ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО ТРАНСПОРТА „СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ"
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ФИЛИАЛ
ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ

ЭКЗ. № _____ АРХ. № _____

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕДЯНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

РД 31.31.52-89

198 9

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕДЯНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

РД 31.31.52-89

Ленинград
1989г.

РАЗРАБОТАН

Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта ("СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ")
Ленинградским филиалом "ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ"
Главный инженер В.И.Шабанов
Руководитель сектора стандартизации Б.Е.Керштейн
Руководитель разработки В.Г.Апельсин
Исполнители:
Игнатьев С.В., Ломалова И.Н., Синицына Е.Л.

УТВЕРЖДЕН

Письмом Главного управления проектирования и капитального строительства МЛФ
№ КС-3/II92 от 25 мая 1989г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕДЯНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

РД 31.31.52-89

Вводится впервые

Срок введения в действие установлен с 01.07.1989г. до 30.12.1993г.

Настоящий РД содержит требования по проектированию, строительству и эксплуатации ледяных причальных сооружений и предназначена для руководства при проектировании, строительстве и эксплуатации ледяных гидротехнических сооружений в условиях Арктики и Антарктиды.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Проектирование и строительство ледяных сооружений возможно только в районах, где сумма отрицательных температур в течение зимнего периода превышает 2000 град.сут. Лед в качестве строительного материала может быть использован для строительства как основных (причалы, пирсы, дамбы обвалования, внепортовые берегоукрепления и другие), так и второстепенных (ледозащитные и струенаправляющие сооружения, берегоукрепление портов и другие) гидротехнических сооружений.

I.2. При проектировании, строительстве и эксплуатации ледяных причальных сооружений следует соблюдать требования соответствующих глав СНиП и нормативных документов, перечень которых приведен в справочном Приложении I.

I.3. Ледяные причальные сооружения следует относить к Ш классу, второстепенные гидротехнические сооружения - к IУ классу.

I.4. При проектировании ледяных причальных сооружений следует предусматривать проведение опытных и научно-исследовательских работ и установку контрольно-измерительной аппаратуры как в процессе строительства, так и при эксплуатации.

I.5. Особенности проектирования и строительства ледяных сооружений по сравнению с другими видами сооружений обусловлены следующим:

возможностью строительства только при отрицательных температурах воздуха;

строительство осуществляется, как правило, на припайном льду акватории;

возможностью проведения инженерных мероприятий по дополнительной хладозарядке ледяных сооружений;

необходимостью исключения, по возможности, воздействия на ледяное сооружения теплых вод сброса и поверхностных вод.

I.6. При проведении инженерных изысканий для строительства ледяных причалов помимо требований СНиП I.02.07-87 необходимо проводить дополнительные изыскания с целью получения следующих данных:

изменения температурных и физико-механических свойств природного льда акватории во времени;

температурного режима и изменения солености воды и грунта основания по глубине и во времени, уровня грунта с постоянной температурой, месячных сумм солнечной радиации, теплофизических свойств природного льда, грунта основания и засыпки для прогноза изменения окружающей среды при строительстве и эксплуатации сооружений и для проведения теплотехнических расчетов.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕДЯНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ледяные причальные сооружения классифицируются:

по материалу

I. лед из пресной воды;

2. лед из морской воды;

3. лед с армированием;

по конструктивным признакам

I. гравитационные;

2. свайно-ледяные;

3. плавучие;

по способам создания

I. послойное намораживание;

2. метод дождевания (набрызг);

3. блочный метод;

4. объемное намораживание;

5. комбинированный метод.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Выбор конструкций ледяного причального сооружения следует производить на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом геологических, климатических и гидравлических условий, глубин акватории, месторасположения и назначения причала, его срока службы, технологии перегрузочных работ, требуемой надежности сооружения.

3.2. Гравитационные конструкции (рис.3.1, 3.2 а,б,в) рекомендуется использовать на глубинах до 12,0 м при необходимости использования их в летний период или в течение нескольких навигаций. Вдольбереговые причалы следует проектировать на приглубых берегах и пирсы – на отмелых берегах.

3.3. В зависимости от назначения, срока службы и величины ледовых нагрузок могут быть рекомендованы к проектированию следующие виды гравитационных конструкций:

с вертикальными стенками;

откосные;

с гидро- и термоизоляцией;

без гидро- и термоизоляции.

3.4. Ледяные причальные сооружения следует возводить, как правило, послойным намораживанием (рис.3.1, 3.2а), блочным (рис.3.2б) и комбинированным методами (рис.3.2в).

3.5. Гравитационные конструкции с вертикальными стенками рекомендуются при создании причального фронта для швартовки судов непосредственно к ледяному массиву.

Для использования сооружения одну-две навигации их гидро- и теплозащита, как правило, не предусматривается (рис.3.1 г,е). Для многолетнего использования ледяных сооружений необходима гидро- и теплоизоляция (рис.3.1а,б,в,д, 3.2а).

