МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

РД 31.31.25-85

Москва • В/О «Мортехинформреклама»

1986

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

РД 31.31.25-85

Москва·В/О "Мортехинформреклама"
1986

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

Главный инженер В.А.Фирсов

Руководитель сектора стандартизации, метрологии и патентоведения В.Г.Дементьев

Руководитель темы Ф.А.Мартыненко

Руководитель разработки В.Г.Апельсин

Исполнители:

И.Н.Ломалова, М.З.Рунова (Ленморниипроект)

Е.И.Герасимова, В.В.Соколов, А.В.Соколов (ЦНИИС)

Н.Н.Кайдалов, В.Г.Лобазин, О.Е.Карпухина (ЛГИ им.Плеханова)

А.И.Яшиновский, Ю.И.Васильевский (ОНИМФ)

Л.Ф.Штанько (ДМНИИП)

УТВЕРЖДЕН Распоряжением Союзморниипроекта № 65 от 15 ноября 1985 г.

© В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА», 1986

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

РД 31.31.25-85
Взамен РД 31.31.25-81

Срок введения в действие установлен с 01.07.86 г.

Настоящая Инструкция содержит требования по проектированию причальных сооружений в портах ММФ для условий Арктики (I-ая климатическая зона) и может быть использована при проектировании сооружений для районов с замерзающими акваториями.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Инструкция регламентирует основные положения по проектированию, выбору конструкций, строительных и конструктивных материалов, определению нагрузок и расчету причальных сооружений, рекомендованных для условий Арктики.

I.2. При проектировании причальных сооружений для условий Арктики следует соблюдать требования соответствующих глав СНиП, документов, перечень которых приведен в Приложении I2 (справочное).

I.3. Проектирование причальных сооружений для условий Арктики по сравнению с другими районами обуславливается следующими особенностями, которые необходимо учитывать:

суровые природно-климатические условия, характеризующиеся коротким летом, продолжительной и суровой зимой, тяжелыми ледовыми и геологическими условиями;

оторванность мест строительства от строительно-индустриальных баз, трудность освоения строительных площадок;

отсутствие во многих районах строительных материалов - леса, песка, камня и т.д.;

вероятность наличия мерзлоты в основании сооружения и возможность ее деградации, термоабразией морских берегов;

воздействие на сооружение значительных ледовых нагрузок и значительные перепады температур;

наличие на реках Крайнего Севера бурных весенних паводков, сопровождающихся ледоходом, большими подъемами воды, наводнениями;

возможность использования льда и ледогрунта в качестве строительного материала и холода, как фактора строительного производства.

I.4. Проект организации и производства строительных работ должен разрабатываться согласно требованиям соответствующих глав СНиП и Руководства по организации строительного производства в условиях северной зоны.

I.5. При проведении инженерных изысканий для строительства помимо требований СНиП II-9-78 необходимо произвести дополнительные изыскания с целью получения данных:

о ледовом режиме, температурных и прочностных характеристиках льда в акватории во времени;

для прогноза изменения окружающей среды при строительстве и эксплуатации сооружений;

для проведения теплотехнических расчетов (уровень грунта с постоянной температурой, первоначальный температурный режим грунта основания, температурный режим воды акватории по глубине и во времени).

1.6. При проектировании причальных сооружений I и II классов, а при соответствующем обосновании при проектировании сооружений III класса, необходимо предусматривать проведение опытных и научно-исследовательских работ, устройство геодезической сети и установку контрольно-измерительной аппаратуры для наблюдения за напряженно-деформированным состоянием конструкции и основания, как в процессе строительства, так и при эксплуатации.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СООРУЖЕНИЙ

2.1. Основной задачей проектирования причальных сооружений для условий Арктики является выбор типов сооружений и методов их строительства, при которых наиболее полно используются скрытые резервы, обусловленные природно-климатическими условиями региона, и местные материалы, позволяющие снизить капитальные вложения.

2.2. Конструкции причальных сооружений должны быть ремонтопригодными и надежно выполнять свои функции при воздействии горизонтальных ледовых нагрузок, сейсмических нагрузок и обеспечивать швартовку и обработку судов зимой в тяжелых ледовых условиях.

2.3. При проектировании причальных сооружений следует максимально использовать прочностные свойства материалов, конструкций и несущую способность основания с учетом изменения их характеристик во времени. Необходимо учитывать требования по экономному расходованию строительных материалов, а также стремиться к максимальному сокращению трудовых затрат и сроков продолжительности строительства.

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

2.5. Следует учитывать и стремиться к уменьшению или исключению возможных статических нагрузок от температурного расширения льда внутри конструкции или ее полых элементах, например, созданием теплоизоляции или введением компенсирующих устройств.

2.6. В проекте сооружения необходимо предусматривать мероприятия по их защите от наледей, динамического, статического и истирающего воздействия льда.

2.7. Для морских причальных сооружений, расположенных в устьях рек, следует рассматривать варианты строительства причалов с расположением территории на двух уровнях (причалы высокой и низкой воды).

2.8. В конструкциях затопляемых причальных сооружений необходимо предусматривать защиту от повреждений элементов сооружения, подкрановых и железнодорожных путей, оборудования, расположенного на причале, обратной засыпки и покрытия от воздействия льда и воды.

2.9. При проектировании причальных сооружений необходимо рассмотреть мероприятия по снижению давления грунта засыпки на лицевую стенку и осадок территории. Для снижения давления грунта следует применять разгружающие и экранирующие устройства, искусственное регулирование напряженно-деформируемого состояния конструкций. Для снижения осадок территории используется предварительная огрузка основания или замена грунта.

2.10. Обратная засыпка причальных сооружений распорного типа должна выполняться из талых грунтов: песка, гравия, скального грунта или камня весом до 100 кг, она не должна иметь включение льда, снега, мерзлых грунтов.

Для сооружений, проектируемых с учетом мерзлого ядра, рекомендуется в качестве обратной засыпки, как правило, применять песок.

2.11. В проектах сооружений из льда для перегрузочного оборудования и механизмов рекомендуется предусматривать свайное основание путем погружения свай в грунт через ледяной массив.

2.12. Защиту ледяных причальных сооружений от теплового воздействия воды акватории, работающих механизмов, солнечной радиации и положительных температур воздуха рекомендуется осуществлять созданием водонепроницаемых ограждений с термоизоли-

рующим одеем, отсыпкой грунта на поверхность ледяного массива, применением термосвай, искусственного охлаждения и т.п.

2.13. Усиление и реконструкция существующих причальных сооружений следует производить согласно соответствующим ведомственным нормативным документам с учетом требований настоящей Инструкции.

2.14. При разработке проекта усиления и реконструкции существующего сооружения необходимо учитывать несущую способность мерзлого грунтового ядра в засыпке существующего сооружения, если по данным геологических изысканий оно выявлено и есть возможность его сохранения при реконструкции и эксплуатации сооружения.

3. УКАЗАНИЯ ПО КОМПОНОВКЕ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. Компоновку причальных сооружений следует проводить с учетом перспективы развития порта, обеспечения удобства маневрирования, швартовки и стоянки судов, защиты судов и сооружений от волнения и ледовых воздействий, выполнения минимального объема дноуглубительных работ, пожаробезопасности и выполнения требований охраны окружающей среды, как в период строительства сооружения, так и при его эксплуатации.

3.2. Плановое расположение причала на арктическом побережье следует выбирать в зависимости от местных естественных условий, по возможности не нарушая гидрологический и термический режим акватории и территории, отдавая предпочтение районам, сложенным плотными грунтами с отсутствием вечной мерзлоты и прослоек льда, избегая участков с неустойчивыми берегами и склонами, на которых наблюдаются или могут быть в будущем явления термокарста, солифлюкции, пучения и наледей. Причалы желательно располагать вне зоны торошения льда.

3.3. При соответствующем технико-экономическом обосновании следует рассмотреть варианты защиты акватории порта или отдельных причалов от воздействия ледяных полей и ветрового нагона льда в соответствии с требованиями РД 31.31.21-81.

3.4. Габаритные размеры и глубины у сооружения следует определять в соответствии с требованиями Норм технологического проектирования морских портов с учетом эксплуатационных и противопожарных требований к размещению перегрузочного оборудования, технологии обработки судов, а также рационального их сопряжения с берегом или береговыми сооружениями, обеспечения безопасной швартовки судов.

3.5. Размеры островных причалов, пирсов, палов принимаются из условия обеспечения размещения на их территории технологического оборудования и должны быть не менее величины, определяемой расчетом устойчивости сооружения при воздействии расчетных нагрузок.

4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Настоящие требования являются дополнительными к соответствующим главам СНиП по проектированию строительных конструкций и ВСН 3-80/ММФ.

4.2. Выбор строительных материалов должен осуществляться на основании технико-экономической целесообразности с учетом конкретных геологических, гидрологических и метеорологических условий площадки строительства, наличия местных строительных материалов, местной строительной индустрии, удобства транспортировки в районе строительства и доставки из других районов страны.

4.3. Строительные материалы должны соответствовать проектным прочностным характеристикам в условиях низких температур. Исходя из этого, следует особое внимание уделять технологии производства работ и проведению авторского надзора.

4.4. Необходимо обеспечить надежную работу материала конструкций при низких температурах при статических и динамических нагрузках, вызываемых ледовыми, волновыми и крановыми нагрузками. При необходимости в проекте следует предусматривать мероприятия по защите материала конструкций от разрушения и коррозии, истирающего воздействия льда, агрессивных воздействий воды, грунта и складируемых грузов в соответствии с действующими нормативными документами.

4.5. Бетон для портовых гидротехнических сооружений следует принимать по ГОСТ 4795-68, ГОСТ 22266-76 и в соответствии с требованиями главы СНиП II-56-77 и ВСН 6/118-74 ММФ, Минтрансстрой.

4.6. Марки бетона (по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости) назначаются не ниже указанных в ВСН 30-83/Минэнерго СССР.

4.7. В состав бетона следует вводить суперпластификаторы (С-3, 40-3) и другие поверхностно активные вещества (ПАВ) для пластификации бетонной смеси, повышения ее морозостойкости и водонепроницаемости. Виды добавок, их состав и дозировка регламентируются ВСН 6/118-74/ММФ, Минтрансстрой и действующим нормативным документом по применению химических добавок в бетоне.

4.8. Рекомендуется применение сборных конструкций из керамзитобетона, отличающегося высокой прочностью (М 1000 и выше), водонепроницаемостью (В 12 и выше), морозостойкостью и химической стойкостью.

4.9. Выбор марок арматурной стали и стали для закладных деталей следует проводить в соответствии с главой СНиП 2.03.01-84.

4.10. Марки стали для металлических конструкций назначаются по действующим ГОСТ"ам в соответствии с требованиями главы СНиП П-23-81.

4.11. Стальные шпунтовые и трубчатые сваи следует применять из стали допускающей погружение при отрицательных температурах с гарантируемыми требованиями по ударной вязкости не ниже 3 кДж/м^2 при температуре минус 40°С с гарантией свариваемости. Если указанные требования полностью не удовлетворяются, то необходимо выполнить разработку специальной технологии погружения стальных элементов и их сварки, например, с проведением подогрева (Приложение 1, рекомендуемое).

4.12. Древесину целесообразно использовать в конструкциях съемных противоледовых поясов, отбойных устройств и колесоотбойных брусьев.

Для улучшения эксплуатационных качеств деревянных элементов и защиты их от древоточцев рекомендуется пропитка синтетическими смолами или креозотирование.

4.13. В качестве строительного материала может быть использован лед послойного намораживания, ледяные блоки и мерзлый грунт.

Для повышения прочностных характеристик строительного льда следует предусматривать возможность его армирования, например, бумагой, древесным или синтетическим волокном.

4.14. Применение новых строительных материалов требует их испытания при низких температурах в условиях максимально приближенных к условиям работы материала в натуре с учетом напряженного состояния конструкции.

5. ВЫБОР КОНСТРУКЦИЙ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

5.1. Выбор конструкции причального сооружения следует производить в соответствии с требованиями СНиП 2.06.01-86 и с учетом рекомендаций настоящей Инструкции.

5.2. Выбор конструкции причального сооружения производится на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом геологических и гидрологических условий, глубин акватории, месторасположения и назначения причала, технологии перегрузочных работ, надежности работы сооружения.

5.3. На грунтах, позволяющих погружение сваи, шпунта и свай-оболочек, рекомендуются к проектированию набережные в виде ячеистых конструкций и заанкеренных больверков.

В зависимости от грунтовых условий, глубин, величин ледовых и полезных нагрузок, воздействующих на сооружение, могут быть рекомендованы к проектированию следующие виды больверков:

заанкеренный больверк из металлического шпунта (рис. 5.1а);

экранированный больверк (рис. 5.1б);

больверк-эстакада.

5.4. В конструкции больверка, выполняемого из железобетонных свай, рекомендуется применение грунтонепроницаемой стенки из плоского стального шпунта, располагаемой перед лицевой стенкой.

5.5. При горизонтальных ледовых нагрузках более 1000 кН на метр сооружения рекомендуется в конструкцию сооружения вводить жесткую связь между лицевой и экранирующей стенками на уровне возможного воздействия ледовой нагрузки.

