 42^2} = 135{,}3 \text{ кН}$$

При вычислении $\overline{\omega}_1^2$ учтено, что в формуле (3.9) изменилось лишь значение гиперболического тангенса.

Видно, что самая мелководная передняя цепь волнолома наиболее нагружена, но условие ее прочности выполняется, поэтому для всех передних якорных закреплений принимаем элементы плавучести грузоподъемностью 4 кН и цепи калибром 22 мм и длиной 42 м. В целях унификации для всех передних цепей следует принимать якорные массивы с массой, рассчитанной по формуле (3.12) РД при $N = 4{,}63 + 11{,}47 + 74 = 90{,}1$ кН:

$$M_б = \frac{1{,}5 \times 90{,}1}{0{,}3 \times 9{,}81 \left(1 - \frac{1}{2{,}2}\right)} = 84{,}1 \text{ т.}$$

Аналогичные расчеты для промежуточных глубин дают характеристики передних цепей, приведенные в табл. П.3.3.

Таблица П.3.3

№ передних цепей	d, м	N_1, кН	S', м	S'_{1x}, м
16,17	16,0	4,63	42	38,2
18,19	17,0	4,25	42	37,7
20–26	17,4	4,12	42	37,4
27	17,6	4,05	42	37,3

Для тыловых цепей согласно п. 3.10 РД принимаем $G = 2{,}7$ кН и задаемся цепью калибром 17,5 мм, для которой

$$m = 0{,}0068 \text{ т/м}, \quad N_{пр} = 91 \text{ кН}.$$

Из второй формулы (3.1) следует

$$q = 0{,}0068 \times 9{,}81 : 1{,}143 = 0{,}0584 \text{ кН/м}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Характеристики тыловых цепей волнолома необходимо подбирать из условия равенства их начальных натяжений величинам N_1 парных им передних цепей. Исходные данные и результаты расчетов длин S и горизонтальных проложений S_{1x} тыловых цепей по формулам (3.I3) и (3.3) даны в табл. П.3.4, где номера цепей соответствуют рис. П.3.2.

Таблица П.3.4

№ тыловых цепей	N_1, кН	a, м	S, м	S'_{1x}, м
2	4,05	I2,0	40,9	38,9
3–5	4,I2	I2,0	4I,3	39,I
6, 7	4,I2	I2,5	42,3	39,3
8	4,I2	I3,5	44,2	4I,7
9	4,I2	I4,I	45,3	42,7
I0, II	4,25	I4,I	46,0	43,3
I2, I3	4,63	I4,I	47,8	45,2

Расчет прочности достаточно выполнить для самой мелководной цепи № 2. Поскольку для нее $\gamma S : N_1 > 0{,}3$, величину δ определяем по полной формуле (3.4) РД

$$\delta = \frac{I}{0{,}0584}\left[Arsh\ \frac{0{,}0584 \times 40{,}9}{4{,}I8} - \frac{0{,}0584 \times 40{,}9}{\sqrt{0{,}0584^2 \times 40{,}9^2 + 4{,}I8^2}}\right] =$$

$$= 0{,}772\ м/кН.$$

Далее по формулам (3.5–3.II)

$$\delta = 0{,}75 \times I \times 9{,}8I \times I{,}08 \times 50 \times 0{,}772 = 306{,}7,$$

$$\bar{\omega}^2 = 0{,}9 \times \frac{2x3{,}I4}{95} x82 \times 306{,}7 \times 0{,}664 = 993{,}5\ I$$

$$\bar{\omega}_1^2 = I{,}37 \times \frac{0{,}664}{0{,}82I} = I{,}II > I,$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

$$N_3 = \frac{1705}{(993,5 - 1)\,(1,11 - 1)} = 15,6 \text{ кН},$$

$$91 \text{ кН} > 1,5\ \sqrt{(4,18 + 15,6)^2 + 0,0584^2 \times 40,9^2} = 29,9 \text{ кН}.$$

Условие прочности выполнено с трехкратным запасом.

Расчет угловых связей волнолома согласно п. 3.11 РД начинаем с наиболее глубоководной якорной цепи № 28 (см. рис. П.3.2), принимая ее длину S = 42 м и калибр 22 мм аналогичными смежной передней цепи № 27. Поскольку в данном случае глубины установки их якорных массивов также совпадают (d = 17,6 м), очевидным является также равенство начальных натяжений (N_1 = 4,05 кН) и горизонтальных проложений (S_{1x} = 37,3 м) рассматриваемых цепей. Полагая в качестве обязательного условие равенства начальных натяжений угловых якорных связей волнолома величине N_1 = 4,05 кН, по формулам (3.13) и (3.3) производим расчет характеристик якорных цепей 1, 14 и 15, исходные данные и результаты которого даны в табл. П.3.5.

Таблица П.3.5

Угловая цепь		N_1, кН	d, м	S, м	S_{1x}, м
№	калибр, мм				
28	22	4,05	17,6	42,0	37,3
15	22	4,05	15,1	38,3	34,6
14	17,5	4,05	14,0	44,8	42,1
1	17,5	4,05	12,0	41,0	38,8

По формуле (3.14), задавшись скоростью буксировки волногасителя v = 3 узла (1,5 м/с), получим

$$N_{пр} \geq 0,44 \times 1,08 \times 82 \times 1,5^2 = 82,7 \text{ кН},$$

так, что продольные соединительные цепи волнолома назначаем калибром 17,5 мм ($N_{пр}$ = 91 кН).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Величины расчетных усилий и моментов для внутренних связей волногасителя вычисляем по формулам (3.I5 – 3.I8) РД, определив предварительно A и C по формулам (3.I9, 3.20).

$A = 0,88 \times I,08 = 0,95$ м, $C = 0,5 \times 0,9 \times 0,306 = 0,I38$ м,

$P_1 = 0,75 \times 90,I : 76 = 0,89$ кН; $P_2 = 0,95 \times 0,89 : 0,32 = 2,64$ кН,

$$P_3 = \left\{ \frac{0,75 \times 90,I \times 50}{I,08 \times 76^2};\ \frac{0,95 \times 0,89}{0,I38} \right\} = \left\{ 0,54;\ 6,I3 \right\} = 6,I3 \text{ кН},$$

$$M_1 = 2,64 \times \frac{0,508 - 0,32}{2} = 0,248 \text{ кН м}.$$

Суммарная мощность двух основных буксиров определяется формулой (4.I) :

$$P = 0,59 \times I,08 \times 82 \times I,5^3 = I76,3 \text{ кВт}.$$

Этому условию отвечают, в частности, рейдовые буксиры типа РБТ-300.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения..... 4

2. Определение плановых размеров и расположения плавучих волноломов из покрышек..... 6

3. Расчет системы заякорения и крепежных устройств волногасителя..... 14

4. Особенности производства работ по изготовлению плавучих волноломов из покрышек..... 22

Приложение I (справочное) Перечень использованных нормативно-технических документов.... 25

Приложение 2 (справочное) Характеристики покрышек пневматических шин..... 27

Приложение 3 (рекомендуемое), Пример расчета.... 32

gost.e-ecolog.ru