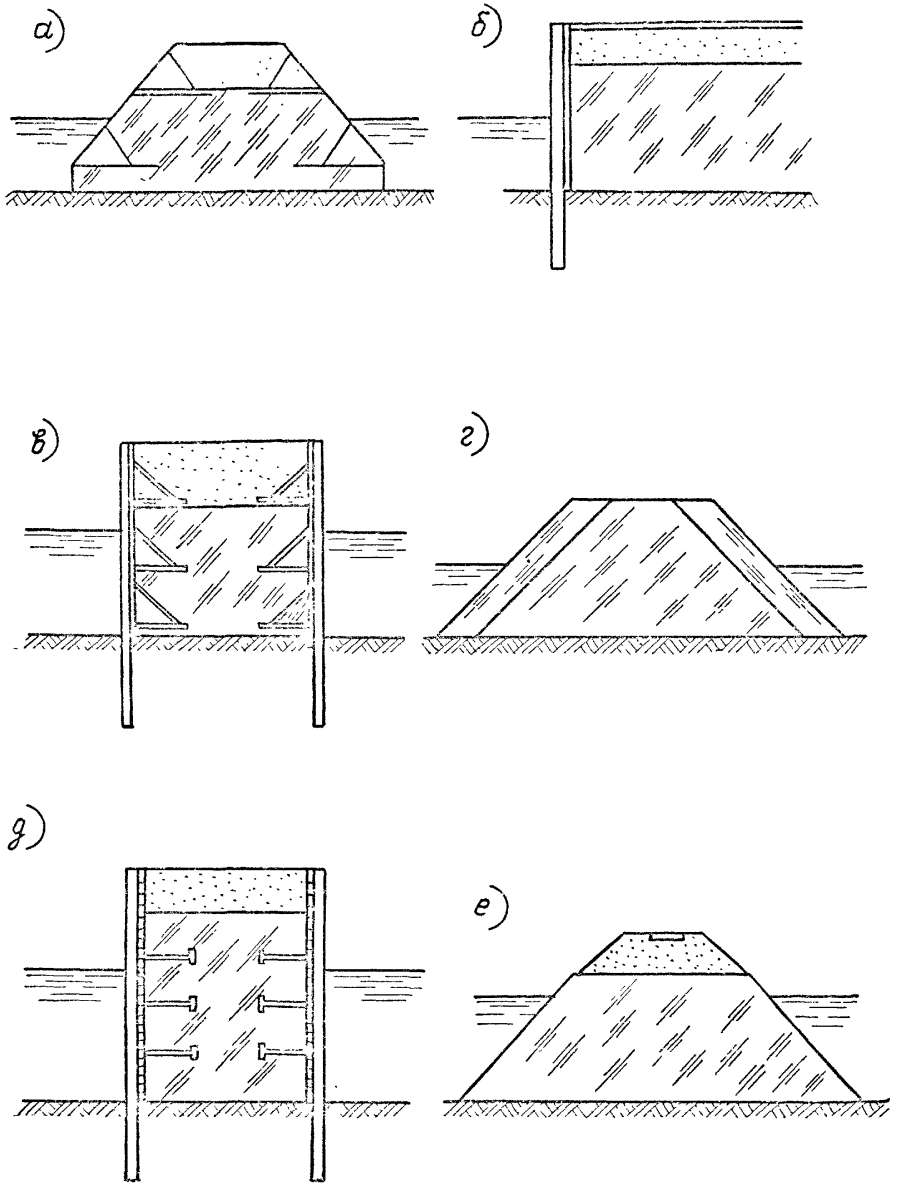

Рис. 3.1

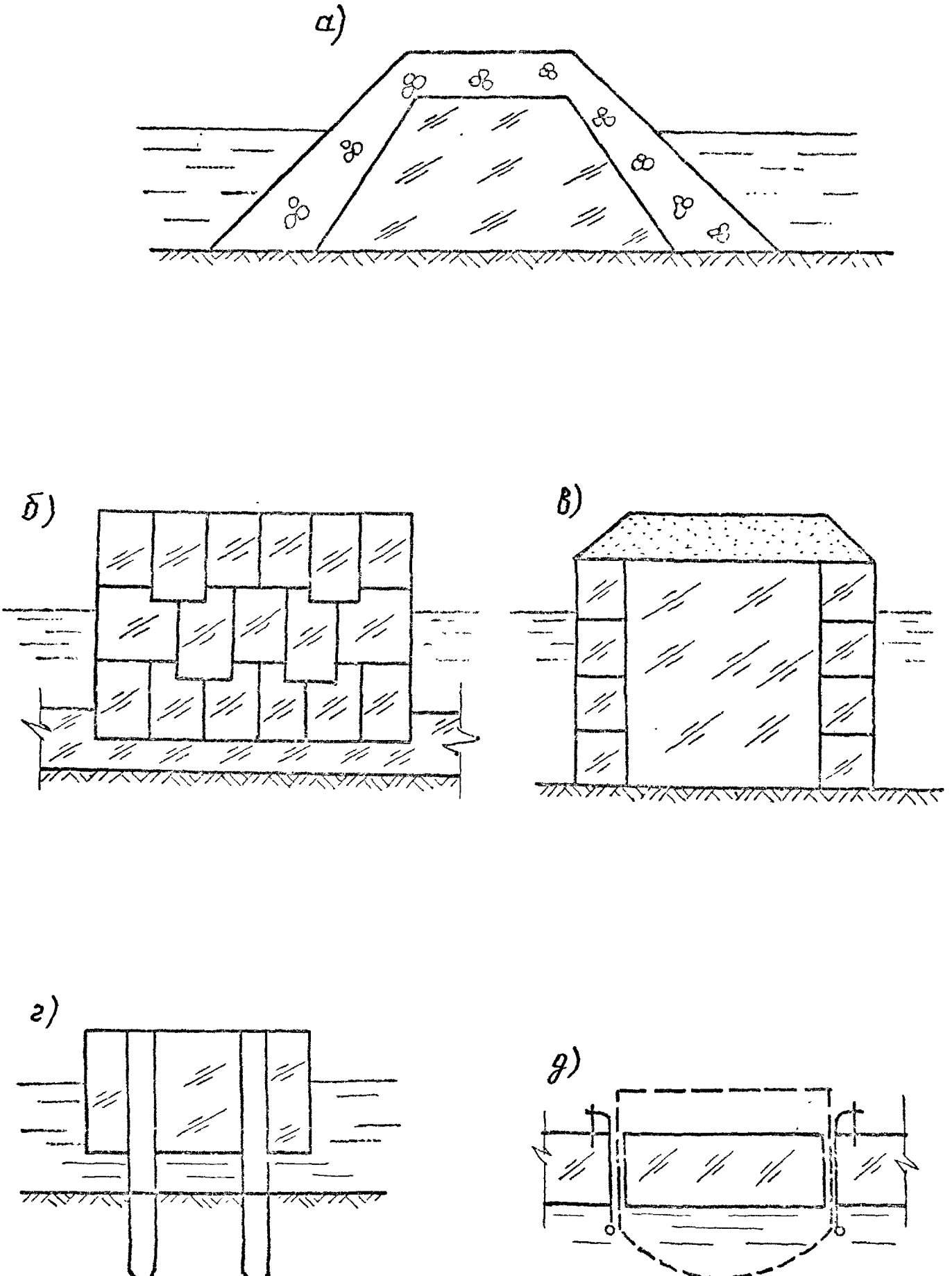

Рис. 3.2

3.6. Гравитационные сооружения откосного типа следует использовать в качестве волнозащитных, подходных и наносоудерживающих дамб (рис.3.I г,е, 3.2а).

При эксплуатации сооружений одну-две навигации гидро- и теплоизоляцию их допускается не предусматривать. В этом случае возможно увеличение сечения конструкции с учетом таяния ее в летний период (рис.3.Iг). В других случаях следует предусматривать гидро- и теплоизоляцию откосных гравитационных сооружений (рис.3.Iа, рис.3.2а).

3.7. Свайно-ледяные конструкции (рис.3.2 г) рекомендуется применять в защищенных акваториях на грунтах, позволяющих погружение свай. Кроме того свайные основания рекомендуются для ледяных сооружений, посадка которых на дно по тем или иным причинам затруднена или невозможна.

3.8. Плавучие ледяные сооружения (рис.3.2д) используются только для зимней навигации в районах, где отсутствуют причальные сооружения и, как правило, на отмелых берегах.

В случае недостаточной толщины припайного льда или необходимости продления зимней навигации рекомендуется проведение укрепления припая – искусственное намораживание льда с целью увеличения толщины припая.

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, КОНСТРУИРОВАНИЮ И КОМПОНОВКЕ

4.1. Конструкции ледяных причальных сооружений должны быть ремонтопригодными и надежно выполнять свои функции при воздействии внешних нагрузок и положительных температур воздуха и воды, обеспечивая швартовку и обработку судов в зимний, а, при необходимости, и в летний периоды.

4.2. При проектировании ледяных причальных сооружений следует учитывать требования по экономному расходованию горючего и строительных материалов, а также стремиться к максимальному сокращению трудовых затрат и сроков строительства.

4.3. Конструкции, возведение которых предусматривается поэтапно, должны обеспечивать устойчивость и прочность сооружения в целом и отдельных его частей на каждом этапе строительства.

4.4. При проектировании следует рассматривать варианты создания ледяных причалов различными методами, включающими послойное намораживание, дождевание (набрызг), блочный метод и их комбинации.

4.5. Ледяные причальные сооружения следует, как правило, рассчитывать на эксплуатационные нагрузки 40 кПа. При выгрузке отдельных тяжеловесов следует выполнить поверочные расчеты, при этом допускается уменьшение коэффициента надежности сооружения.

4.6. На ледяном причальном сооружении, как правило, не допускается складирование грузов на срок более 8 часов.

4.7. Для стационарного перегрузочного оборудования и механизмов, располагаемых на ледяном причале следует предусматривать свайное основание, выполняемое погружением свай в грунт через ледяной массив.

4.8. При проектировании ледяных причальных сооружений, эксплуатируемых более двух навигаций, следует предусматривать, как правило, тепло- и гидроизоляцию, а при соответствующем технико-экономическом обосновании - использование термосвай или системы искусственного охлаждения.

4.9. Для сооружений эксплуатируемых одну-две навигации допускается вместо гидро- и теплоизоляции предусматривать большее сечение конструкции, чем это требуется по расчету или технологическим требованиям, учитывая таяние незащищенной ледяной конструкции в летний период. При эксплуатации таких сооружений в течение нескольких навигаций следует предусматривать возможность ежегодного доморажывания в зимний период стаявшего летом льда конструкции.

4.10. Для повышения надежности ледяных причальных сооружений рекомендуется предусматривать армирование всего массива льда или на ширине не менее 1,5 м от боковых поверхностей массива.

4.11. При необходимости следует предусматривать анкеровку ледяного массива стальными канатами за береговые опоры. При этом рекомендуется анкера располагать в несколько рядов по ширине и высоте сооружения отдельными секциями с перекрытием друг друга по длине. На концах секций анкеров необходимо закреплять поперечные элементы, например, бревна.

4.12. Для исключения повреждения конструкций ледяного причала при швартовке судна следует предусматривать защиту лицевой стенки, например, отдельными деревянными сваями, сваями с навеской на них деревянных щитов, ряжевыми конструкциями.

4.13. Подходные, струенаправляющие, наносоудерживающие и другие дамбы рекомендуется выполнять откосного профиля.

4.14. В качестве швартовных устройств рекомендуются деревянные сваи, вмороженные в ледяной массив или забитые в грунт

через ледяной массив, вмороженные в ледяной массив деревянные или стальные рамы, за которые закреплены швартовные гаки.