5.6. Пирсовая система причалов рекомендуется к применению на отмелых побережьях. Конструкции пирсов следует принимать насыпного типа:

в виде взаимозаанкеренных или экранированных больверков (рис. 5.2а,б);

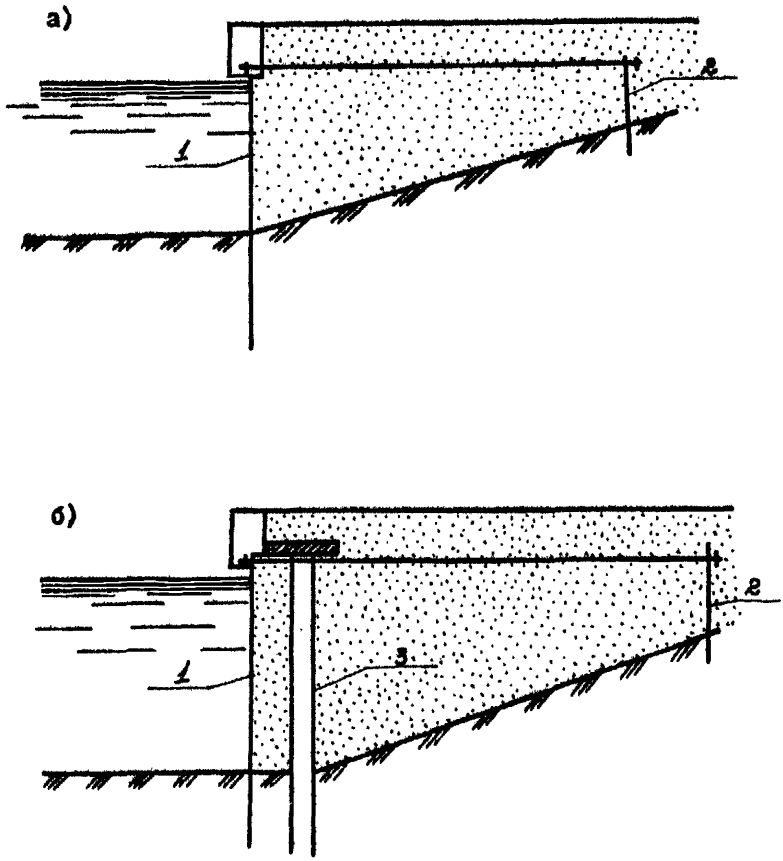


Рис.5.1. Конструкции больверков: а – заанкеренный больверк из металлического шпунта; б – экранированный больверк; 1 – лицевая стенка; 2 – анкерная стенка; 3 – экранирующая стенка

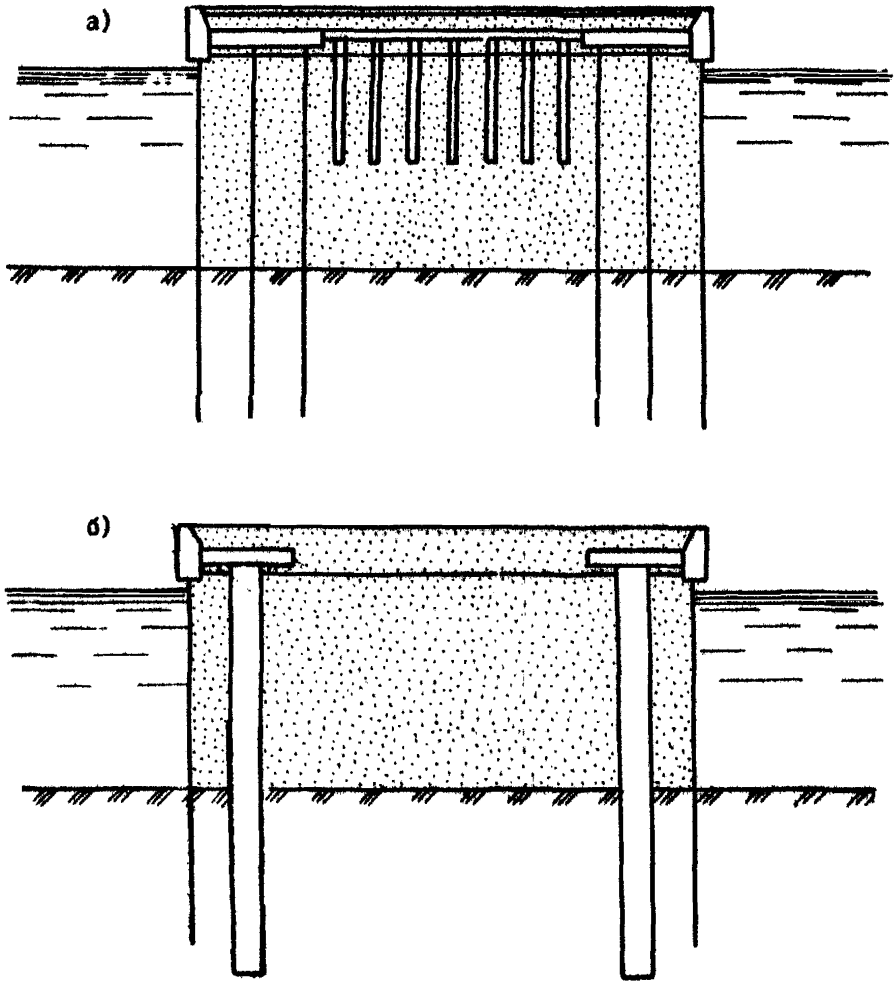


Рис.5.2. Конструкции узких засыпных пирсов: а – в виде взаимозаанкеренного б .льверка; б – в виде экранированного больверка

мостового типа с опорами в виде ячеек из стального шпунта;

в виде ячеек из плоского стального шпунта с откры́лками, связывающими ячейки между собой.

5.7. Засыпные ячейки следует проектировать, как правило, круглого сечения из стального плоского шпунта. Диаметр ячейки назначается исходя из технологических и противопожарных требований, но не менее полученного по расчету в зависимости от величины ледовой нагрузки.

Для глубин до 12,0 м рекомендуются ячейки без разгружающих устройств (рис. 5.3а) с созданием противоледового пояса или диафрагмы; для больших глубин или значительных ледовых нагрузок необходимо предусматривать разгружающие устройства в конструкции ячейки, например, по типу экранированного бо́льверка (рис. 5.3б) или созданием внутренней оболочки (авт.свид.№ 977556) с устройством противоледового пояса или диафрагмы.

5.8. На грунтах, исключающих возможность погружения свай, рекомендуются к проектированию конструкции гравитационного типа из массивов-гигантов, обыкновенных и пустотелых железобетонных блоков, засыпных ячеек из плоского стального шпунта.

5.9. На слабых грунтах основания небольшой толщи с подстилающими плотными грунтами рекомендуются конструкции из оболочек большого диаметра, засыпных ячеек и массивов-гигантов с дополнительными вертикальными панелями (авт.свид.№ 1101502), позволяющие их установку без создания каменной постели и выемки слабого грунта.

Массивы-гиганты и оболочки выполняются из железобетона или из композитных сталебетонных материалов.

5.10. Для островных причалов рекомендуется применять конструкции засыпных ячеек из стального шпунта, взаимозаанкеренные бо́льверки, массивы-гиганты.

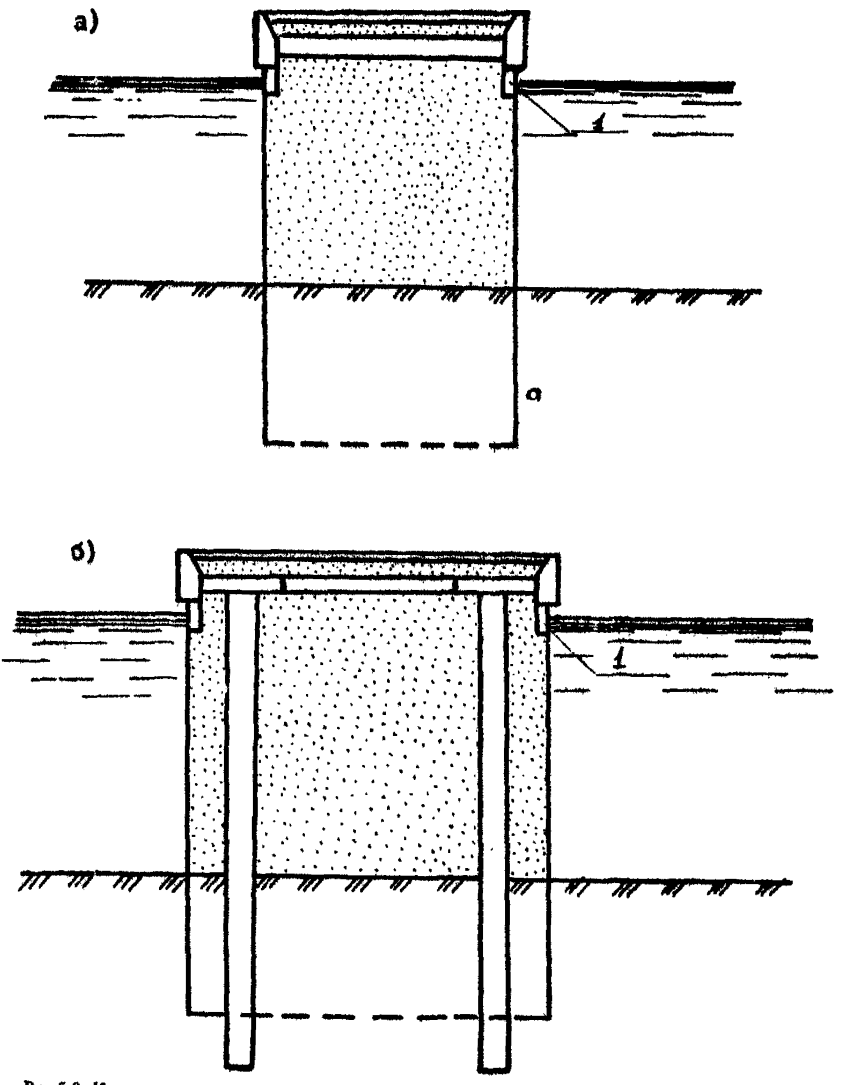


Рис.5.3. Конструкции засыпных ячеек из металлического шпунта: а – для глубины до 12,0 м; б – для глубин более 12,0 м; 1 – противоледовый пояс

5.11. В качестве отдельно стоящих опор и палов рекомендуется применять засыпные ячейки из стального шпунта, массивы-гиганты круглого или конусообразного сечения.

5.12. Для небольших порт-пунктов, для причалов, предназначенных для обработки лихтеров и для причалов, эксплуатируемых в течение одной или нескольких навигаций, рекомендуются ледяные сооружения или сооружения с применением строительного льда и мерзлого грунта.

5.13. При проведении перегрузочных работ только в летнее время могут быть использованы плавучие причалы и причалы на выдвижных опорах, которые в межнавигационный период могут храниться на берегу.

6. НАГРУЗКИ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1. Причальные сооружения следует проектировать по методу предельных состояний в соответствии с требованиями СТ СЭВ 384-76 и ВСН 3-80/ММФ.

6.2. Номенклатура нагрузок и их сочетание, величины нагрузок и характеристики грунтов основания, а также коэффициенты для определения расчетных величин усилий в элементах конструкции следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.06.01-86, СНиП II-6-74, СНиП 2.06.04-82 и дополнительными требованиями, приведенными в настоящей Инструкции.

6.3. Эксплуатационные нагрузки на причальные сооружения следует принимать по нормам технологического проектирования морских портов и другим нормативным документам, относящимся к сооружениям для условий Арктики.

6.4. Нагрузки от льда следует принимать в составе основного сочетания нагрузок и определять согласно требованиям СНиП 2.06.04-82 с учетом требований настоящей Инструкции. При этом нагрузки от льда по возможности должны уточняться по натурным измерениям.

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

6.6. Нагрузки от примерзшего к сооружению ледяного покрова при изменении уровня воды в ливневых морях допускается не учитывать в связи с образованием приливной трещины в ледяном покрове на расстоянии 3-5 м от сооружения.

6.7. При определении ледовой нагрузки расчетную толщину льда следует принимать наибольшую из наблюдаемого ряда натурных измерений в период ледохода при естественном вскрытии акватории,

с помощью ледоколов, а также при возможных ветровых нагонах льдин в акваторию порта.

6.8. Прочностные характеристики льда следует определять по результатам натурных измерений. При отсутствии таких данных прочностные характеристики льда рекомендуется определять согласно Приложению 2 (рекомендуемое).

6.9. При отсутствии данных по размерам льдин и их скорости движения допускается определение нагрузок только из условия разрушения льда расчетной толщины и прочности.

6.10. Ледовую нагрузку на сооружение в случае набивки льда между ошвартованным судном и лицевой стенкой причала следует принимать не более нагрузки, допускаемой на борт судна (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Допускаемые нагрузки на борт судна

Характеристика бортового перекрытия по классу Регистра СССР	Предельная нагрузка на бортовое перекрытие морских судов в горизонтальном направлении при длине судна, м						
	50	75	100	150	200	250	300
Бортовое перекрытие с ледовыми подкреплениями по категории $Л_1$ и $Л_2$	450 700	570 850	700 1000	950 1330	1200 1640	1440 1970	1690 2300
Бортовое перекрытие с ледовыми подкреплениями по категории $Л_3$	300 500	420 660	540 800	760 1060	990 1320	1220 1600	1450 1860
Бортовое перекрытие без ледовых подкреплений	150 400	260 460	370 500	580 600	800 700	1010 780	1220 870

ПРИМЕЧАНИЕ. В числителе приведены предельные нагрузки на один метр длины борта судна в горизонтальном направлении, кН, в знаменателе - предельные значения удельных нагрузок, кПа.

6.11. Гидростатическое давление воды на лицевую стенку причала рекомендуется принимать в зависимости от характера колебаний уровня акватории у сооружения и водопроницаемости стенки.

Расчет гидростатического давления воды на лицевую стенку сооружения для безливных и ливных морей приведен на рис. 6.1. При этом необходимо учитывать возможное оледенение дренажных устройств в зимний период.

6.12. Конструкции причальных сооружений проектируются по действующим нормативным документам с проведением дополнительных расчетов на воздействие ледовых нагрузок, а также с проведением теплотехнических расчетов. При этом расчеты следует производить по наиболее опасному, реально возможному сочетанию нагрузок.

6.13. Проектирование засыпных причальных сооружений необходимо производить с учетом изменения прочностных и деформативных характеристик мерзлого грунта, который существует или образуется в теле засыпки постоянно или временно в зимне-весенний период, т.е. в период воздействия ледовых нагрузок.

6.14. Расчетные характеристики мерзлых грунтов следует принимать из следующих положений:

угол внутреннего трения мерзлых грунтов допускается принимать равным углу внутреннего трения немерзлых (талых) грунтов;

предельно-длительное сцепление мерзлых грунтов определяется по формуле

$$c_{пр} = a + b\sqrt{|t|}, \qquad (6.1)$$

где a и b – параметры, зависящие от состава грунта:
для песка $a = 0$, $b = 10$ Н/см^2 град^{0,5};
для суглинка $a = 3$ Н/см^2, $b = 5$ Н/см^2 град^{0,5};

$|t|$ – абсолютное значение отрицательной температуры грунта, °С.