4.15. Закладные детали ледяных сооружений следует предусматривать из дерева. Применение стальных элементов и конструкций в ледяном массиве без специальных мероприятий по предотвращению таяния льда в летний период (покраска белой краской, термозащита и др.) не рекомендуется.

4.16. Следует предусматривать перехват и отвод от ледяного сооружения береговых поверхностных вод, например, созданием водоотводящих канав.

4.17. При проектировании плавучих ледяных причалов следует предусматривать армирование и устройство деревянных настилов через приливную трещину. Деревянные настилы необходимо проектировать с одним закрепленным концом в припай и вторым свободным.

4.18. При искусственном укреплении припая путем намораживания льда следует предусматривать возвышение дорог и грузовых площадок над уровнем ледяного припая, обеспечивающее возможность их эксплуатации в весенний период при таянии снега и появлении талых вод на льду припая.

4.19. Для ускорения укрепления припая необходимо при проектировании предусматривать постоянную очистку припая от снега на ширину, превышающую ширину дороги или грузовой площадки на 5-10м.

4.20. При проектировании укрепления припая необходимо предусматривать установку специальных настилов для выгрузки тяжеловесных грузов.

4.21. Компоновку ледяных причальных сооружений следует выполнять с учетом обеспечения удобства и безопасности маневрирования, швартовки и стоянки судов, минимального воздействия льда, течений, волнения и ветра на судно и сооружение, выполнения требований охраны окружающей среды.

4.22. Ледяные причалы следует располагать, как правило, вне зоны торошения льда, в бухтах и лагунах, защищенных от течений и волнений.

4.23. Плановое расположение гравитационных ледяных причалов следует выбирать в зависимости от местных естественных условий, отдавая предпочтение районам, сложенным плотными или мерзлыми грунтами основания, избегая или предусматривая соответствующие инженерные мероприятия на участках с неустойчивыми берегами и склонами, интенсивным стоком поверхностных вод, с учетом течений и перемещений наносов.

4.24. Плановое расположение дорог и грузовых площадок плавучих причальных сооружений следует выбирать в зоне устойчивого припая в зависимости от глубин, толщины припайного льда, расположения приливных трещин в припайном льду.

4.25. Трассировку дорог к плавучим причалам следует производить из расчета минимального объема работ, обхода участка возможного размыва и тонкого льда, с учетом крутизны берегового откоса для обеспечения движения колесного и гусеничного транспорта.

4.26. Для плавучих причальных сооружений следует предусматривать проезды, как правило, с односторонним движением грузового транспорта и намечать трассы запасных дорог. Расстояние между осями дорог должно быть не менее 100 м.

4.27. Причальную линию грузовых площадок следует, как правило, располагать параллельно основному направлению ветра в зимний период или перпендикулярно фронту возможной подвижки льда.

5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА

5.I. Нагрузки и основные расчетные положения

5.I.I. Причальные сооружения следует проектировать по методу предельных состояний в соответствии с требованиями СТ СЭВ 384-78, СНиП 2.06.0I-86 и СНиП 2.02.02-85.

5.I.2. Номенклатура нагрузок и их сочетание, величины нагрузок и характеристики грунтов основания, а также коэффициенты для определения расчетных величин усилий следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.06.0I-86, СНиП 2.06.04-82, СНиП 2.02.02-85.

5.I.3. Нагрузки от льда следует принимать в составе основного сочетания нагрузок и определять согласно требованиям СНиП 2.06.04-82 с учетом требований РД 3I.3I.25-85 в части определения прочностных характеристик арктического льда. При этом нагрузки от льда по возможности должны уточняться по натурным измерениям.

5.I.4. Статические нагрузки от температурного расширения морского льда и влияние работы ледокола в непосредственной близости от сооружения допускается не учитывать при проектировании морских причальных сооружений.

5.I.5. При определении ледовой нагрузки расчетную толщину льда следует принимать наибольшую из наблюдаемого ряда натурных измерений в период дрейфа льда при естественном вскрытии акватории или при возможных ветровых нагонах льдин в акваторию порта.

5.I.6. При отсутствии данных по размерам льдин и их скорости движения допускается определять нагрузки только из условия разрушения льда расчетной толщины и прочности.

5.I.7. При проектировании ледяных сооружений расчетный уровень воды необходимо принимать 2% обеспеченности. При проверке на особое сочетание нагрузок уровень воды принимается I% обеспеченности.

5.I.8. Расчет общей устойчивости сооружений следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 2.02.02-85.

5.2. Расчет гравитационных сооружений

5.2.I. Расчет ледяного гравитационного сооружения на всплытие следует проводить по формуле

$$\gamma_{lc} P_в \le G \frac{\gamma_c}{\gamma_н}, \qquad (5.I)$$

где γ_{lc} - коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый по СНиП 2.06.0I-86;

$P_в$ - расчетная подъемная сила всплытия ледяного массива, $Н$;

G - масса сооружения, $Н$;

γ_c - коэффициент условия работы, принимаемый равным I,I5;

$\gamma_н$ - коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый по СНиП 2.06.0I-86.

5.2.2. Расчетную подъемную силу всплытия ледяного массива, следует определять по формуле

$$P_в = V(\rho_в g - \rho_л g), \qquad (5.2)$$

где V - объем ледяного массива, находящегося в воде, $м^3$;

$\rho_в, \rho_л$ - соответственно плотность воды и льда, $кг/м^3$;

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

5.2.3. Расчет сооружений на плоский сдвиг производится в соответствии с требованиями СНиП 2.02.02-85, при этом коэффициент трения льда по грунту допускается принимать равным 0,I5 и должен уточняться по натурным исследованиям.

5.2.4. Контактные напряжения по границе сооружение - основание не должны превышать расчетного давления на грунт основания и предел прочности льда на одноосное сжатие. Не допускается воз-

никновения растягивающих контактных напряжений.

5.2.5. Контактные напряжения следует определять по формуле

$$\sigma = \frac{G_c}{B} \pm \frac{6M}{B^2}, \qquad (5.3)$$

где G_c – масса сооружения, H, приведенная к I м его длины;

B – ширина основания сооружения, м;

M – сумма моментов всех сил, $H \cdot M$, действующих на I м длины сооружения, относительно продольной оси основания.

5.2.6. Необходимо проводить проверку сооружения на срез по горизонтальной плоскости на уровне воздействия ледовой нагрузки по формуле

$$\gamma_{lc} F \le R \frac{\sigma_c}{\sigma_H}, \qquad (5.4)$$

где F – расчетная ледовая нагрузка на I м длины сооружения, H;

R – расчетная несущая способность на срез сечения I м длины сооружения на уровне воздействия ледовой нагрузки, H.

5.2.7. Расчетную несущую способность на срез следует определять по формуле

$$R = R_{\varphi} \cdot B, \qquad (5.5)$$

где $R_{ср}$ – расчетное сопротивление искусственного льда на срез, Па ;

b – ширина сечения сооружения на уровне воздействия ледовой нагрузки, м.

При отсутствии исходных данных допускается расчетное сопротивление срезу искусственного льда принимать равным

$$R_{ср} = 0{,}4 R_c ,$$

где R_c – расчетное сопротивление льда сжатию, Па (Приложение 2, справочное).

5.3. Расчет плавучих сооружений

5.3.I. Расчет грузоподъемности ледяного покрова следует производить на основании теории центрального изгиба упругой ледяной пластины на упругом основании.

5.3.2. Максимально допустимую массу груза, устанавливаемую на припай (грузоподъемность) m_{max}, допускается определять упрощенным методом по эмпирической формуле

$$m_{max} = \frac{B}{\Psi} \cdot h^2 \cdot k_s \cdot K , \qquad (5.6)$$

где B – коэффициент распределения, учитывающий вид нагрузки, принимается равным

I00 – для колесной техники;

I25 – для гусеничной техники массой до I8 т;

II5 – для гусеничной техники массой более I8 т;

Ψ – коэффициент, учитывающий состояние ледяного покрова (табл.5.I);

h – наименьшая фактическая толщина льда без снежного покрова, м;

k_s – коэффициент, учитывающий соленость льда, принимаемый равным

для пресноводных льдов – $K_S = I,0$;

для льдов из морской воды – $K_S = 0,7$;

К – температурный коэффициент

$$K = \frac{I00 - T}{I00},$$

где Т – среднесуточная отрицательная температура воздуха за последние шесть суток, °С;

при положительных температурах

$$K = I - 0,05 \cdot h_1,$$

где h_1 – число суток с момента появления на льду воды.

Таблица 5.I

Значения коэффициента ψ

Тип ледовой трассы	Ледяной покров			
	необнаруженный, постоянной толщины	неравномерной толщины	с сухими трещинами	со сквозными трещинами
Единовременная или периодически действующие автотранспортные дороги с пропуском грузов на пределе прочности	I,00	I,20	I,25	I,6
Автотранспортные трассы без верхнего строения, действующие периодически	I,20	I.50	I,75	2,0
То же, действующие постоянно	I,50	I,50	I,75	–
Автотранспортные трассы с верхним строением, действующие постоянно	I,30	I,30	I,50	–
Железнодорожные трассы	2,00	2,00	2,00	–

5.3.3. Допустимое время стоянки груза на ледяном покрове следует определять по эмпирической формуле

$$t = 20\left[\frac{(m_{max}-m)^2}{m_{max}-m}(n+1)\right]^3, \qquad (5.7)$$

где m_{max} – максимальная допустимая масса груза, т;

m – масса расчетного груза, т;

t – допускаемое время стоянки, ч;

n – коэффициент, учитывающий условия стоянки груза на ледяном припае (табл.5.2)

Таблица 5.2

Значение коэффициента n

Условия стоянки груза на ледяном припае	n
I. Стоянка грузов на расчищенном или частично расчищенном ледяном припае при отрицательных среднесуточных температурах воздуха за последние шесть суток выше минус 5°С	0,0
2. Стоянка грузов на расчищенном от снега ледяном припае при среднесуточной температуре воздуха за последние шесть суток ниже минус 5°С или частично расчищенном от снега ледяном припае при среднесуточной температуре воздуха за последние шесть суток ниже минус 10°С	I,0
3. Стоянка грузов на расчищенном от снега ледяном припае при среднесуточной температуре воздуха за последние шесть суток ниже минус 10°С или на частично расчищенном от снега припае при среднесуточных температурах воздуха за последние шесть суток ниже минус 15°С	2,0

5.3.4. Несущая способность ледяного покрова у края сквозной трещины или майны составляет 43% от несущей способности целыного ледяного покрова.

При нагрузке, приложенной одновременно к обоим краям сквозной трещины, несущая способность льда составляет 85% нагрузки, приложенной к ненарушенному ледяному покрову.

5.3.5. Для повышения безопасности ведения работ на ледяном припае рекомендуется устраивать настилы, обеспечивающие распределение нагрузки на лед.

Площадь и параметр настила, при которых допустимая масса груза, распределенного по площади, в n_m раз больше массы сосредоточенного груза, вычисляются по эмпирической формуле

$$n_m = 1 + \frac{k_1}{2\sqrt{\pi}} z + \frac{k_1^2}{2\pi} \vartheta, \qquad (5.8)$$

где z – периметр настила, м;

ϑ – площадь настила, м^2;

k_1 – коэффициент, зависящий от толщины и свойств льда, определяемый из эмпирической формулы

$$k_1 = \sqrt{\frac{2\sqrt{\pi} f_0}{m_0}},$$

где m_0 – масса сосредоточенного в одной точке груза, т;

f_0 – максимальная величина стрелы прогиба в точке приложения груза, м, принимается по справочной литературе или натурным исследованием.

5.3.6. Допустимая скорость движения транспорта по ледяным дорогам не должна превышать скорости распространения подледной волны и не должна быть выше некоторой критической скорости $v_к$, определяемой в зависимости от глубины водоема H и толщины ледяного покрова h (рис.5.I).

5.3.7. Перед началом эксплуатации ледяной дороги следует построить график изменения грузоподъемности вдольтрассы. Для каждой выделенной глубины водоема H и толщины льда h по графику (см.рис.5.1) следует определить критические скорости движения $v_{кр}$

Зависимость критической скорости от глубины водоема при различных толщинах льда

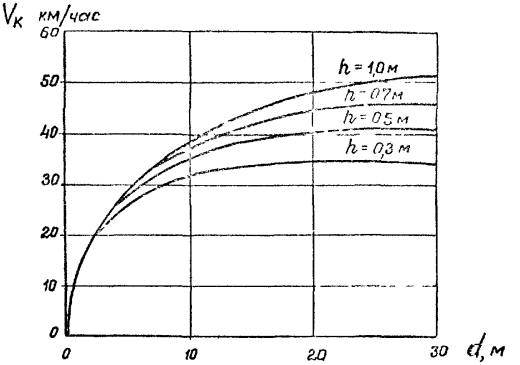

Рис 5.1

Зависимость $\frac{q_v}{q_o}$ от относительной скорости движения груза

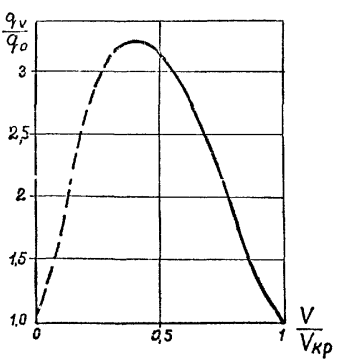

Рис 5.2

При максимальном значении отношения допустимой величины движущейся нагрузки q_v к допустимой величине неподвижной нагрузки q_o наивыгоднейшая скорость движения v не должна превышать 0,4 $v_{кр}$ (рис.5.2).

5.3.8. Интервал между движущимися единичными грузами, м, следует назначать исходя из величины радиуса относительной жесткости r_s ледяного покрова

$$r_s = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)\rho_л g}}, \qquad (5.9)$$

где E – модуль упругости, льда, Па, определяемый по таблице 5.3;

h – толщина ледяного покрова, м;

ν – коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,3;

$\rho_л$ – плотность льда, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Таблица 5.3

Значения модуля упругости льда E

Температура льда, °С	Модуль упругости $E \cdot 10^9$, Па при солености льда S ‰				
	2	5	I0	I5	20
-2	7,6	5,8	2,2	-	-
-5	8,5	7,4	6,0	4,7	3,I
-I0	8,8	8,0	7,2	6,I	8,3
-I5	8,9	8,4	7,5	6,7	5,9
-20	9,0	8,4	7,9	7,0	6,5

5.3.9. Радиус чаши прогиба ледяного покрова следует принимать равным $2r_s$.

5.3.10. Интервал между одиночными движущимися грузами следует принимать не менее 4 t_s .

5.3.11. При расчете грузоподъемности усиленного ледяного припая следует учитывать половину толщины льда, намороженного методом дождевания и полную толщину льда, намороженного послойно.

5.3.12. Ширину полосы намораживания для дороги с односторонним движением следует принимать равной диаметру чаши прогиба.

5.3.13. Для наглядности расчета ледяных плавучих сооружений в справочном Приложении 3 приведен пример расчета.

5.4. Расчет свайно-ледяных сооружений

5.4.1. Несущую способность свай следует определять в соответствии с требованиями СНиП 2.02.03-85.

5.4.2. Расчет прочности ледяного ростверка следует производить в соответствии с требованиями расчета железобетонного ростверка с учетом физико-механических характеристик льда.

5.4.3. Прочность стыка свай с ледяным ростверком следует определять по формуле

$$\gamma_{lc} Q \le F R_{cm} \frac{\sigma_e}{\sigma_n}, \qquad (5.10)$$

где Q – расчетная нагрузка, передаваемая ледяным ростверком на сваю, Н;

F – площадь контакта сваи с ледяным ростверком, $м^2$;

R_{cm} – расчетная адгезия льда к материалу сваи, Па.

5.5. Расчет температурного режима сооружений

5.5.1. Расчет температурного режима сооружений необходимо проводить с учетом следующих факторов:

теплового влияния окружающей среды (воздуха, солнечной радиации, водной акватории, грунтов основания);

условий теплообмена на боковых и верхней поверхностях ледяного массива;

распределения температуры в массиве искусственного льда и засыпки к концу строительства;

теплофизических характеристик искусственного льда, засыпки из термозащитных материалов.

5.5.2. Расчет температурного режима сооружения рекомендуется выполнять по программе PG007 (двухмерная задача) или по программе расчета одномерного распределения температур и глубины промерзания (Регистрационные номера Госфонда соответственно П005248 и П007415) с учетом технологии строительства.

5.5.3. Величины расчетных характеристик, необходимые для теплотехнических расчетов, следует принимать по СНиП 2.01.01-82, данным натурных наблюдений, а при их отсутствии допускается принимать по другим нормативным и справочным материалам.

6. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

6.1. Общие положения

6.1.1. Строительство ледяных причальных сооружений включает подготовительные работы и следующие последовательные технологические операции:

опалубочные работы;

отделение площадки строительства от ледяного припая;

создание ледяного массива;

армирование ледяного массива;

гидро- и теплоизоляция;

оборудование и пригрузка ледяного массива.

6.1.2. При составлении графика производства работ необходимо учитывать следующие факторы:

строительные работы следует начинать после выполнения всего комплекса подготовительных работ, получения разрешения выхода техники на лед и при толщинах припайного льда, обеспечивающих нахождения на нем технических средств, в соответствии с требованиями СНиП 3.07.02-85;

создание ледяного массива следует начинать при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже минус 15°С и завершать до наступления среднесуточных температур воздуха выше минус 10°С;

при послойном намораживании рекомендуется предусматривать подачу воды в нескольких точках по длине и ширине карты намораживания или предусматривать перекладку шланга подачи воды при намораживании;

выбор места установки насосов рекомендуется проводить с учетом возможности поочередной заливки двух-трех карт намораживания;

при послойном намораживании и методе дождевания необходимо предусматривать технологические перерывы между порциями подачи воды для замораживания и хладосорядки намораживаемого льда;

пригрузку и теплоизоляцию ледяного массива инертными материалами необходимо проводить по мере создания ледяного массива и посадки его на дно или после окончания его создания.

Необходимое количество машин и механизмов определяется в зависимости от их производительности, от объемов и сроков работ в соответствии с действующими нормативными документами.

6.2. Подготовительные работы

6.2.I. Подготовительные работы включают:

разбивку и закрепление осей сооружения на припае;

постоянную очистку снега со строительной площадки на припае;

проведение линий электроснабжения и устройство освещения строительной площадки;

разбивку транспортных и пешеходных дорог на берегу и припае;

подготовку места для складирования и заготовку строительных материалов;

изготовление сборных элементов и конструкций сооружения;

подготовку и опробывание машин, оборудования и механизмов для эксплуатации при низких температурах;

оборудование спасательного поста.

6.3. Опалубочные работы

6.3.I. Намораживание ледяных причальных сооружений следует осуществлять в опалубке, устраиваемой по периметру намораживаемого ледяного массива и между картами намораживания.

6.3.2. При намораживании ледяного массива высотой до I,0 м в качестве опалубки рекомендуется использовать валики из пропитанного водой и замороженного снега, доски, рулонные материалы.

6.3.3. При намораживании ледяного массива высотой более I,0 м рекомендуется предусматривать щитовую опалубку из досок или опалубку в виде деревянной обрешетки по стойкам или сваям с покрытием ее рулонным материалом. Деревянные стойки и щитовая опалубка из досок закрепляются на припайном льду путем вымораживания. Опалубку, как правило, наращивают по мере намораживания ледяного массива.

6.3.4. При значительной высоте сооружения рекомендуется устанавливать щитовую опалубку в несколько ярусов по высоте, вмораживая ее в ледяной массив по мере его наращивания. При этом швы между щитами необходимо заделать деревянными пазельниками.

6.3.5. Опалубка между картами намораживания выполняется, как правило, временная и убирается при намораживании следующей карты.

6.3.6. При создании температурно-осадочного шва устанавливают вплотную две параллельные опалубки, которые являются границами карт намораживания.

6.4. Отделение площадки строительства от ледяного припая

6.4.I. Для предотвращения прогиба ледяного припая необходимо производить отделение площадки строящегося сооружения или ее части от припая прорезью, выполняемой, как правило, баровой машиной.

6.4.2. Прорезь между строящимися сооружением и припаем рекомендуется поддерживать в незамерзающем состоянии с помощью заполнения ее водовоздушной пеной, пенопластом или опусканием в нее материала с малой адгезией ко льду, например, один-два слоя

полиэтиленовой пленки с закреплением одного из его концов на поверхности припая.

6.4.3. В случае невозможности поддержания прорези в незамерзающем состоянии длительное время необходимы повторные выполнения прорези при прогибе припая у грани сооружения более, чем на 20 см от первоначального горизонтального уровня.

6.5. Создание ледяного массива

6.5.I. Общие положения

6.5.I.I В настоящее время существует пять основных способов сооружения ледяных причальных сооружений:

послойное намораживание;

методы дождевания (набрызг);

блочный метод;

объемное намораживание;

комбинированный метод.

6.5.I.2. Выбор способа создания ледяных причальных сооружений зависит от климатических характеристик района строительства, сроков строительства, наличия технических средств и технико-экономических показателей.

6.5.I.3. Способ послойного намораживания следует применять для строительства как основных, так и второстепенных сооружений, когда требуется получить искусственный лед повышенной плотности (около 0,9 кг/см^3) и прочности на сжатие (см.Приложение 2),для возведения сооружений требуемой высоты при интенсивности намораживания до I0 см в сутки за период со среднесуточными температурами ниже минус I5^{o}C. Этот способ не требует специальной техники, кроме насосов.

6.5.I.4. Способ дождевания (набрызг) необходимо применять для строительства всех видов сооружений при ограниченной продолжительности строительства или при создании ледяных массивов большой высоты и объемов (интенсивность намораживания до 25 см в сутки). Искусственный лед, полученный этим способом, имеет меньшую плотность (0,4-0,7 кг/см^3) и прочность, чем полученный методом послойного намораживания (см.Приложение 2). Исходя из этого требуется, как правило, пригрузка ледяного массива инертными материалами. Способ требует использования гидромониторов или дождевальной техники, например, установки типа "Град".

6.5.I.5. Блочный способ строительства следует применять для строительства всех видов сооружений когда требуются повышенные физико-механические характеристики ледяного массива, в районах, где по гидрометеорологическим условиям невозможно применение способов послойного намораживания или дождевания, при наличии устойчивого ледяного припая достаточной толщины для выхода на него тяжелой техники для заготовки и транспортировки ледяных блоков. Способ требует применения специальной ледорезной техники, транспорта и подъемного оборудования для заготовки, доставки или укладки ледяных блоков, полученных, как правило, из льда припая.

6.5.I.6. Способ объемного намораживания следует применять для строительства основных сооружений в районах с достаточно высокими среднегодовыми температурами, где требуется искусственная хладозарядка при намораживании и сохранении ледяного массива. Способ требует достаточно высокого расхода стальных труб и электроэнергии, а также использование компрессора или холодильной установки.

6.5.I.7. Комбинированный способ создания ледяных массивов рекомендуется применять для всех видов сооружений при необходимости резко увеличить интенсивность строительства, при особых технологических или строительных требованиях к сооружению, и при наличии необходимой специальной техники.

6.5.I.8. При создании ледяного массива на припайном льду не следует допускать разницы прогиба припая по оси гравитационного сооружения и его края более чем на I5 см.

6.5.I.9. При строительстве протяженных ледяных причалов рекомендуется разбивать их на карты намораживания, размеры которых не должны превышать I00-I50 м. Размер карты намораживания зависит от ширины сооружения, производительности механизмов, учитывая профиль дна и, как правило, стык карт намораживания следует располагать в местах перегиба профиля дна.

6.5.I.I0. Для посадки ледяного массива на дно водоема в соответствии с его профилем намораживание на участках с большими глубинами должно опережать намораживание на мелководных участках. Однако высота ледяного массива на карте намораживания не должна превышать уровень льда на соседней карте намораживания более, чем на 0,5-I,0 м.

6.5.I.II. При намораживании ледяного массива рекомендуется обогревать все трубопроводы, например, электронагревательной лентой ЭНГЛ-180, насосы располагать в отапливаемых балках и при их отключении сливать воду из трубопроводов и убирать их в теплое помещение.

6.5.2. Послойное намораживание

6.5.2.I. Послойное намораживание ледяного массива следует проводить периодическими наливами воды слоями толщиной от 0,5 до I0 см на карту намораживания с последующим полным замораживa-

слоя до образования льда серо-белого цвета без прослоек жидкой фазы по всей толщине слоя, т.е. до температуры не выше минус 5°С.

6.5.2.2. При температуре воздуха ниже минус 20°С способ обеспечивает интенсивность приращения высоты ледяного массива до 10 см/сут. При температуре воздуха выше минус 10°С послойное намораживание мало эффективно.

6.5.2.3. Скорость послойного намораживания ледяного массива увеличивается при смораживании водой дробленого льда, укладываемого толщиной до 10 см на карту намораживания.