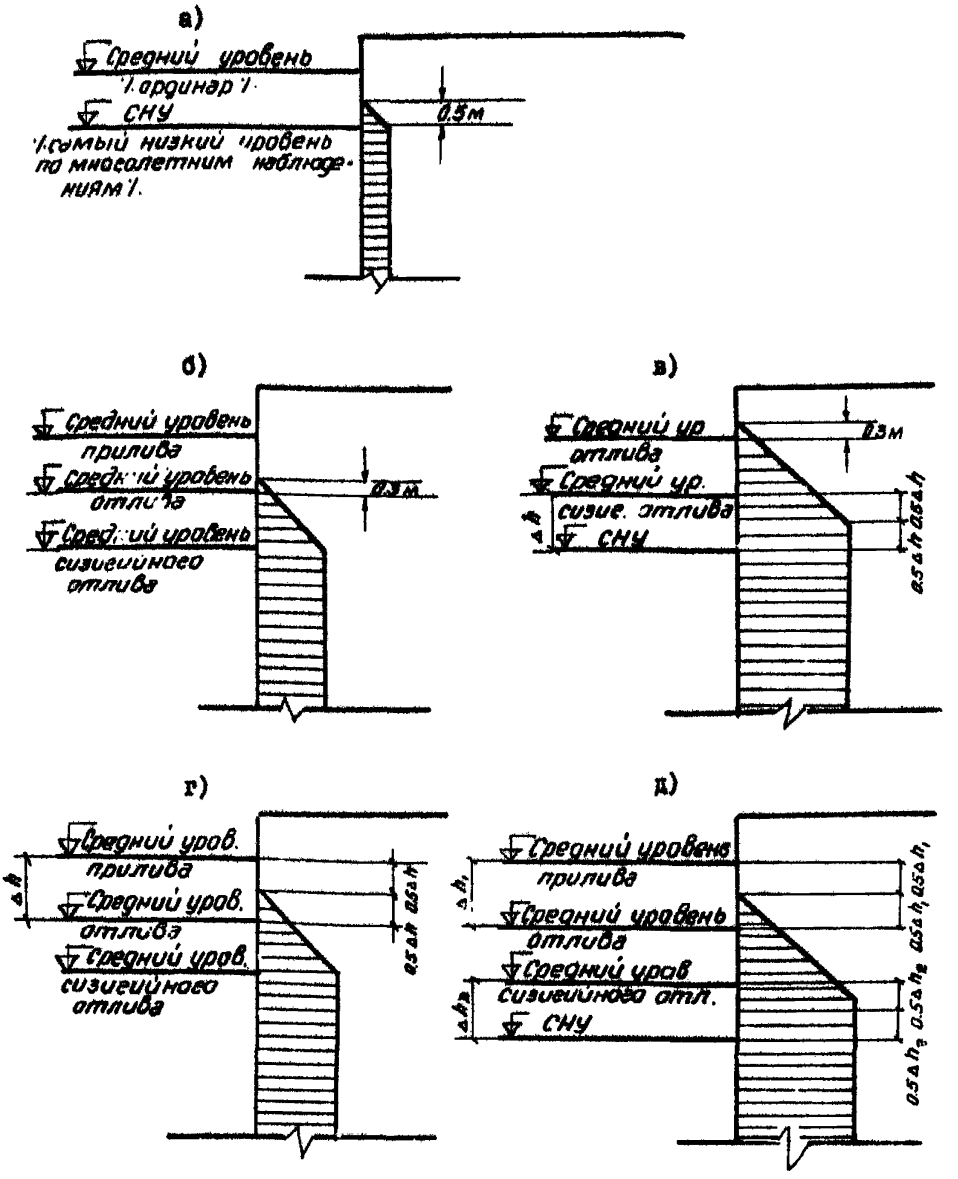


Рис.6.1. Гидростатическое давление воды на шпунтовые стенки причальных сооружений: а - в безприливных морях при дренажных устройствах для основного и особого сочетания нагрузок; б, в – в приливных морях при водопроницаемых стенках или стенках с дренажными устройствами; г, д – в приливных морях при водонепроницаемых стенках; б, г – для основного сочетания нагрузок; в, д - для особого сочетания нагрузок

Допускается в расчетах принимать для мерзлых грунтов предельнодлительное эквивалентное сцепление - комплексную характеристику, учитывающую совместно силы сцепления и трения, которое определяется в соответствии с требованиями СНиП II-18-76 и ГОСТ 24586-81.

Для предварительных расчетов допускается расчетные характеристики некоторых мерзлых грунтов принимать в соответствии с Приложением 3 (рекомендуемое).

6.15. Физико-механические характеристики мерзлых грунтов должны определяться в соответствии с действующими ГОСТ'ами. Расчетные значения прочностных характеристик мерзлых грунтов следует принимать в соответствии с требованиями СНиП II-18-76.

6.16. При залегании слабых грунтов ($J_L \geq 0{,}75$; $E_o \leq 5$ МПа) в основании причального сооружения следует, кроме расчета прочности и устойчивости, произвести расчет по деформациям в соответствии с требованиями ведомственного нормативного документа.

7. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА

7.1. Расчет причальных сооружений гравитационного типа следует проводить в соответствии с требованиями ВСН 3-80/ММФ и рекомендациям настоящего раздела Инструкции.

7.2. Горизонтальную ледовую нагрузку необходимо учитывать в составе основных нагрузок при расчете:

устойчивости сооружений и напряжений по подошве;

на сдвиг курса массивов, который подвержен ледовым воздействиям;

на сдвиг по вертикальной плоскости ячеистых конструкций.

7.3. При проектировании сооружений из массивов-гигантов для обеспечения устойчивости и уменьшения ширины массива следует применять массивы-гиганты с консолями, причем для пирсов рекомендуется массивы-гиганты с двумя консолями, а для засыпных сооружений - с одной консолью со стороны акватории.

Длина консоли $\ell_к$ определяется из условия реализации треугольной эпюры давления в основании

$$\ell_к = \frac{3(M_{уд} - M_0)}{G} - b_2, \qquad (7.1)$$

где $M_{уд}$ - расчетный момент удерживающих сил относительно ребра вращения, Н·м;

M_0 - расчетный момент опрокидывающих сил относительно ребра вращения, Н·м;

G - вес сооружения, Н;

b_2 - ширина основания гравитационного сооружения, м.

7.4. Расчет сечения элементов массива-гиганта (стенки, днища, консоли) следует проводить в соответствии с требованиями СНиП 2.06.08 по расчету изгибаемых бетонных элементов. При

этом момент сопротивления W прямоугольного сечения элемента принимается равным

$$W = \frac{b_d t_{ст}^2}{3,5}, \qquad (7.2)$$

где b_d – расчетная ширина элемента, м;

$t_{ст}$ – толщина элемента, м.

7.5. Расчетные изгибающие моменты в элементах массива-гиганта определяются по формулам:

для днища

$$M_{дн} = \frac{1,8 b_0^2 G}{\psi (b_c + l_к)}, \qquad (7.3)$$

где b_0 – ширина отсека массива-гиганта, м;

ψ – коэффициент, зависящий от соотношения ширины и длины отсеков массива-гиганта, принимаемый по Приложению 4 (рекомендуемое);

для консоли

$$M_к = \frac{G l_к^2}{b_c + l_к}, \qquad (7.4)$$

где $l_к$ – длина консоли, м.

7.6. Внешняя стенка массива-гиганта дополнительно рассчитывается на воздействие горизонтальной ледовой нагрузки. Расчет рекомендуется проводить как расчет балки на упругом основании с опорами в месте примыкания поперечных стенок на равномерно распределенную нагрузку равную ледовой. Расчет может быть проведен по программе "МУРЗ".

8. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТИПА БОЛЬВЕРК

8.1. Расчет причальных сооружений типа больверк следует производить в соответствии с требованиями РТМ 31.3016-78 и положениями настоящей Инструкции.

8.2. Расчет больверка на ледовую нагрузку допускается проводить отдельно от других видов нагрузок, а затем полученные усилия в элементах конструкции суммировать с усилиями, определенными от других нагрузок.

8.3. Расчет лицевой стенки больверка на ледовую нагрузку следует проводить, как правило, без учета эксплуатационных нагрузок на территории причала по программе "LED" (пример расчета по программе "LED" - Приложение 5, справочное), суммировать их с усилиями в элементах, определенными от давления грунта с учетом эксплуатационных нагрузок.

8.4. При расчете больверков коэффициент пропорциональности талых грунтов следует определять в соответствии со СНиП II-16-76. Коэффициент пропорциональности $k_м$ мерзлых грунтов при отсутствии натурных данных допускается определять по формуле

$$k_м = k \frac{E_м}{1{,}5E}, \qquad (8.1)$$

где k - коэффициент пропорциональности талого грунта, кН/м^4;

$E_м, E$ - модуль упругости соответственно мерзлого и талого грунта, Па.

При отсутствии натурных данных допускается модуль упругости грунтов принимать по табл. 8.1.

Таблица 8.1

Значение модуля упругости грунта

Наименование грунтов	Значение модуля упругости E, МПа при температуре грунта			
	выше 0°С	до -0,5°С	-1,5°С	до -6°С
Песок	120	1000	3000	5000
Супесь	60	800	2000	3000
Суглинок	40	550	1500	2500
Глина	25	500	800	1000

В предварительных расчетах для песчаной засыпки допускается принимать $K_{\mu} = 8 \div 10\,K$.

8.5. При определении общей устойчивости бульверка при промерзании обратной засыпки необходимо учитывать повышенные характеристики мерзлого грунта, например, учетом предельно-длительного эквивалентного сцепления слоя мерзлого грунта, через который проходит возможная поверхность скольжения.

8.6. Активное давление грунта на вертикальную стенку ниже слоя промерзания засыпки определяется по формуле

$$p_a = (\rho X + \rho g y)\lambda_a , \qquad (8.2)$$

где ρ – интенсивность вертикальной нагрузки на отметке нижней границы слоя промерзшей засыпки, Па;

X – коэффициент, определяемый по формуле (8.3);

ρ – плотность засыпки, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2;

y – координата точек, определяемая от отметки нижнего слоя промерзшей засыпки, м;

λ_a - коэффициент горизонтальной составляющей активного давления грунта с учетом трения грунта о стенку.

Коэффициент χ определяется по формуле

$$\chi = \frac{\mu_0 [\mu + 2(1 - \sqrt{1+\mu})](1 - tg\varphi ctg\beta)}{\mu [\mu_0 + 2(1 - \sqrt{1+\mu_0})]}, \quad (8.3)$$

где $\mu = ctg(\delta+\varphi)ctg(\beta+\varphi)$;

$\mu_0 = ctg(\delta+\varphi)ctg\varphi$;

δ - угол трения грунта по вертикальной стенке, принимаемый равным 0,667 φ, град;

φ - угол внутреннего трения грунта, град;

β - угол трения грунта призмы обрушения по слою промерзшей засыпки (град), рекомендуется принимать равным (0,2 ÷ 0,3) φ.

8.7. Активное давление грунта в зоне промерзания засыпки определяется по формуле

$$P_a = \rho g y \lambda_a - c_{экв} \lambda_{ac}, \quad (8.4)$$

где λ_{ac} - коэффициент горизонтальной составляющей активного давления от сил сцепления;

y - координата точек, определяемая от верха засыпки, м.

В случае, когда $c_{экв}\lambda_{ac} > \rho g y \lambda_a$, активное давление грунта принимается равным нулю.

Пассивное давление мерзлого грунта определяется с учетом предельно длительного сцепления.

8.8. При расчете бельверка необходимо учитывать возможность повышения эксплуатационных нагрузок на причал в зимне-весенний

период за счет промерзания засыпки. Величина допускаемой повышенной эксплуатационной нагрузки определяется по формуле

$$q_1 = \frac{q}{x}, \qquad (8.5)$$

где q - эксплуатационная нагрузка при талом грунте засыпки, Па;

q_1 - эксплуатационная нагрузка при промерзании слоя грунта засыпки, Па.

При этом необходимо выполнить поверочный расчет устойчивости сооружения и анкерных устройств.

9. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЯЧЕИСТОГО ТИПА И УЗКИХ ЗАСЫПНЫХ ПИРСОВ

9.1. Расчет причальных сооружений ячеистого типа и узких засыпных пирсов следует проводить в соответствии с требованиями РД 31.31.23-81 с учетом указаний настоящего раздела.

9.2. При расчете устойчивости сооружений на сдвиг по вертикальной плоскости с учетом промерзания засыпки следует учитывать срез образовавшегося ледогрунтового ядра и возможность реализации двух расчетных схем в зависимости от сил смерзания ядра со стенками сооружения, когда:

силы смерзания ледогрунтового ядра со стенками незначительны, либо отсутствуют;

силы смерзания существенны и образуют жесткую связь между стенками и ледогрунтовым ядром.

9.3. Расчет устойчивости сооружения на сдвиг по вертикальной плоскости следует выполнять по условию

$$\gamma_{fc} M_{сдв} \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \gamma_{сд} M_{уд}, \qquad (9.1)$$

где $M_{сдв}$ - расчетный момент внешних горизонтальных сил относительно подошвы сооружения, Н·м;

$M_{уд}$ - расчетный момент удерживающих сил относительно центра подошвы, Н·м;

$\gamma_{fc}, \gamma_c, \gamma_n$ - соответственно коэффициенты сочетаний, условий работы, надежности по ответственности сооружений, принимаемые в соответствии с требованиями СНиП 2.06.01-86 ;

$\gamma_{сд}$ - дополнительный коэффициент условий работы, определяемый в соответствии с РД 31.31.23-81.

9.4. Расчетный момент удерживающих сил $M_{уд}$ на один метр длины узкого засыпного пирса с учетом промерзания засыпки определяется по формуле

$$M_{уд} = M_{уд1} + 0{,}67 b_п R_{сф} h_я + 2(M_{изг} + M_{см}), \quad (9.2)$$

где $M_{уд1}$ – момент удерживающих сил (Н·м/м), определяемый в соответствии с требованиями РД 31.31.23-81, с учетом СНиП 2.06.01-86;

$b_п$ – ширина пирса, м;

$R_{сф}$ – прочность ледогрунтового ядра на срез (Па), определяемое по Приложению 6 (рекомендуемое);

$h_я$ – высота ледогрунтового ядра, м;

$M_{изг}$ – реактивный момент, возникающий при отрыве ядра от лицевой стенки, Н·м/м;

$M_{см}$ – реактивный момент, возникающий при отрыве ядра от поперечных стенок, Н·м/м.

Реактивные моменты $M_{изг}$ и $M_{см}$ при отсутствии смерзания ледогрунтового ядра со стенками принимаются равными нулю.

9.5. Реактивные моменты $M_{изг}$ и $M_{см}$ на один метр узкого засыпного пирса, возникающие при отрыве ядра, соответственно от лицевой и поперечной стенок, определяются по формулам:

$$M_{изг} = \frac{R_и h_я^2}{6}, \quad (9.3)$$

где $R_и$ – прочность ледогрунтового материала на изгиб принимается равной 0,5 $R_{сж}$ (Па); $R_{сж}$ определяется по Приложению 6 (рекомендуемое)

$$M_{см} = \frac{R_{см} b_п^2 h_я}{2 a_п}, \quad (9.4)$$

где $R_{см}$ – прочность смерзания ледогрунтового материала с металлом (Па), определяемая по Приложению 6 ;

$a_п$ – расстояние между поперечными стенками в узком пирсе, м.

9.6. Расчетный момент удерживающих сил M_{dy} ячеистой конструкции с учетом промерзания засыпки определяется по формуле

$$M_{dy} = M_p + 0{,}589 D^2 R_{ср} h_я + M_{ся} + 2 M_{ия}, \qquad (9.5)$$

где M_p – момент удерживающих сил, определяемый в соответствии с требованиями РД 31.31.23-81, Н·м;

D – диаметр ячейки, м;

$M_{ся}$ – реактивный момент, возникающий при отрыве ледогрунтового ядра от шпунтовой стенки в результате ее смещения в плоскости смерзания, Н·м;

$M_{ия}$ – реактивный момент, возникающий при отрыве ядра от шпунтовой стенки в результате ее поворота в плоскости, перпендикулярной плоскости смерзания, Н·м.

При отсутствии смерзания ледогрунтового ядра с ограждением ячейки $M_{ся}$ и $M_{ия}$ принимаются равными нулю.