6.5.2.4. Для уменьшения солености намораживаемого льда и соответственно улучшения его физико-механических характеристик рекомендуется применение тонкослойного намораживания на плоскости с наклоном 5–7° к горизонту. Средняя толщина слоя намораживания при этом составляет 1,5 мм. Наклонная плоскость создается искусственно – намораживанием, укладкой ледяных блоков и т.п.

6.5.2.5. Тонкослойное намораживание следует проводить с повышенной части равномерно распределенными по ширине попусками воды. Объем попуска следует принимать равным 0,002 м³ на квадратный метр наклонной плоскости.

6.5.2.6. Интервалы между попусками воды следует устанавливать в зависимости от температуры наружного воздуха (рис.6.1). При этом учтено, что оптимальная температура поверхности ледяного массива перед попуском воды должна быть равна минус 8°С. Средняя интенсивность намораживания ледяного массива при температуре воздуха ниже минус 15°С – 12–15 см в сутки.

6.5.2.7. В процессе намораживания необходимо устраивать перерывы для обеспечения хладозарядки ледяного массива, например,

Зависимость величины интервала между пусками воды от температуры

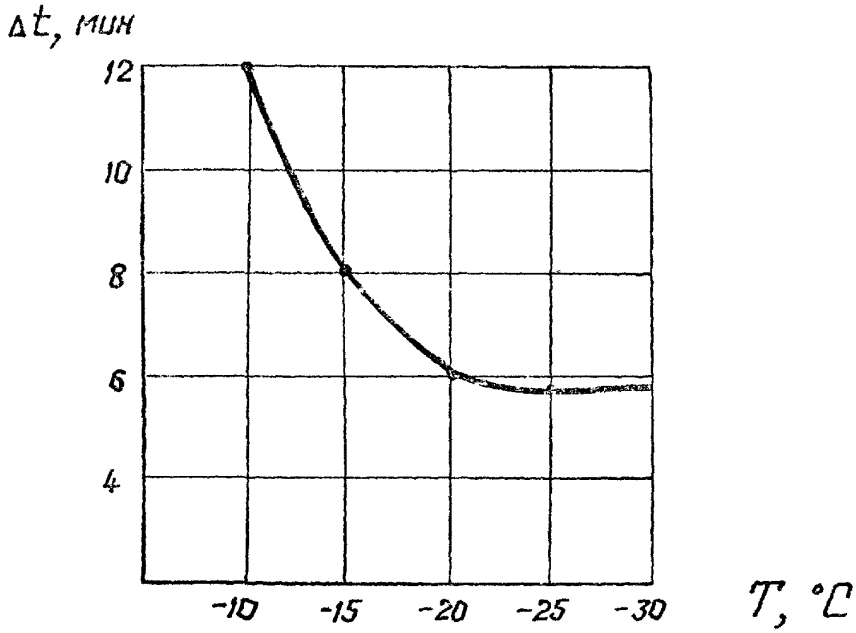

Рис. 6.1

через каждые четыре часа намораживания устраивать перерыв на один час.

6.5.2.8. При использовании тонкослойного намораживания необходимо обеспечить равномерную подачу воды по длине наклонной плоскости, например, используя специально выполненный лоток, продольная ось которого закреплена с эксцентриситетом относительно центра тяжести поперечного сечения лотка таким образом, чтобы опрокидывание лотка происходило самопроизвольно при заполнении его требуемым количеством воды.

6.5.3. Метод дождевания (набрызга)

6.5.3.1. Метод дождевания (набрызга) заключается в периодическом набрызге воды в виде капель специальной установкой с последующим их полным промерзанием до образования льда без прослоек жидкой фазы до температуры не выше минус 5°С.

6.5.3.2. Скорость намораживания и плотность искусственного льда зависят, кроме климатических условий, от размера капель и траектории движения капель воды. При траектории движения капель воды, обеспечивающей почти полное их замерзание, достигается наиболее интенсивное намораживание гранулированного льда с минимальной плотностью.

6.5.3.3. Для строительства ледяных причальных сооружений рекомендуется выбор режима намораживания обеспечивающего частичное (30-40%) замерзание капель до контакта их с намораживаемой поверхностью. В этом случае метод обеспечивает приращение искусственного льда до 20 см/сут. при температуре воздуха ниже минус 20°С.

6.5.4. Блочный метод

6.5.4.1. Строительство ледяных причальных сооружений блочным методом заключается в заготовке, доставке и укладке блоков

льда и в их смораживании водой.

6.5.4.2. Заготовку блоков из припайного льда следует производить с помощью ледоразрушающей и подъемной техники. Размеры блоков определяются из расчета грузоподъемности ледяного припая и подъемной техники. Возможно искусственное создание ледяных блоков на берегу или заготовка их на близлежащих озерах.

6.5.4.3. Для повышения сцепления блоков в сооружении при их заготовке рекомендуется придавать блокам фигурную форму и проводить рифление граней.

6.5.4.4. При необходимости, складирование и хладозарядку блоков следует проводить в накопительных зонах, расположенных вблизи строительной площадки. Для предотвращения смерзания блоков с основанием и между собой рекомендуется устанавливать прокладку из полиэтиленовой пленки.

6.5.4.5. Перед укладкой ледяных блоков необходима очистка основания от снега, кроме того рекомендуется проливка водой основания или ранее уложенного курса ледяных блоков.

6.5.4.6. Укладку ледяных блоков следует производить с перевязкой швов.

6.5.4.7. Первый ледяной блок следует укладывать на фасадной линии с обязательной проверкой его положения при помощи геодезических инструментов. При укладке следующих ледяных блоков прямолинейность их укладки по фасадной линии следует постоянно контролировать.

6.5.4.8. Допускаемые отклонения правильной кладки из ледяных блоков от проектных не должны превышать величин , регламентируемых СНиП Ш-45-76.

6.5.4.9. Смораживание ледяных блоков следует производить послойной поливкой каждого курса блоков до полного заполнения и замерзания воды в вертикальных швах между блоками. Для предотвращения образования воздушных полостей при смораживании рекомендуется перед укладкой блоков основанию придать наклон не менее 5^{0} к горизонтальной плоскости.

6.5.5. Объемное намораживание

6.5.5.I. Метод объемного намораживания ледяного массива заключается в установке в воду акватории системы трубопроводов, по которой с помощью компрессорной станции производят длительную циркуляцию хладоагента, например, холодного воздуха, газа, жидкости, в результате чего появляется лед на трубопроводах и при их слиянии образуется ледяной массив.

6.5.5.2. Расстояние между осями трубопровода следует принимать не более 2,0 м.

6.5.5.3. При установке системы трубопроводов необходимо предусматривать ее пригрузку для компенсации плавучести самой системы и льда, намерзающего на трубопроводах.

6.5.5.4. Создание ледяного массива выше отметки природного льда осуществляется методами, изложенными в пп.6.5.2,6.5.3., 6.5.4 настоящей главы.

6.5.6. Комбинированный метод

6.5.6.I. Комбинированный метод представляет собой сочетание вышеописанных методов создания ледяных массивов при строительстве одной конструкции или одного сооружения.

6.6. Армирование ледяного массива

6.6.1. Армирование ледяного массива следует выполнять на нескольких уровнях по высоте на проектных отметках путем намораживания секций стальных, капроновых или пеньковых канатов в продольном и, при необходимости, поперечном направлениях. На концах секций канатов необходимо закреплять поперечные элементы, например, бревна. Такое армирование применяется, как правило, на участках возможных трещин.

6.6.2. Для увеличения прочностных характеристик искусственного льда рекомендуется его армирование в период намораживания добавками песка, древесных опилок и стружек, бумаги, синтетических волокон и других материалов.

6.6.3. При армировании ледяного массива механическими добавками, последние могут добавляться в момент подачи воды на карту намораживания или укладываться на лед непосредственно перед подачей воды, при этом толщина слоя подаваемой воды для намораживания должна быть не более 5 см.

6.6.4. Прочностные характеристики искусственного льда, армированного добавками, определяются экспериментальным путем в зависимости от вида и объема добавок. Для предварительных расчетов допускается принимать прочность искусственных ледяных композитных материалов по Приложению 2 (справочное).