9.7. Реактивные моменты $M_{ся}$ и $M_{ия}$, возникающие при отрыве ледогрунтового ядра от шпунтового ограждения ячейки, определяются по формулам:

$$M_{ся} = 0{,}32 D^2 R_{см} h_я ;$$
$$M_{ия} = 0{,}13 D R_u h_я^2 . \qquad (9.6)$$

9.8. Высоту ледогрунтового ядра $h_я$ следует принимать по данным натурных измерений. При отсутствии таких данных высоту ледогрунтового ядра рекомендуется принимать:

в зимний период, а также при подвижках льда и ледоходе равной расстоянию между отметкой кордона причала и нижней кромкой льда на расчетный момент времени, м;

в весенний период при таянии льда на месте определяется по формуле

$$h_{\partial} = h_{\alpha} + \Delta , \qquad (9.7)$$

где h_{α} – толщина льда на расчетный момент времени, м;

Δ – величина, принимаемая равной 0,5 м.

9.9. Расчет местной прочности ячеистых конструкций при воздействии горизонтальных ледовых нагрузок следует выполнять по программе "CAROL" (Приложение 7, рекомендуемое).

10. РАСЧЕТ ОТКОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ

10.1. Расчет ледовых нагрузок на откосные сооружения следует производить в соответствии с СНиП 2.06.04-82, Руководством П 58-76 ВНИИГ и требованиями настоящей Инструкции.

10.2. Длину откоса от уровня воды, на который способен вползти лед под воздействием течения или ветра, рекомендуется определять по формуле

$$l_0 = \frac{F(\cos\alpha - f\sin\alpha)}{[\rho g h_d(\sin\alpha + f\cos\alpha) + c]\,b_\varphi} - \frac{\rho g h_d}{\sin\alpha}, \quad (10.1)$$

где F – горизонтальная ледовая нагрузка на откос (Н), определяемая по СНиП 2.06.04-82 с учетом требований настоящей Инструкции;

α – угол наклона к горизонту поверхности откоса, по которому лед стремится вползти, град;

ρ – плотность льда, кг/м^3;

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

h_d – расчетная толщина льда, м;

c – сцепление льда, Па;

f – коэффициент трения льда по поверхности вползания, определяемый по Приложению 8 (рекомендуемое);

b_φ – ширина сооружения по фронту, м.

10.3. Высоту возможного вползания льда на откос сооружения от уровня воды рекомендуется определять по формуле

$$H = l_0 \sin\alpha . \quad (10.2)$$

10.4. Высоту нагромождения льда в навале от уровня воды при его надвиге на откос следует определять по формуле

$$H_1 = \frac{F \sin\beta (\cos\beta - f \sin\beta)}{[\rho g h_{cl} (\sin\beta + f \cos\beta) + c] B_\phi}, \qquad (10.3)$$

где β – угол естественного откоса льда в навале (град), рекомендуется принимать $\beta = 30^\circ$;

f – коэффициент трения льда по льду, принимаемый в соответствии с Приложением 6 (рекомендуемое).

10.5. Плиты, уложенные на грунтовый откос с щебеночной подготовкой, должны рассчитываться как балка на упругом основании на действие нагрузки равной ледовой.

10.6. Плиты, уложенные на откос из каменной наброски, должны рассчитываться на прочность как плиты опертые по контуру, на действие нагрузки равной ледовой.

11. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

11.1. Требования настоящего раздела распространяются на расчет причальных сооружений следующих типов: заанкеренных больверков, засыпных пирсов в виде взаимозаанкеренных больверков, гравитационных сооружений.

При проектировании причальных сооружений на сейсмические нагрузки следует руководствоваться требованиями СНиП II-7-81, РД 31.31.26-81 и настоящего раздела.

11.2. Основными этапами расчета причальных сооружений являются:

формирование расчетной схемы сооружения;

определение сейсмических сил, действующих на сооружение при землетрясении;

определение остаточного давления грунта на стенку;

проверка общей устойчивости сооружения;

проверка прочности конструкции, ее элементов и основания.

11.3. Расчетную схему сооружения, используемую для определения сейсмических сил, рекомендуется формировать на основе метода конечных элементов с дискретной концентрацией масс в избранных узлах соединения конечных элементов. В ней должны быть представлены все ответственные конструктивные элементы, а также окружающий стенку грунт.

Варианты расчетных схем для различных типов сооружений приведены в Приложении 9 (рекомендуемое).

11.4. Горизонтальную E_{eqi} и вертикальную T_{eqi} сейсмическую силу в точке концентрации масс при i -той форме собственных колебаний следует определять по СНиП II-7-81.

11.5. Активное и пассивное давление грунта на стенку сооружения с учетом сейсмического воздействия следует определять

по СНиП II-7-81.

11.8. Расчет устойчивости и прочности конструкции сооружений типа больверк следует проводить в соответствии с требованиями РД 31.31.26-81.

11.7. Расчет устойчивости гравитационного сооружения на опрокидывание относительно переднего ребра или по схеме плоского сдвига следует производить на одновременное действие активного сейсмического давления грунта и сейсмических сил, обусловленных массой сооружений.

11.8. Опрокидывающий сейсмический момент M_{eg}, обусловленный массой гравитационного сооружения, при расчете устойчивости на опрокидывание определяется по формуле

$$M_{eg} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{k=1}^{m} T_{egi} h_0 + \sum_{k=1}^{m} E_{egi} a_0 \right)^2}, \qquad (11.1)$$

где T_{egi}, E_{egi} – соответственно вертикальная и горизонтальная сейсмическая сила действующая в каждом узле концентрации масс при i -той форме колебаний, Н;

h_0, a_0 – координаты центра масс гравитационного сооружения относительно ребра вращения, м;

m – число узлов концентрации масс в пределах гравитационного сооружения;

n – число учитываемых в расчете форм колебаний.

При этом учтено, что суммарный сейсмический момент относительно центра масс гравитационного сооружения равен нулю.

11.9. Суммарные горизонтальная и вертикальная сейсмические силы, обусловленные массой гравитационного сооружения, при расчете по схеме плоского сдвига определяются по формулам:

$$T_{cg} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{k=1}^{m} T_{cgi}\right)^2}\ ; \qquad (11.2)$$

$$E_{cg} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{k=1}^{m} E_{cgi}\right)^2}\ . \qquad (11.3)$$

11.10. Расчет усилий в элементах конструкции необходимо определять от суммарных нагрузок, вызванных сейсмическими воздействиями и определенных по статическому расчету.

11.11. Расчет устойчивости сооружения необходимо проводить от нагрузок, вызванных сейсмическими воздействиями.

11.12. Расчет сооружений на сейсмическое воздействие рекомендуется выполнять с использованием программы "ДИРА", реализующей метод конечных элементов на ЭВМ типа ЕС.

12. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЗАСЫПНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

12.1. При строительстве причальных сооружений происходит нарушение установившегося температурного режима побережья, это приводит к изменению очертания границы залегания вечномерзлых грунтов и теплового состояния грунтов основания, что в ряде случаев необходимо учитывать при проектировании.

12.2. Расчет температурного режима грунтов основания и засыпки причальных сооружений необходимо проводить с учетом следующих факторов:

тепловое влияние акватории;

условия теплообмена на поверхности причала;

изменение теплофизических характеристик грунтов и материалов при замораживании;

влияние температуры грунта, укладываемого в качестве обратной засыпки;

изменения режима грунтовых вод.

12.3. Температурный режим засыпных причальных сооружений характеризуется:

максимальными глубинами сезонного промерзания и оттаивания обратной засыпки;

ходом сезонного промерзания и оттаивания грунтов во времени;

положением нулевой изотермы в основании и грунте обратной засыпки;

глубиной распространения годовых колебаний температуры;

температурными полями в грунте на характерные моменты времени.

12.4. Максимальную глубину сезонного промерзания засыпки причальных сооружений в первый год эксплуатации следует прини-

мать от поверхности причала до отметки нижней кромки ледяного покрова акватории. Глубина промерзания засыпки в последующие годы определяется расчетом (Приложение 10, справочное).

12.5. Глубину сезонного оттаивания грунтов следует определять в соответствии с требованиями СНиП II-18-76.

12.6. Влияние на талую засыпку при замораживании фильтрующего потока воды при приливно-отливных явлениях следует принимать на расстоянии, за лицевой стенкой, равной высоте прилива от ординара при песчаной засыпке и двойной высоте прилива при каменной засыпке.

12.7. Расчет температурного режима засыпных причальных сооружений во времени рекомендуется выполнять по программе PQ 007. Пример расчета приведен в Приложении 11 (справочное).

12.8. Величины расчетных характеристик, необходимые для теплотехнических расчетов, следует принимать по данным натурных наблюдений, а при их отсутствии допускается принимать по СНиП II-18-76, СНиП 2.01.01-82 и другим справочным и нормативным материалам.

13. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

13.1. Конструирование причальных сооружений следует проводить согласно существующим нормативным документам и типовым проектам с учетом требований настоящего раздела.

13.2. Конструирование отдельных участков причального сооружения выполняется в зависимости от грунтовых условий, глубин, нагрузок, установленных габаритов сооружения, расположения отдельных элементов и их размеров, полученных по расчету, причем причальное сооружение по всей длине следует принимать одной конструкции. При уменьшении глубины или нагрузок вдоль причала конструкция сооружения может быть облегчена за счет уменьшения глубины погружения элементов, изъятия экранирующих свай, уменьшения объема сооружения, но при этом не рекомендуется использовать конструкции или элементы, которых нет в других секциях сооружения. Причальные сооружения рекомендуется в плане располагать с плавными переходами по участкам без углов и выступов. При соответствующем обосновании рекомендуется крепление дна у причала камнем или железобетонными плитами.

13.3. Лицевую стенку засыпных сооружений рекомендуется выполнять из стальных шпунтовых свай или труб, экранирующие стенки – из железобетонных свай и свай-оболочек. Допускается применение для лицевых стенок элементов из бетона высокой прочности.

13.4. Причальные сооружения следует проектировать с максимально возможной степенью сборности, с простыми и надежными в монтаже соединениями. Следует стремиться к уменьшению числа стыков сборных элементов, вынесению их из зоны перемен. ого уровня воды и, при необходимости, предусматривать защиту от воздействия льда и отрицательных температур.

13.5. В районах с возможными штормовыми ветрами причалы должны оснащаться штормовыми швартовными тумбами для дополнитель-

ного раскрепления судов, а также штатными местами для раскрепления портальных кранов и другого перегрузочного оборудования.

13.6. Железобетонные сваи и другие сборные железобетонные элементы рекомендуется выполнять предварительно напряженными.

13.7. Толщина железобетонных элементов должна быть не менее 20 см для конструкций расположенных в грунте. Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры должна быть не менее 50 мм.

13.8. Крепление анкерных тяг к лицевой стенке рекомендуется выполнять шарнирными. Для уменьшения неравномерности усилий в анкерах и улучшения их работы при изменении температур рекомендуется применять специальные муфты и компенсаторы (например, по авт.свид.№ 367221).

13.9. Обратную засыпку в сооружения следует предусматривать преимущественно из гравия, щебня, песка, за исключением пылеватого. Необходимо рассмотреть возможность создания засыпки гидронамывом. Допускается применение местных каменных материалов.

Для достижения достаточной плотности каменной засыпки следует применять камень различной крупности. Не допускается применять в засыпку камень массой более 50 кг в зоне конструкции ограждения сооружения и более 100 кг в ядре засыпки, а также постелистый камень массой более 30 кг.

При проектировании сооружений с созданием мерзлого ядра следует обязательно предусматривать уплотнение обратной засыпки.

13.10. Для тонкостенных железобетонных конструкций в зоне действия нагрузки следует предусматривать противоледовый пояс в виде утолщения или усиленного армирования стенки.

Высоту противоледового пояса рекомендуется принимать на один метр больше расчетной толщины льда.

13.11. Покрытие откосных сооружений не должно иметь выступающих частей. Для уменьшения воздействия льда на откосы следу-

ет предусматривать устройство подпорных стенок или берм на откосах, создание искусственных пляжей перед сооружением.

14. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

14.1. Проект организации строительства следует разрабатывать в соответствии с "Руководством по организации строительного производства в условиях северной зоны" и положениями настоящего раздела.

14.2. При разработке проекта необходимо предусматривать возведение причальных сооружений в зимний и весенний период со льда.

14.3. Устройство свайного основания сооружений рекомендуется осуществлять со льда подъемно-транспортной техникой на колесном или гусеничном ходу. Обратную засыпку следует осуществлять пионерным способом по мере создания свайного основания. Монтаж верхнего строения может проводиться в летний период.

14.4. Для ускорения строительства допускается производить наращивание толщины ледяного покрова путем послойного намораживания, очистки поверхности ледяного покрова от снега. Прочность льда может быть увеличена армированием.

14.5. Сроки вывода на лед строительной техники и минимально допустимые расстояния между машинами определяются в соответствии с требованиями "Руководства по организации строительного производства в условиях северной зоны".

14.6. Время нахождения технических средств на одном месте определяется по формуле

$$t = 200\left[\frac{(m_{max} - m)^2}{m_{max}\, m}\right]^3, \qquad (14.1)$$

где t - время стоянки, ч;

m_{max} - максимально допустимая масса груза при транспортировке по льду данной толщины (т), определяемая

по табл.I4.I ;

m – масса груза, для которого рассчитывается допустимое время стоянки, т.

Таблица 14.1

Допустимая масса груза при транспортировке по льду данной толщины

Масса груза, т	Толщина морского льда, см	Толщина пресноводного льда, см	Предельное расстояние до кромки льда, м
0,1	15	10	5
0,8	25	20	11
3,5	30	25	19
6,5	45	35	25
10, 0	50	40	26
20,0	70	55	30
40,0	100	95	38

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. При появлении на льду воды под действием прилива или нагона ветром нагрузка на лед должна быть снижена на 50–80%.

2. При наличии сухих несквозных трещин шириной менее 3 см и глубиной не более половины толщины льда нагрузка на лед должна быть снижена на 20%.

14.7. Передвижение по льду и работа на нем без предварительного обследования ледяного покрова и определения его несущей способности запрещается.

14.8. В проекте следует предусмотреть контроль за толщиной льда берегового припая, акватории порта и на трассе ледовых до-

рог. Замеры следует проводить зимой - один раз в 10 дней, весной и при повышении температуры воздуха до нуля градусов и выше на фоне отрицательных температур - ежедневно.

14.9. Необходимо предусматривать мероприятия по охране от загрязнения природных вод, атмосферы, сохранению поверхностного покрова. Должны быть запроектированы трассы дорог для доставки грузов на строиплощадку, емкости для сбора отходов и нефтепродуктов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(рекомендуемое)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО МИНУС 50°С

1. Сварку углеродистых сталей толщиной элементов до 20 мм рекомендуется производить при погонной энергии от 4 до 8 ккал/см. Сварку металлоконструкций из стали Ст3сп производить при погонной энергии выше 5,5 ккал/см, электродами типа Э42А или Э46А по ГОСТ 9467-75. Сварку металлоконструкций из низколегированной стали типа 09Г2С толщиной до 16 мм производить при погонной энергии до 5 ккал/см электродами типа Э50А, прокаленными при температуре 450 ÷ 500°С.