6.7. Гидро-и теплоизоляция

6.7.1. Гидро-и теплоизоляцию ледяного причального сооружения следует производить по верхней и боковым поверхностям ледяного массива. Для этой цели используются песок, гравий, камень, опилки, рулонные синтетические материалы, пенопласты, щитовая опалубка. Изоляцию ледяного массива можно выполнять как в процессе его создания, так и после окончания.

6.7.2. Гидро- и теплоизоляцию песком, гравием, камнем следует производить отсыпкой после окончания намораживания части или всего ледяного массива.

6.7.3. Перед отсыпкой песка, гравия или камня рекомендуется покрытие ледяного массива рулонными синтетическими материалами, например, нетканым материалом, полиэтиленовой пленкой, а горизонтальной поверхности – слоем древесных опилок толщиной до 15 см или пенопластом.

6.7.4.Тепло- и гидроизоляция ледяного массива рулонными синтетическими материалами, напылением пенопластов, щитовой опалубкой производится, как правило, насухо в период строительства. При этом указанные изоляционные материалы могут выполнять роль опалубки при создании ледяного массива.

6.7.5. При установке первого яруса щитовой опалубки на припай рекомендуется опускать ее в заранее подготовленную прорезь в припае до глубины не менее расчетной толщины льда на конец строительства сооружения.

6.7.6. При напылении пенопластов на вертикальную или откосную поверхность ледяного массива для увеличения адгезии рекомендуется ледяную поверхность покрыть синтетической сеткой с ячейкой не более 10х10 см.

6.7.7. При устройстве щитовой опалубки необходимо выполнение нащельников между отдельными щитами, не допускающих непосредственный контакт воды акватории с ледяным массивом.

6.7.8. При выполнении теплоизоляции ледяного массива с использованием шпунтовой стенки допускается оставлять пространство между ледяным массивом и шпунтовой стенкой, которое следует заполнять песком или песчано-гравийной смесью.

6.8. Оборудование и пригрузка ледяного массива

6.8.I. Швартовные устройства рекомендуются в виде деревянных свай, вмороженных в ледяной массив, или погруженных через ледяной массив в грунт основания. Швартовка судов может осуществляться за гаки, закрепленные к деревянной раме, которая вморожена в ледяной массив.

6,8.2. Погружение свай в ледяной массив следует производить только после создания лидирующей скважины.

6.8.3. Вмораживание свай следует производить послойным наливом и замораживанием теплой пресной воды с температурой до плюс I0°С в пространство между сваей и стенкой лидирующей скважины.

6.8.4. В качестве отбойных устройств рекомендуется забивка отдельных деревянных свай в грунт основания вдоль причальной линии или крепление отбойных устройств к деревянной раме, вмороженной в ледяной массив.

6.8.5. Пригрузку ледяного причального сооружения необходимо осуществлять, как правило, инертными материалами послойно с равномерным распределением засыпки по территории причала. Допускается пригрузка ледяного массива сначала по трассам грузовых дорог на причале с последующей пригрузкой остальной части поверхности ледяного причала.

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ

7.1. Эксплуатация ледяных причальных сооружений следует осуществлять в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий" (РД 31.35.10-86) с учетом требований настоящей главы.

7.2. Регулярные ежедневные технические осмотры ледяных сооружений включают наблюдения за состоянием дорог, грузовых площадок, засыпки, отбойных устройств, освещенности, целостности ледяного массива, расстановки дорожных знаков и защитных или сигнальных ограждений.

7.3. При обнаружении разрушений или деформаций сооружения следует принять меры к его восстановлению в кратчайшие сроки, в необходимых случаях следует выставить или перенести защитные или сигнальные ограждения, изменить трассы транспортных и пешеходных дорог. Уложить настилы через трещины или провалы.

7.4. Периодические технические осмотры следует проводить в соответствии с требованиями РД 31.35.10-86 не реже одного раза в три месяца в период эксплуатации, а также после штормов и периодов экстремального повышения температур воздуха с целью определения режима эксплуатации сооружения на дальнейший период.

7.5. Контрольно-инспекторские обследования сооружений рекомендуется проводить перед началом и после окончания навигационного периода для выявления технического состояния причала и необходимых ремонтных работ.

7.6. Необходимо разработать график движения транспортных средств, исключающих скопление техники на льду.

7.7. Ремонт трещин в ледяном сооружении следует осуществлять при отрицательных температурах послойной заливкой в трещины

воды с температурой не ниже плюс 10°С. В летний период трещины следует засыпать песком или песчано-гравийной смесью и устраивать настилы над трещиной.

7.8. При подходе и отходе судов от причала запрещается работа судовыми винтами.

8. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

8.I. Проектирование и строительство ледяных причальных сооружений следует проводить с учетом требований ГОСТ 7.I.3.07-82, ГОСТ 7.I.3.08-82, СНиП 3.02.0I-87 и Правил охраны от загрязнения прибрежных вод морей.

8.2. Строительные и дорожные работы необходимо проводить с минимальными повреждениями мохорастительного слоя. Движение техники разрешается только по проложенным и обозначенным дорогам.

8.3. До начала ледохода необходимо убрать весь строительный мусор с припайного льда.

8.4. В период строительства и эксплуатации не допускается разлив горюче-смазочных материалов на ледяное причальное сооружение и на ледяной припай.

8.5. После окончания срока службы ледяного сооружения рекомендуется убрать засыпку с его поверхности перед таянием льда, чтобы не засорять акваторию.

8.6. При использовании химических веществ при намораживании льда их предельное количество следует определять из условия, чтобы при таянии льда на расстоянии не более 500 м от сооружения количество химических реагентов в воде на контрольном створе не превышало ПДК, регламентированного Правилами охраны от загрязнения прибрежных вод морей.

9. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.I. При строительстве и эксплуатации ледяных причальных сооружений следует руководствоваться требованиями СНиП Ш-4-80, Правилами безопасности труда в морских портах (РД 3I.82.03-87), Правилами технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий (РД 3I.35.I0-86) и дополнительными требованиями настоящего РД.

9.2. До начала строительных работ на естественном ледяном причале руководитель строительной организации должен назначить из состава инженерно-технических работников ответственного за безопасную эксплуатацию ледяного припая.

9.3. Выход на лед до принятия решения об этом городского (поселкового) Совета народных депутатов категорически запрещается.

9.4. Выполнение всех работ в зоне припая возможно только при разрешении и под наблюдением специалиста - гидролога.

9.5. На участке строительных работ необходимо проводить регулярное наблюдение за нарастанием толщины ледяного припая и его целостности.

9.6. Маршруты передвижения людей и транспортные дороги должны быть обозначены вехами и дорожными знаками.

9.7. Участки припая с тонким льдом, майнами и зоны разрушений и деформации причала должны быть оборудованы защитным или сигнальным ограждением.

9.8. Трещины и прорези в ледяном припае или на причале на участках транспортных или пешеходных дорог должны оборудоваться деревянными настилами или мостками.

9.9. Передвижение людей по ледяному припаю в темное время суток должно осуществляться группами не менее двух человек.

9.10. По окончании рабочей смены необходимо контролировать наличие всех работников смены.

9.11. Строительство и эксплуатация причала должны быть обеспечены спасательными средствами, средствами для оказания первой медицинской помощи, телефонной связью и средствами аварийной сигнализации.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАИМСТВОВАННЫХ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ I7.I.3.07-82	Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
ГОСТ I7.I.3.08-82	Гидросфера. Правила контроля качества морских вод.
СТ СЭВ 384-78	Строительные конструкции и основания. Основные положения по расчету.
СНиП 2.0I.0I-82	Строительная климатология и геофизика.
СНиП 2.02.02-85	Основания гидротехнических сооружений.
СНиП 2.02.03-85	Свайные фундаменты.
СНиП 2.06.0I-86	Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
СНиП 2.06.04-82	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
СНиП I.02.07-87	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
СНиП 3.0I.03-84	Геодезические работы в строительстве.
СНиП 3.02.0I-87	Земляные сооружения. Основания и фундаменты.
СНиП Ш-4-80	Техника безопасности в строительстве.
СНиП 3.07.02-85	Гидротехнические морские и речные транспортные сооружения.
ВСН 3-80 Минморфлот	Инструкция по проектированию морских причальных сооружений.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

РД 3I.3I.25-85	Инструкция по проектированию причальных сооружений для условий Арктики.
РД 3I.35.I0-86	Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий.
РД 3I.82.03-87	Правила безопасности труда в морских портах.