2. Производить сварку листовых и трубчатых конструкций из стали с пределом текучести до 500 МПа при отрицательных температурах без подогрева следует электродами с фтористокальциевыми покрытиями или с покрытием не ниже типа Э42А. При применении других электродов необходим местный нагрев стали до 150°С на ширине не менее 100 мм с каждой стороны шва в зоне выполнения сварки. Сварку металлоконструкций из высокопрочных сталей следует проводить с подогревом до 150°С электродами АНП-2, согласно ТУ-12-4-468-73.

3. В сварных конструкциях из шпунта и пластин допускается применение элементов из различных сталей в зависимости от условий работы. При этом не должно использоваться более двух марок стали и электродов. Запрещается сварка прокатных профилей одного сечения из разных марок стали.

4. При необходимости приварки к основным несущим элементам или другим узлам конструкции вспомогательных элементов, распола-

гать их следует в зонах сжимающих напряжений. В стыковых соединениях листов, профилей разной толщины следует обеспечить плавность перехода для устранения концентрации напряжений. В комбинированных конструкциях несущие пояса, элементы могут изготовляться из низколегированной стали, а диафрагмы, ребра жесткости - из углеродистой.

5. Не допускается применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается сварным швом, а часть - заклепками или болтами.

6. Сварку коробчатых конструкций, составленных из отдельных элементов, например, стального шунта, при их удлинении следует проводить в одном сечении с использованием накладок.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(рекомендуемое)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЬДА

Прочностные характеристики речного и морского льда для арктических районов для определения горизонтальных ледовых нагрузок на сооружение рекомендуется определять по данным натурных наблюдений.

Допускается определять прочностные характеристики льда по формуле

$$R = 0{,}8\ K_1\ K_2\ R_1,$$

где R_1 – прочностные характеристики льда в зависимости от солености и температуры, определяемые по графикам (рис. 1,2,3);

K_1 – коэффициент, учитывающий структуру льда, определяемый по табл. 1;

K_2 – коэффициент, учитывающий плотность льда и влияние приложения нагрузки, принимаемый по табл. 2.

Таблица 1

Значения коэффициента K_1, учитывающего структуру льда

Структура льда	Условия образования льда	Коэффициент K_1		
		при сжатии	при изгибе	при срезе
Шестовато-игольчатая или волокнистая	Пресный лед устьевые участки рек, впадающих в арктические моря, пресные водоемы	1,0	1,0	1,0
	Морской лед дрейфующий лед, припайный лед в зоне стационарных полыней			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

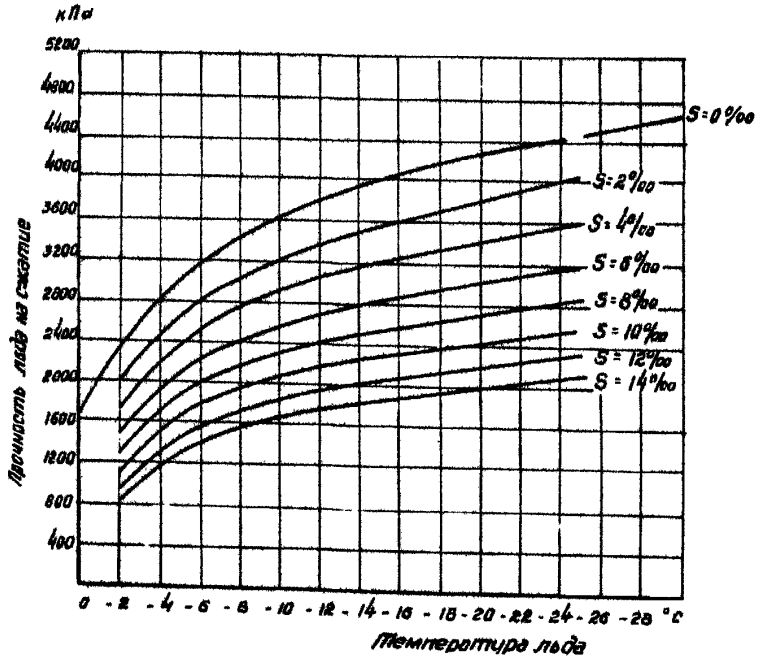


Рис.1. Зависимость прочности льда на сжатие от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

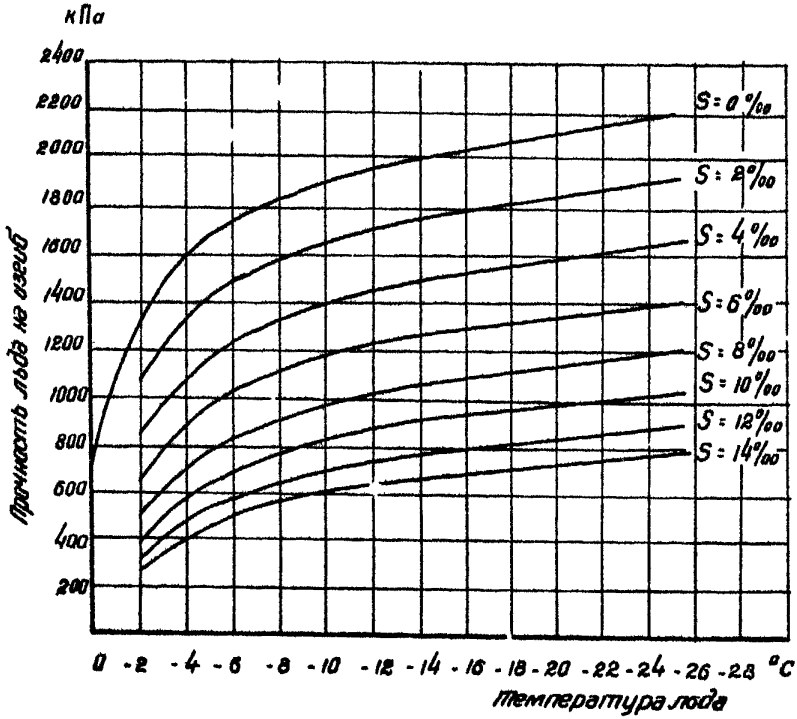


Рис.2. Зависимость прочности льда на изгиб от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

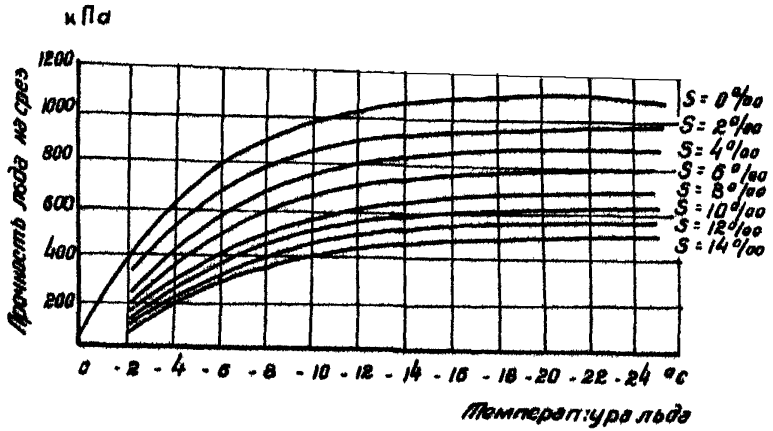


Рис.3. Зависимость прочности льда на срез от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(продолжение)

Продолжение табл. 1

Структура льда	Условия образования льда	Коэффициент K_1		
		при сжатии	при изгибе	при срезе
Зернистая	Пресный лед во всех случаях, кроме указанных выше Морской лед при течениях, колебаниях температуры, солености, при ветрах, при образовании торосов	0,5	0,5	0,9

Таблица 2

Значения коэффициента K_2, учитывающего плотность льда и влияние направления приложения нагрузки

Приложение нагрузки	Коэффициент K_2		
	при сжатии	при изгибе	при срезе
Перпендикулярно поверхности замерзания (вдоль структурных элементов льда)	1,2	1,0	1,0
Параллельно поверхности замерзания (перпендикулярно структурным элементам льда)	1,0 – 0,8[x]	1,0	1,0

[x] ПРИМЕЧАНИЕ. Большее значение K_2 принимается для льда зернистой структуры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(рекомендуемое)

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО-ДЛИТЕЛЬНОГО ЭКВИВАЛЕНТНОГО СЦЕПЛЕНИЯ

Таблица 1

Расчетные значения предельно-длительного эквивалентного сцепления $C_{экв.}$ невасоленных грунтов

Наименование грунта	Предельно-длительное эквивалентное сцепление $C_{экв.}$, Па при температуре грунта °С								
	-0,5	- 1	-1,5	- 2	- 3	- 4	- 6	- 8	-10
Пески средние	15	21	24	27	33	38	45	51	57
Пески мелкие и пылеватые	11	15	18	22	27	31	38	44	49
Супеси	8,5	10	13	17,5	22	25	32,5	38,5	43
Суглинки и глины	7	8,5	10,5	13	15	20	26	32,5	37

Таблица 2

Расчетные значения предельно-длительного эквивалентного сцепления $C_{экв.}$ засоленных грунтов

Наименование грунта	Засоленность грунта %	Предельно-длительное эквивалентное сцепление $C_{экв}$, Па при температуре грунта °С			
		- 1	- 2	- 3	- 4
Пески средние и мелкие	0,1	8,0	10,5	13,0	15,0
	0,2	2,0	3,5	5,0	8,0
	0,3	-	2,0	3,5	5,0
	0,5	-	-	2,0	3,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(продолжение)

Продолжение табл. 2

Наименование грунта	Засоленность грунта %	Предельно-длительное эквивалентное сцепление C_{eq}, Па при температуре грунта °С			
		- 1	- 2	- 3	- 4
Супеси	0,15	8,5	13,0	17,5	23,0
	0,3	4,5	8,5	12,5	16,5
	0,5	-	4,5	7,0	10,5
	1,0	-	-	3,0	5,0
Суглинки	0,2	7,0	11,5	16,0	19,0
	0,5	2,0	5,0	9,0	12,0
	0,75	-	2,5	6,0	8,0
	1,0	-	-	4,5	7,0

Таблица 3

Расчетные значения предельно-длительного сцепления некоторых крупнообломочных мерзлых грунтов

Наименование грунта	Коэффициент пористости	Содержание заполнителя %	Влажность	Температура, °С	Предельно-длительное сцепление Па
Гравий и галька с песчаным заполнителем	0,28	32	0,10	- 1	31
				- 3	40
				- 5	50
				-10	72
Гравий и галька с примесью супеси	0,47	5	0,17	- 5	19
	0,38	20	0,25	- 5	29

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(продолжение)

Продолжение табл. 3

Наименование грунта	Коэффициент пористости	Содержание заполнителя %	Влажность	Температура, °С	Предельно-длительное сцепление Па
Песчаный гравий с галькой	0,38	48	0,13	- 5	27
Супесчаный гравий с галькой	0,27	48	0,18	- 5	30
Суглинистый гравий с галькой	0,40	48	0,14	- 5	25
Суглинистый щебень	0,41	42	0,14	- 1	19

Приложение 4
(рекомендуемое)

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ψ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ И ДЛИНЫ ОТСЕКОВ МАССИВА - ГИГАНТА

$\frac{a}{\ell}$	I,0	I,I	I,2	I,3	I,4	I,5	I,6	I,7	I,8	I,9	2,0
ψ	55,74	46,77	40,90	36,89	34,08	32,04	30,54	29,40	28,52	27,75	27,28

ПРИМЕЧАНИЯ:
1. a - длина отсека, м;
2. ℓ - ширина отсека, м.

ПРИМЕР РАСЧЕТА БОЛЬВЕРКА НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ЛЕДОВУЮ НАГРУЗКУ ПО ПРОГРАММЕ "БЕД"

ПРИЧАЛ 4
ВАРИАНТ N 4
ЭКРАНИРОВАННЫЙ БОЛЬВЕРК
И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е
ПЕРЕМЕННЫЕ

ТАБЛИЦА 1

СТЕНКА	ШИРИНА СТЕНКИ В,М.	ДЛИНА СТЕНКИ Z,М.	КОЛИЧЕСТВО ОПОР N,ЕД.	МОДУЛЬ УПРУГОСТИ КПА.	ВЕРТИКАЛЬНАЯ НАГРУЗКА В,КН/М.	РАССТОЯНИЕ ОТ ВЕРХА ДО ДНА (ПЛИТЫ)
Л	1.00	27.00	29	100000.00	5.00	10.00
З	1.00	25.00	27	2140000.00	0.00	2.00

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ ТАБЛИЦА 2

ОТМЕТКА ГРУНТА Z,М.	ОБЪЕМНЫЙ ВЕС С КН/М**2	КОЭФ.ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ К,КН/М**4	УГОЛ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ F,ГРАД.	УДЕЛЬНОЕ СЦЕПЛЕНИЕ С,КПА	КОЭФ.ГОРИЗ.СОСТ. ПАССИВ.ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА.	КОЭФ.ГОРИЗ.СОСТ. ПАССИВ.ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА ОТ С
ПЕРЕД ЛИЦЕВОЙ СТЕНКОЙ						
0.00	9.00	5000	24.00	5.00	3,78	5,24
ЗА ЛИЦЕВОЙ СТЕНКОЙ						
0.00	16.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
2.00	16.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
3.00	9.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
5.00	9.00	10000	30.00	0.00	5,67	7,18
10.00	9.00	5000	24.00	5.00	3,78	5,24
ЗА ЭКРАНИРУЮЩЕЙ СТЕНКОЙ						
0.00	16.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
2.00	16.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
3.00	9.00	50000	0.00	200.00	5,67	7,18
5.00	9.00	10000	30.00	0.00	5,67	7,18
10.00	9.00	5000	24.00	5.00	3,78	5,24

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА

ТАБЛИЦА 3

ЛИЦЕВАЯ СТЕНКА		ЭКРАНИРУЮЩАЯ СТЕНКА	
ДЛИНА ПРОЛЕТА L,M.	МОМЕНТ ИНЕРЦИИ I,M**4	ДЛИНА ПРОЛЕТА L,M.	МОМЕНТ ИНЕРЦИИ I,M**4
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	0.70	1.00
1.00	1.00	0.30	1.00
0.70	1.00	1.00	1.00
0.30	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00
1.00

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

ТАБЛИЦА 4

ВЕЛИЧИНА НАГРУЗКИ Р,КН	НОМЕР ПРОЛЕТА N.ЕД.	ПРИВЯЗКА К ВЕРХНЕЙ ОПОРЕ ПРОЛЕТА А,М
888.88	5	8.88

Р Е З У Л Ь Т А Т Ы Р А С Ч Е Т А
З К Р А Н И Р У Ю Щ Е Й С Т Е Н К И

NN ОПОРЫ	ОТМЕТКА ОТ ВЕРХА СООРУЖЕНИЯ М.	МОМЕНТ НА ОПОРЕ КНхМ.	РЕАКЦИЯ ГРУНТА КН.	НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРУНТА КН.	П Р О Г И Б М.
1	2	3	4	5	6
1	2.88	8.88888	134.38229	1881.44888	8.88134382
2	3.82	22.75381	281.33632	1458.33688	8.88113696
3	3.78	23.62873	148.87756	863.94858	8.88896785
4	4.88	22.88887	189.88328	1133.87358	8.88892115
5	5.88	-15.89225	153.49146	374.22888	8.88869769
6	6.88	-86.95399	48.28198	425.25888	8.88848242
7	7.88	-96.22829	27.69878	476.28888	8.88829669
8	8.88	-97.8116:	15.88852	527.31888	8.88815376
9	9.88	-83.58481	6.26759	578.34888	8.88865538
10	10.88	-62.93427	-8.57888	629.37388	-8.88888442

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

NN опоры	ОТМЕТКА ОТ ВЕРХА СООРУЖЕНИЯ м.	МОМЕНТ НА ОПОРЕ кНм.	РЕАКЦИЯ ГРУНТА кН.	НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРУНТА кН.	П Р О Г И Б м.
1	2	3	4	5	6
11	11.00	-42.93181	-2.72951	396.98000	-0.00003589
12	12.00	-25.65867	-3.97553	447.93000	-0.00004529
13	13.00	-12.56145	-4.22285	498.96000	-0.00004319
14	14.00	-3.28487	-3.77019	549.99000	-0.00003498
15	15.00	2.81760	-2.93772	601.02000	-0.00002494
16	16.00	4.38435	-1.99582	652.05000	-0.00001562
17	17.00	4.75529	-1.12852	703.08000	-0.00000819
18	18.00	3.99790	-0.53517	518.38000	-0.00000289
19	19.00	2.90534	0.05976	736.60000	0.00000056
20	20.00	1.87255	0.29611	769.90000	0.00000245
21	21.00	1.13586	0.44866	803.20000	0.00000385
22	22.00	0.84778	0.54428	836.50000	0.00000447
23	23.00	1.10589	0.59852	869.80000	0.00000446
24	24.00	1.03639	0.57416	903.10000	0.00000436
25	25.00	0.87254	0.49298	936.40000	0.00000361
26	26.00	0.10000	0.36622	969.70000	0.00000259
27	27.00	0.00000	0.10000	497.33750	0.00000140

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА
ЛИЦЕВАЯ СТЕНКА

№№ опоры	ОТМЕТКА ОТ ВЕРХА СООРУЖЕНИЯ м.	МОМЕНТ НА ОПОРЕ кНм.	РЕАКЦИЯ ГРУНТА кН.	НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРУНТА кН.	П Р О Г И Б м.
1	2	3	4	5	6
1	0.00	0.00000	-14.90586	721.34900	-0.00232881
2	2.00	-29.81813	111.62849	1692.16000	0.00037585
3	3.00	66.11329	222.85166	1284.11200	0.00186768
4	3.70	292.89585	135.24891	773.22350	0.00250626
5	4.00	178.66385	221.64352	1015.13750	0.00245513
6	5.00	-12.46944	168.18869	192.78000	0.00148394
7	6.00	-27.62184	17.61453	243.81000	0.00036868
8	18.00	4.52375	-0.36618	17.26250	-0.00058577
9	19.00	0.81978	-1.74762	59.53000	-0.00034952
10	20.00	7.36819	-1.73738	92.80000	-0.00017373
11	21.00	0.17936	-0.95220	126.10000	-0.00006348
12	22.00	0.03820	-0.17953	159.42000	-0.00000898
13	23.00	0.00758	0.91614	751.40000	0.00000841
14	24.00	0.31310	0.96650	784.70000	0.00002849
15	25.00	-0.12489	0.49558	818.00000	0.00000417
16	26.00	-0.06729	0.00960	292.60000	0.00000024
17	27.00	0.00000	-0.86729	150.78750	-0.00000383

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

ОТМЕТКА СЕЧЕНИЯ М.	ИЗГИБАЮЩИЙ МОМЕНТ КН•М.
0.00	0.00000
1.00	-14.58596
2.00	-29.81813
3.00	68.11320
3.70	292.09585
4.00	178.66305
5.00	-12.46944
6.00	-27.42184
7.00	-24.75971
8.00	-22.09758
9.00	-19.43544
10.00	-16.77331
11.00	-14.11118
12.00	-11.44905
13.00	-8.78691
14.00	-6.12478
15.00	-3.46265
16.00	-0.80052
17.00	1.86162
18.00	4.52375
19.00	6.81978
20.00	7.36819
21.00	6.17938
22.00	4.83828
23.00	1.71798
24.00	0.31316
25.00	-0.12489
26.00	-0.06729
27.00	0.00000

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(рекомендуемое)

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕДОГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

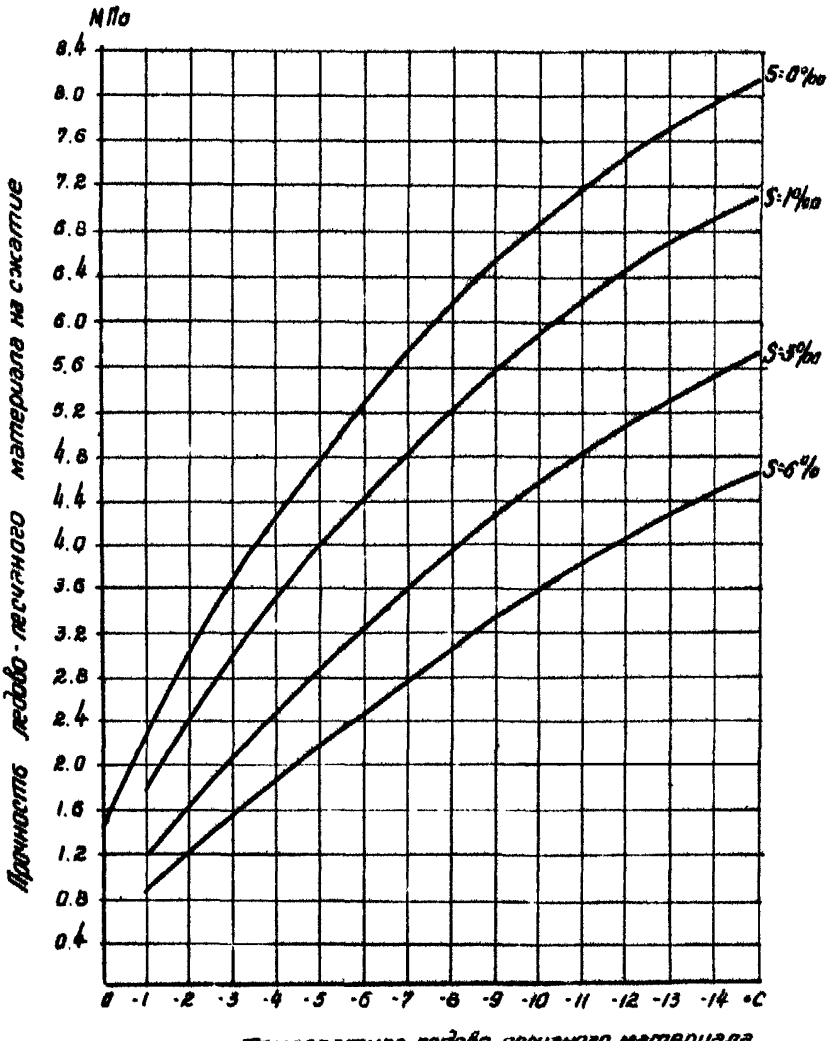


Рис.1 Зависимость прочности ледово-песчаного материала на сжатие от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

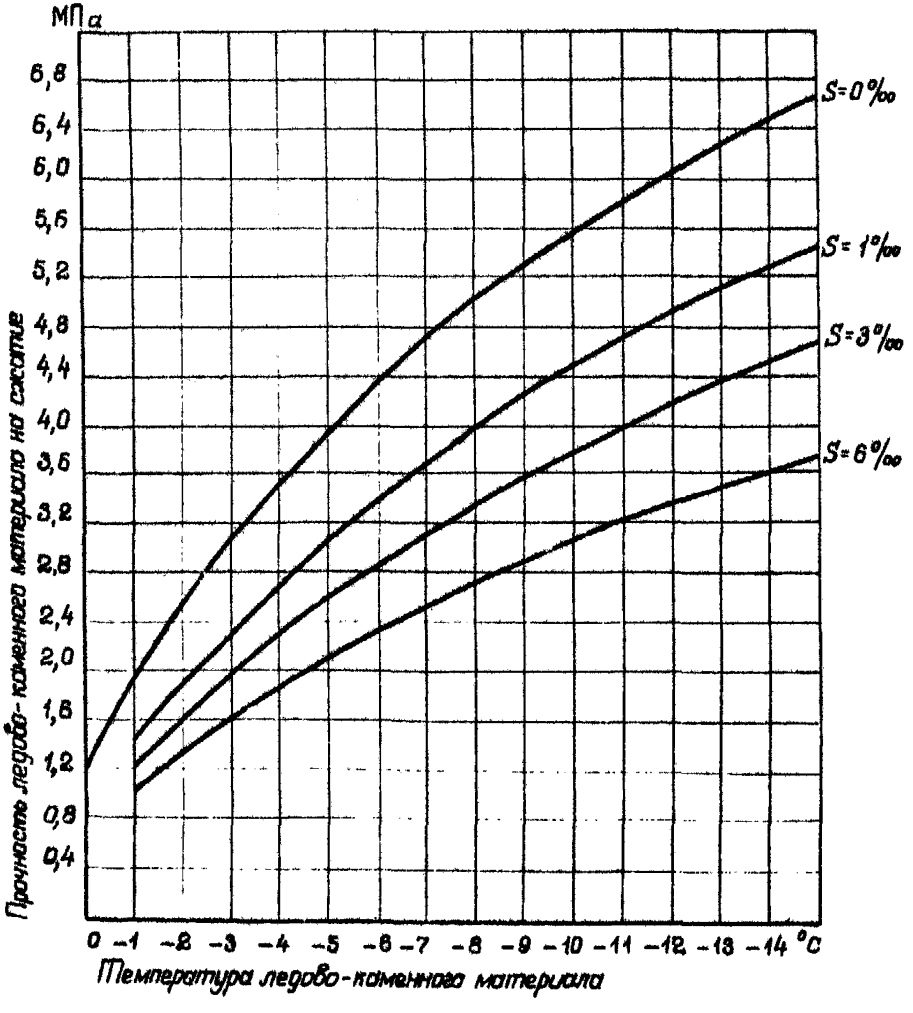


Рис.2. Зависимость прочности ледово-каменного материала на сжатие от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

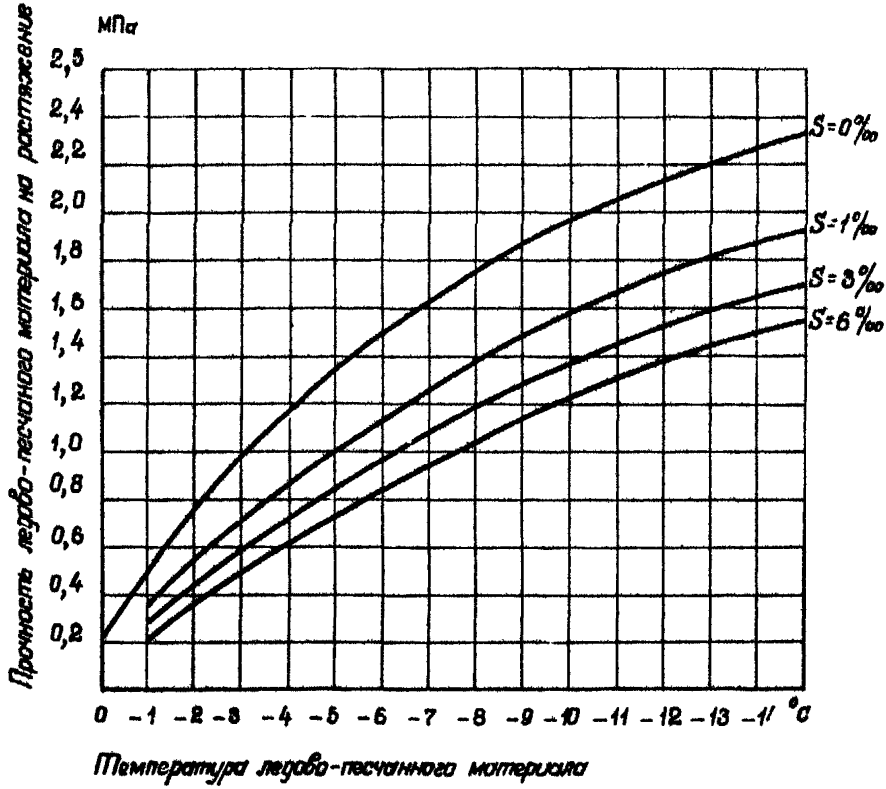


Рис.3. Зависимость прочности ледово-песчаного материала на растяжение от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

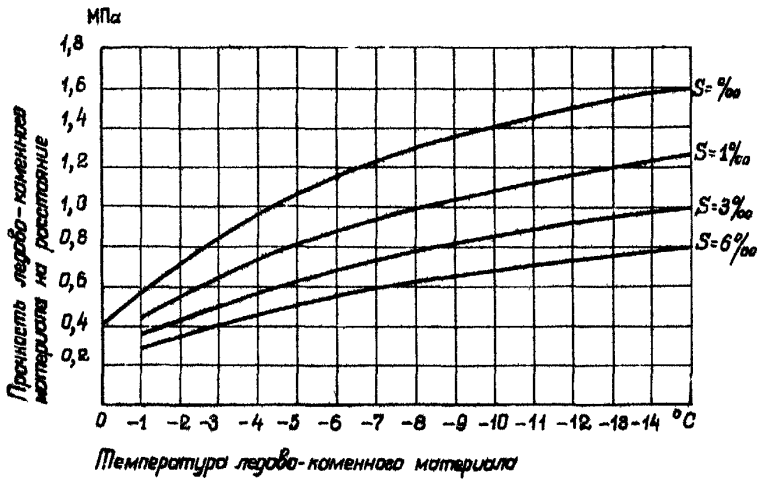


Рис.4. Зависимость прочности ледово-каменного материала на растяжение от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

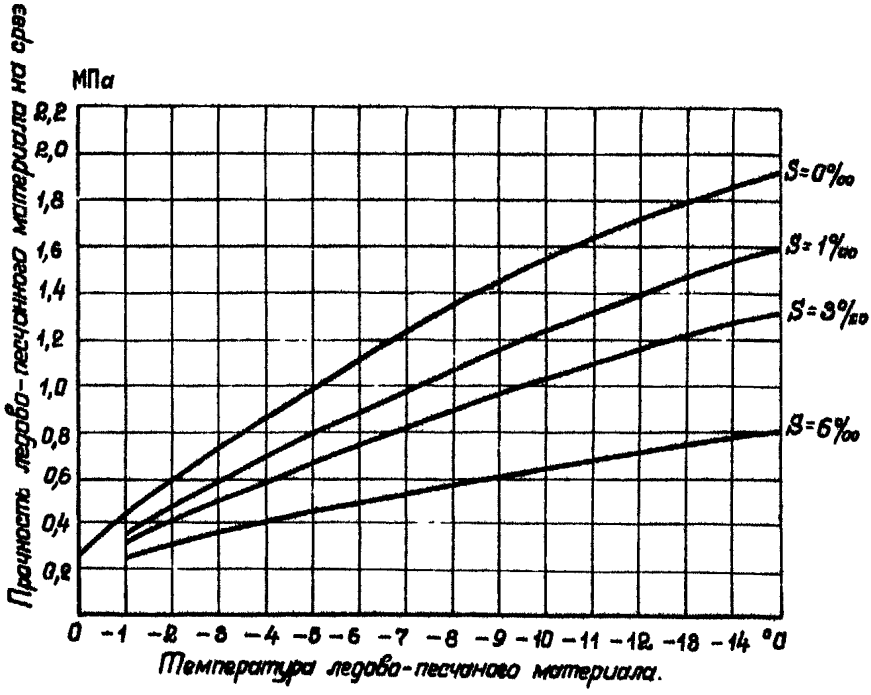


Рис.5. Зависимость прочности ледово-песчаного материала на срез от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