Рекомендации по проведению грузовых операций в припайных льдах Арктики. М., В/О "Мортехинформреклама", I986, 38 с.

Правила охраны от загрязнения прибрежных вод морей. М., ЦБНТИ Минводхоза СССР, I984, I08 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(справочное)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННОГО ЛЬДА

Таблица П.2.I

Предел прочности искусственного льда при одноосном сжатии, МПа

Способ намораживания	Температура льда, °С	Соленость ‰			По данным
		I-3	3-5	5-8	
Послойный налив	-3÷-5	I,7	I,4	I;I	ЛЛНИИП, ПНИИИС
	-5÷-7	2,9	2,6	2,I	Институт мерзлотоведения АН СССР СО
	-7÷-I0	3,4	3,0	2,4	Игаркская НИИМС ИМ АН СССР СО
Дождевание(набрызг)	-3÷-5	I,I	I,0	0,9	ВНИПИ морнефтегаз, ААНИИ
	-5÷-7	I,3	I,2	I,I	
	-7÷-I0	I,5	I,3	I,2	
Объемное промораживание	-3	2,0	-	-	ПНИИИС
	-I2	4,0	-	-	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

Таблица П.2.2

Прочность искусственных ледяных композитных материалов

Название добавок	Концентрация %	Коэффициент увеличения предела прочности	Примечание
I. Волокнистые			Волокна располагают нормально к прилагаемой нагрузке
стекловолокно	9	7,0	
древесные волокна	I4	4,0	
короткие древесные волокна (стружка)	I4	I,5	
хлопковое волокно	I,5-4	2,5	
крахмал картофельный	4	2,45	при $T=272^{o}K$, pH= 7
крахмал рисовый	2	2,0	при $T=272^{o}K$, pH= 7
желатина	0,6	I,9	при $T=272^{o}K$, pH= 4
агар-агар	0,2	I,5	при $T=272^{o}K$, pH= 7
2. Дисперсионные			
Глина	5	I,5	Крупность фракции меньше $2,5.10^{-3}$см
Песок	4,5	3,5	Крупность фракции меньше 0,I мм
Торф	4,5	3,5	
Кристаллогидраты сульфата натрия	4	I,65	при T= 27I°K
Кристаллы гидрокарбоната натрия	6	I,3	при T = 253°K
Кристаллы фторида натрия	4	I,45	при T = 253°K
Кристаллогидраты сульфата магния	20	I,7	при T = 253°K
Портландцемент 400 и карбоксилметилцеллюлоза (КМЦ)	I0 I	I,4	при T = 253°K

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЛЕДЯНОГО ПЛАВУЧЕГО СООРУЖЕНИЯ

I. Исходные данные

I.I. Наименьшая толщина льда без снежного покрова h = I,0 м.

I.2. Среднесуточная температура воздуха за последние шесть суток T = - 20°С.

I.3. Глубина H = 20,0 м.

2. Расчет максимально допустимой массы груза (грузоподъемность) на ледяной припай.

2.I. Коэффициент распределения, учитывающий вид нагрузки, принят для колесной техники B = I00.

2.2. Коэффициент, учитывающий состояние покрова, принят по табл.5.I для постоянно действующей ледовой трассы ψ = I,75.

2.3. Коэффициент, учитывающий соленость льда, принят для морского льда k_s = 0,7.

2.4. Температурный коэффициент

$$k = \frac{I00 - T}{I00} = \frac{I00 + 20}{I00} = I,2$$

2.5. Максимально допустимая масса груза (грузоподъемность) на ледяной припай

$$m_{max} = \frac{B}{\psi} h^2 \cdot k_s \cdot k = \frac{I00}{I,75} \cdot I,0^2 . 0,7 . I,2 = 48,0 \text{ т}$$

3. Расчет допустимого времени стоянки груза на ледяном припае.

3.I. Расчетная масса груза m = 30,0 т

3.2. Стоянка груза предусмотрена на расчищенном от снега ледяном покрове h = 2,0.

Приложение 3
(продолжение)

3.3. Допустимое время стоянки груза на ледяном припае

$$t = 20\left[\frac{(m_{max}-m)}{m_{max}\cdot m}(n+1)\right]^3 = 20\left[\frac{(48-30)^2}{48\ 30}(2+1)\right]^3 =$$

= 6,15 час.

4. Определение интервала между одиночными движущимися грузами.

4.1. Характеристики льда

модуль упругости E = 7,4.10^9 Па (табл.5.3)

коэффициент Пуассона ν = 0,3

плотность $\rho_л$ = 900 кг/м^3

4.2. Радиус относительной жесткости ледяного припая

$$r_s = \sqrt[4]{\frac{E h^3}{12(1-\nu^2)\rho_л g}} = \sqrt[4]{\frac{7,4.10^9.2^3}{12(1-0,3^2).900.9.81}} = 16,6 \text{ м}$$

4.3. Интервал между одиночными движущимися грузами должен быть не менее $4r_s$ = 66,5 м.

5. Расчет наивыгоднейшей скорости движения.

5.1. Критическая скорость движения определяется по рис.5.1

$$v_{кр} = 48 \text{ км/ч}.$$

5.2. Наивыгоднейшая скорость движения из условия максимального отношения $\frac{q_v}{q_0}$ равна 0,4 $v_{кр}$ (рис.5.2)

$$v = 0,4\ v_{кр} = 19,2 \text{ км/ч}$$

6. Определение размеров настила

6.1. Необходимо поставить на ледяной припай толщиной

= 0,46 м груз массой 25 т.

Приложение 3
(продолжение)

6.2. Удельный прогиб ледяного припая толщиной h = 0,46 м под сосредоточенным грузом массой m_0 = 20,3 т составляет I,6 мм/т (Песчанский И.С. "Ледоведение и ледотехника" Л., Гидрометиздат, I987, 46I с).

Максимальная величина стрелки прогиба

$$f = 1{,}6 \cdot 20{,}3 = 33 \text{ мм} = 0{,}033 \text{ м}$$

6.3. Коэффициент изгиба

$$K_1 = \sqrt{\frac{2\pi f_0}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}033}{20{,}3}} = 0{,}1,$$

6.4. Масса устанавливаемого на припай груза в I,23 раза больше массы сосредоточенного груза.

6.5. Размеры настила определяются по эмпирической формуле

$$\eta_m = 1 + \frac{K_1}{2\pi} z + \frac{K_1^2}{2\pi} \cdot S,$$

где $z = 2(a+b)$ – периметр настила, м;

$S = a \cdot b$ – площадь настила, м^2;

a, b – размеры настила, м.

Тогда задаваясь одним размером настила a = 4,0 м, определяем второй размер

$$1{,}23 = 1 + \frac{0{,}1}{2 \cdot 3{,}14}(4 + b) + \frac{0{,}1^2}{2 \cdot 3{,}14} 4b.$$

Откуда b = 7,5 м.

Для установки груза массой 25 т на ледяной покров толщиной 0,46 м необходим настил площадью 4 х 2,7 м.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... 3

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕДЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ..... 5

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИЙ..... 6

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, КОНСТРУИРОВАНИЮ И КОМПОНОВКЕ..... 10

5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА..... I4

5.I. Нагрузка и основные расчетные положения..... I4

5.2. Расчет гравитационных сооружений..... I5

5.3. Расчет плавучих сооружений..... I7

5.4. Расчет свайно-ледяных сооружений..... 23

5.5. Расчет температурного режима сооружений..... 25

6. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА..... 25

6.I. Общие положения..... 26

6.2. Подготовительные работы..... 26

6.3. Опалубочные работы..... 26

6.4. Отделение площадки строительства от ледяного припая..... 27

6.5. Создание ледяного массива..... 28

6.5.I. Общие положения..... 28

6.5.2. Послойное намораживание..... 30

6.5.3. Метод дождевания (набрызга)..... 33

6.5.4. Блочный метод..... 33

6.5.5. Объемное намораживание..... 35

6.5.6. Комбинированный метод 35

6.6. Армирование ледяного массива..... 36

6.7. Гидро- и теплоизоляция..... 36

6.8. Оборудование и пригрузка ледяного массива..... 38

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ..... 39

8. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 4I

Стр.

9. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ..... 42

ПРИЛОЖЕНИЕ I (справочное) Перечень заимствованных нормативно-технических документов..... 44

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное) Физико-механические свойства искусственного льда..... 46

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное). Пример расчета ледяного плавучего сооружения..... 48

gost.e-ecolog.ru