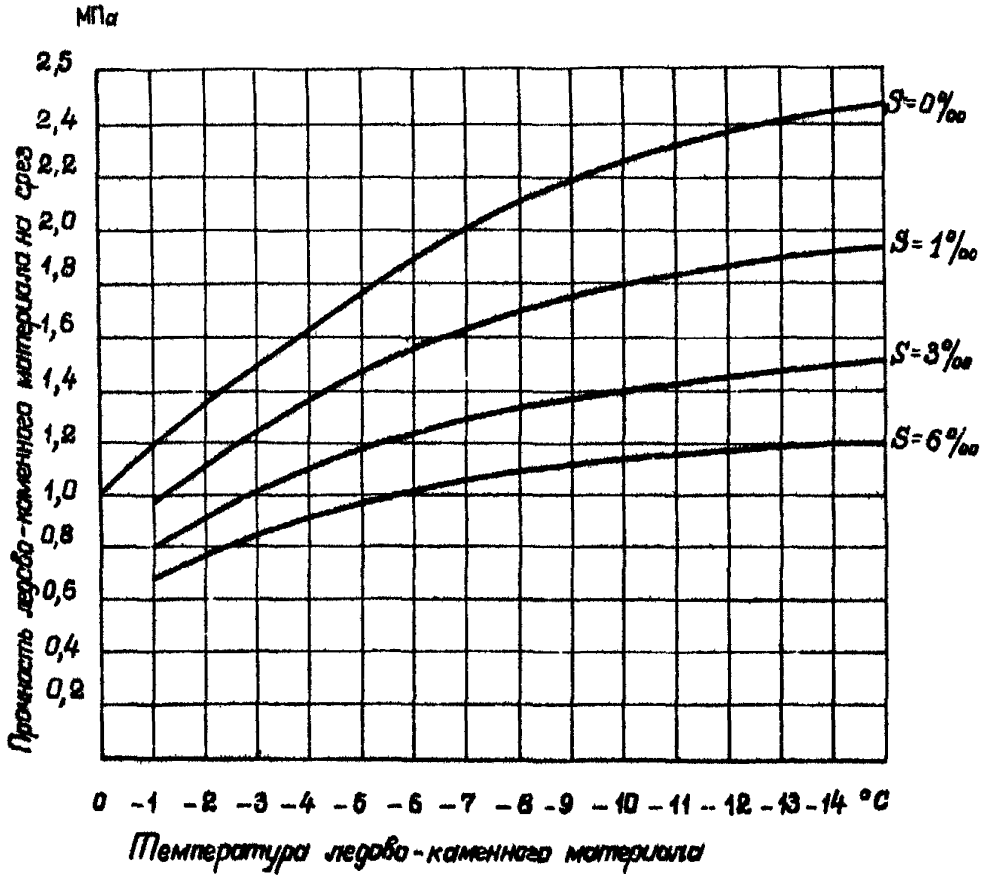


Рис.6. Зависимость прочности ледово-каменного материала на срез от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

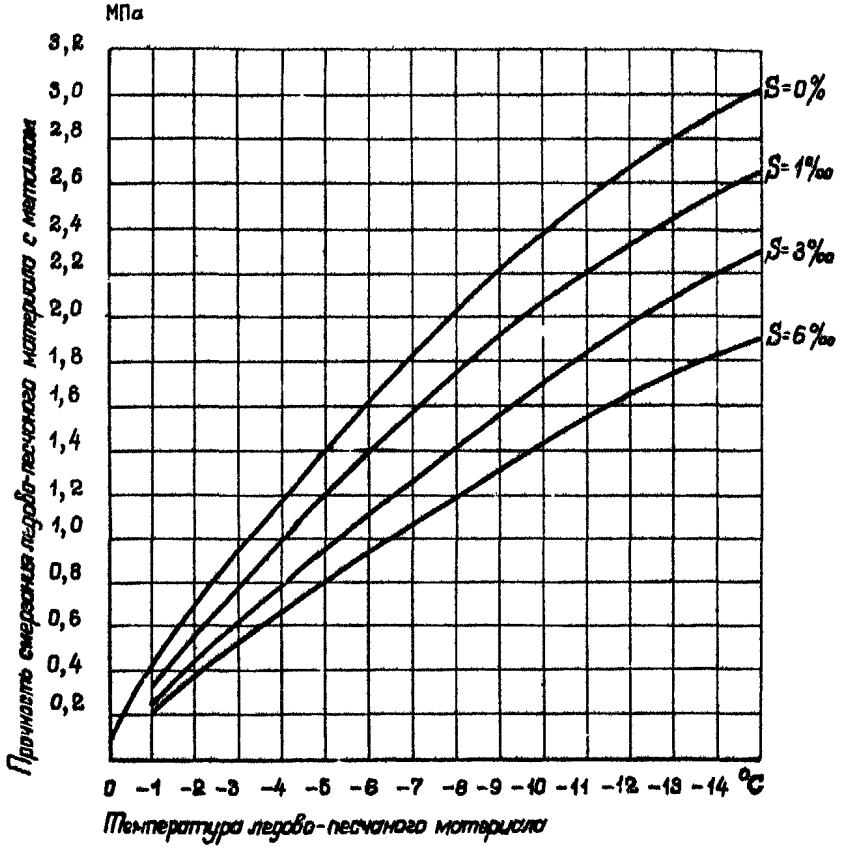


Рис.7. Зависимость прочности смерзания ледово-песчаного материала с металлом от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(продолжение)

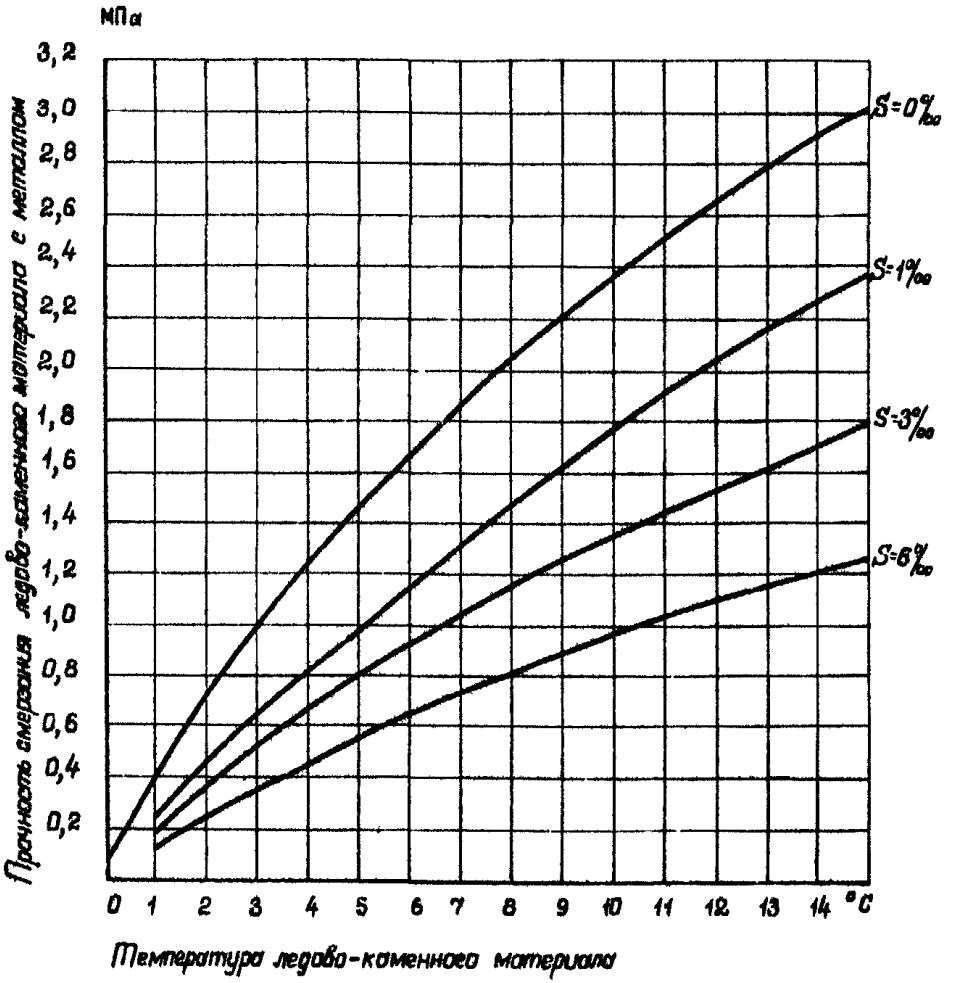


Рис.8. Зависимость прочности смерзания ледово-каменного материала с металлом от его температуры и солености

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
(справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ШПУНТОВОЙ ЯЧЕЙКИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ЛЕДОВУЮ НАГРУЗКУ ПО ПРОГРАММЕ "CAROL"

Исходные данные

Радиус ячейки r = 8,15 м.

Толщина шпунта $t_ш$ = 0,01 м.

Ширина шпунта $b_ш$ = 0,4 м.

Удвоенная длина шпунта до проектного дна $l_ш$ = 9,6x2 = 19,2 м.

Модуль упругости материала E = $2 \cdot 10^5$ МПа

Коэффициент Пуассона ν = 0,3

Коэффициент жесткости наполнителя K = 120 МН/м^3

Толщина льда $h_л$ = 2,0 м

Расстояние от верха шпунтин до ледового пояса $a_ш$ = 0,5 м.

Ледовая нагрузка на сооружение F = 16,8 МН

Число нагруженных шпунтин n = 64

Вертикальные координаты расчетного сечения

(нижнее сечение X = 0; y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6 =

верхнее сечение $X = l_ш/2$) = 9,1 м 8,1 м 7,1 м 000

Число членов ряда Фурье N = 100

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
(продолжение)

Радиальные перемещения и нормальные усилия в сечении X = 8,1 м (середина области нагружения в вертикальном направлении)

Номер шпунтины (дуговая коорд. φ)	Радиальные перемещения в метрах $w \cdot 10^3$	Нормальные усилия $S \cdot 10$ МН/пог.м		
		окружные	вертикальные	
		$S_{2,i}(X,0)$	$S_{1,i}(X,0)$	$S_{1,i}(X,\delta_w)$
33 / $\varphi = 0$ /	- 4,69	- 5,956	- 1,872	- 1,600
35	- 4,67	- 5,939	- 2,248	- 1,289
37	- 4,60	- 5,888	- 2,608	- 0,894
39	- 4,48	- 5,804	- 2,947	- 0,500
41	- 4,32	- 5,687	- 3,260	- 0,113
43	- 4,11	- 5,540	- 3,543	0,262
45	- 3,86	- 5,364	- 3,792	0,618
47	- 3,57	- 5,162	- 4,001	0,951
49	- 3,24	- 4,937	- 4,167	1,253
51	- 2,88	- 4,693	- 4,284	1,517
53	- 2,49	- 4,434	- 4,347	1,738
55	- 2,07	- 4,167	- 4,348	1,893
57	- 1,63	- 3,898	- 4,280	1,981
59	- 1,17	- 3,636	- 4,131	1,983
61	- 0,69	- 3,392	- 3,869	1,879
63	- 0,20	- 3,183	- 3,550	1,662
65 / $\varphi = \pi/2$ /	0,28	- 2,874	- 3,041	1,253
67	0,29	- 2,815	- 2,606	0,931
69	0,25	- 2,661	- 2,258	0,669
73	0,25	- 2,463	- 1,789	0,295
77	0,24	- 2,351	- 1,454	0,044
81	0,23	- 2,286	- 1,230	- 0,141
85	0,23	- 2,246	- 1,056	- 0,293
89	0,23	- 2,223	- 0,908	- 0,428
93	0,23	- 2,211	- 0,774	- 0,555
96 / $\varphi = \pi$ /	0,23	- 2,207	- 0,679	- 0,648

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

(рекомендуемое)

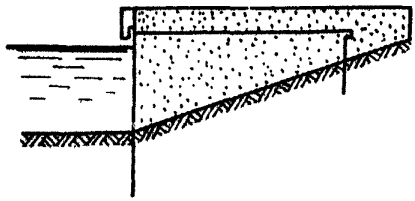
ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЛЬДА f

При вползании льда	Коэффициент трения
По льду	0,1
По бетону	0,1
По грунту	0,15
По свежему снегу толщиной	
0,5 см	0,17
2,0 см	0,27
15,0 см	0,92

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
(рекомендуемое)

ВАРИАНТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

а)



б)

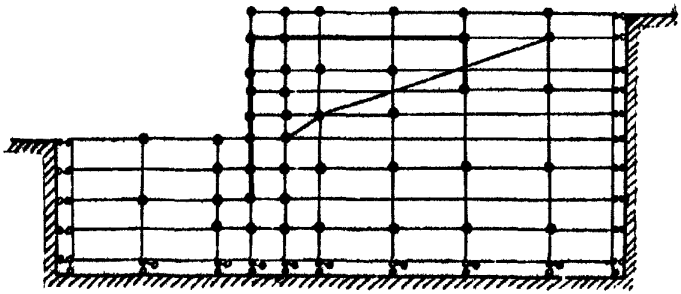


Рис.1. Расчетная схема заанкеренного больверка а – разрез причала; б – расчетная схема по МКЭ

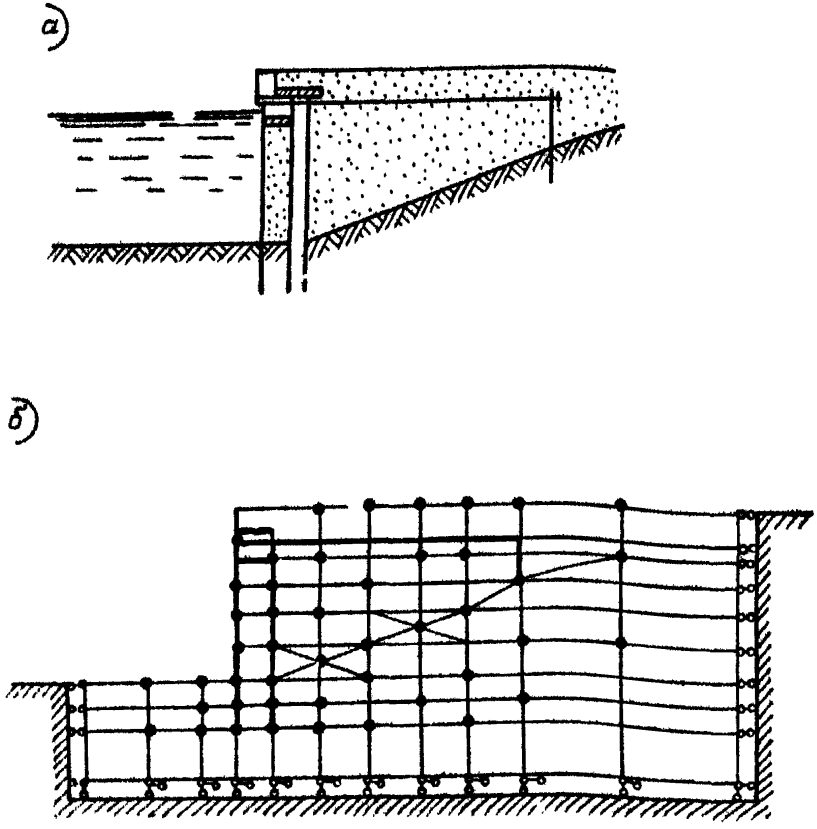


Рис 2. Расчетная схема экранированного больверка: а – разрез причала; б – расчетная схема по МКЭ

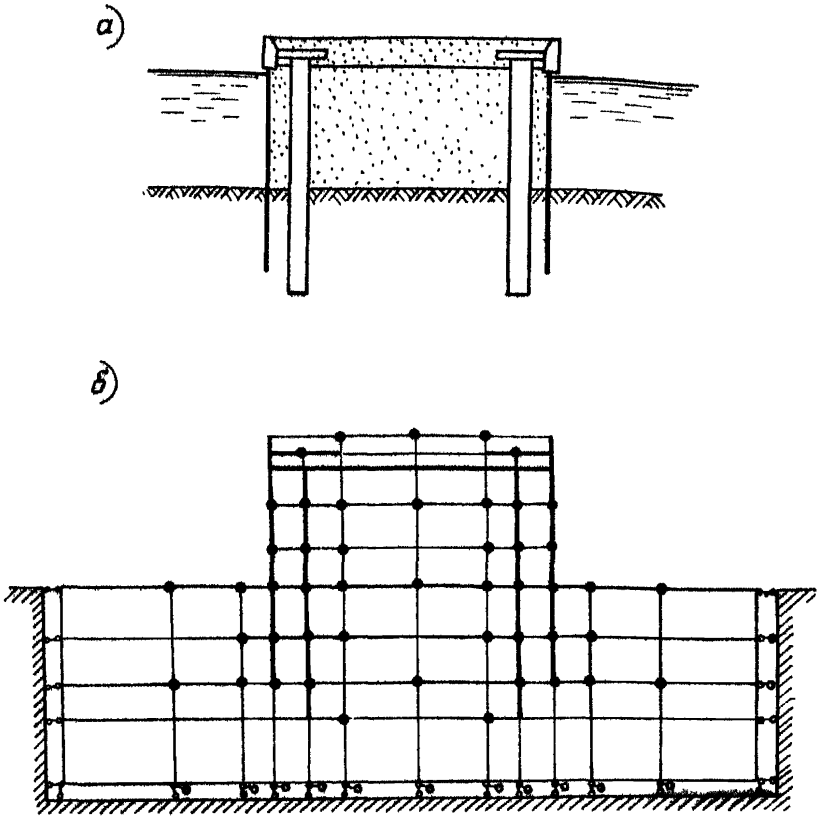


Рис.3. Расчетная схема засыпного пирса в виде взаимозаанкеренных больверков а – разрез причала, б – расчетная схема по МКЭ

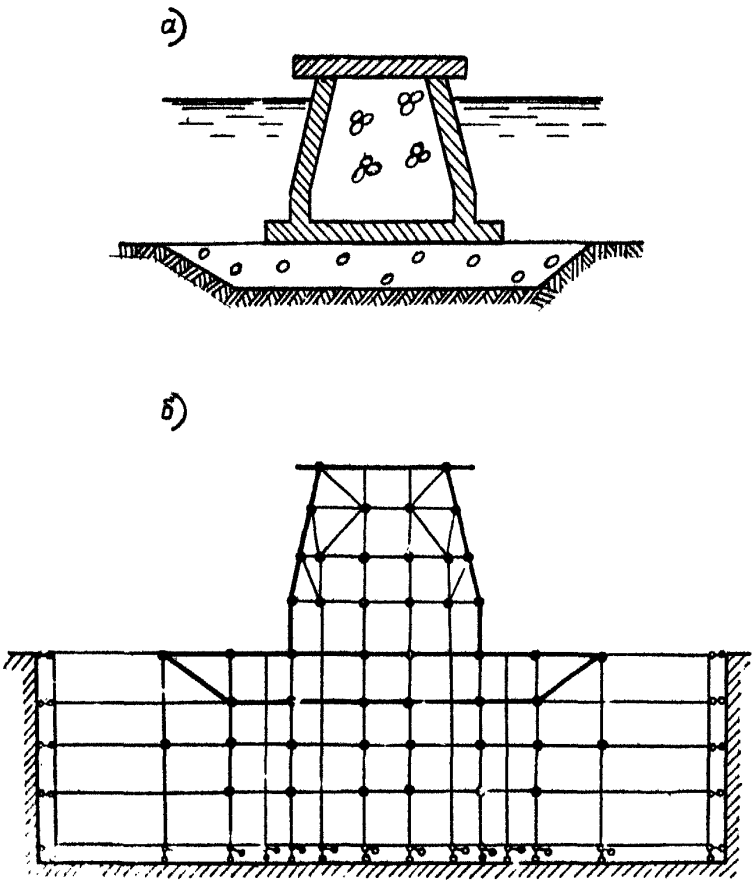


Рис 4. Расчетная схема массива-гиганта: а – разрез причала; б – расчетная схема по МКЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(справочное)

РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТА

1. Глубина сезонного промерзания грунта определяется по формуле

$$d_{пр} = D\, t_{ф}, \qquad (1)$$

где D – безразмерный параметр, определяемый по п.2;

$t_{ф}$ – фиктивная толщина слоя грунта промерзающая в зимний период, эквивалентная сумме термических сопротивлений теплоотдачи с поверхности грунта, м, определяемая по формулам 4,5.

2. Безразмерный параметр D определяется по рис. I,2,3,4 в зависимости от параметров A и B, определяемых по формулам:

$$A = \frac{q_m\, t_{ф}}{\lambda_м\, t_{red}}, \qquad (2)$$

$$B = \frac{\lambda_м\, t_{red}}{t_{ф}^2} \cdot \frac{T_э}{L_0 + 0{,}5\, C_м\, t_{red}}, \qquad (3)$$

где q_m – осредненный за расчетный период тепловой поток, ($Вт/м^2$), через границы промерзания грунта, зависящий от температуры нижележащей толщи грунта и определяемый по графику 5;

$t_{ф}$ – фиктивная толщина слоя грунта, определяемая по п.3;

$\lambda_м$ – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/ (м °С);

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

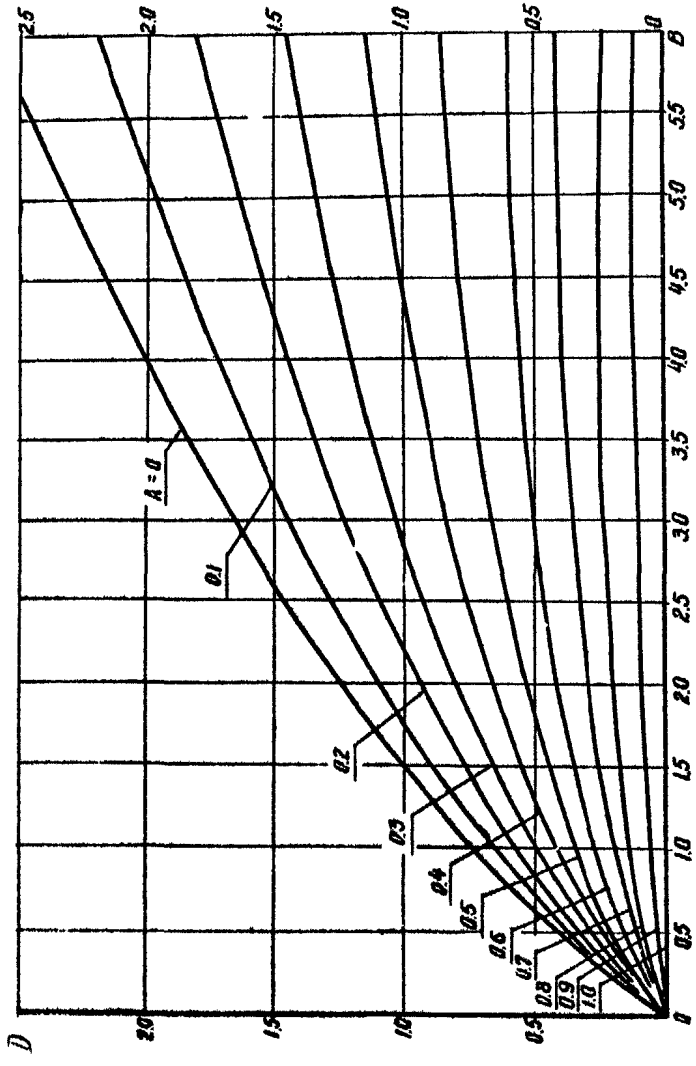


Рис.1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

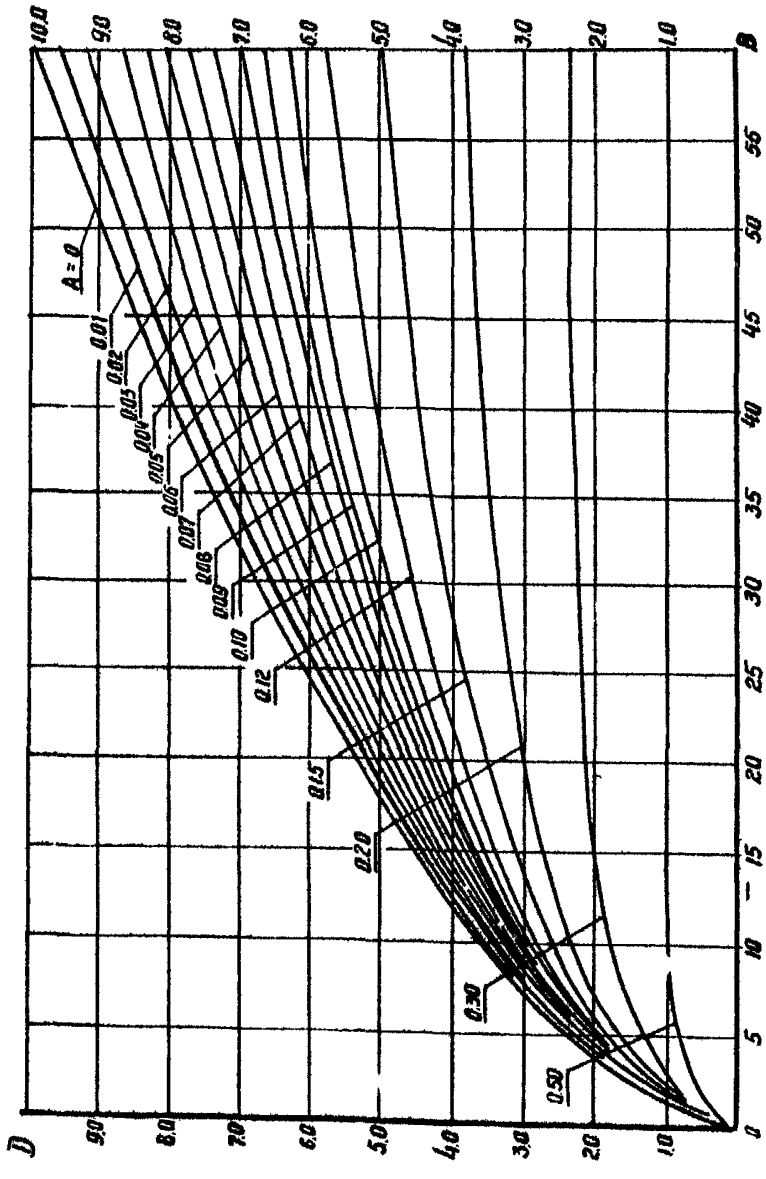


Рис.2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

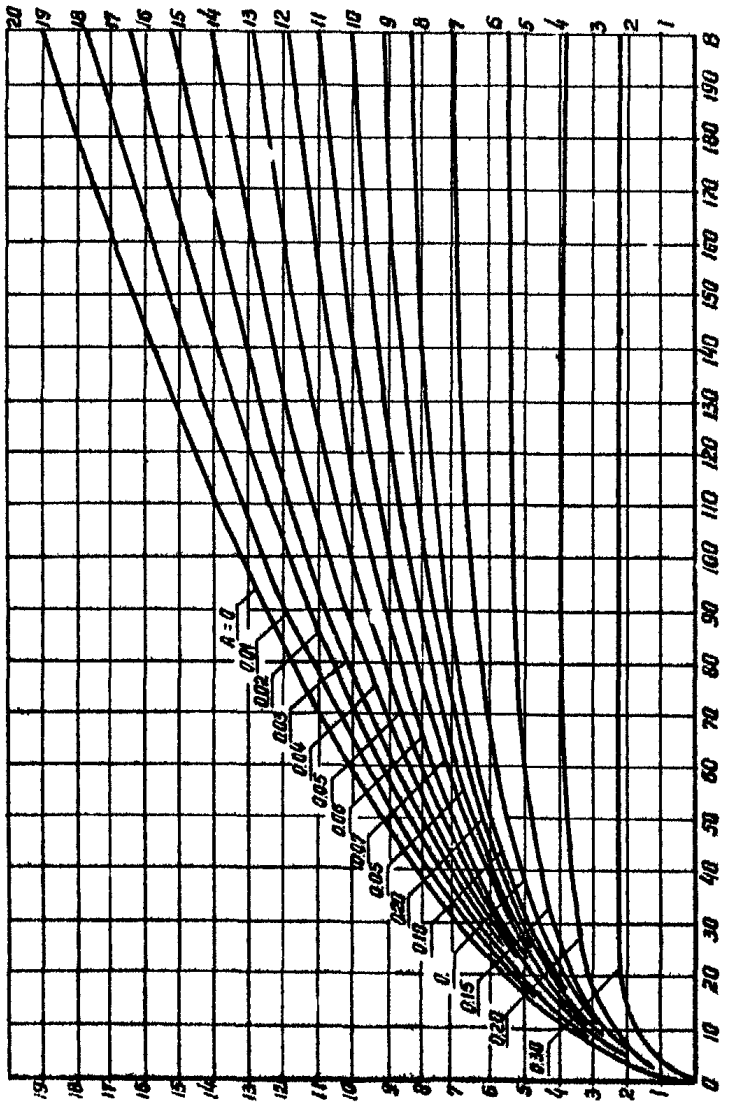


Рис.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

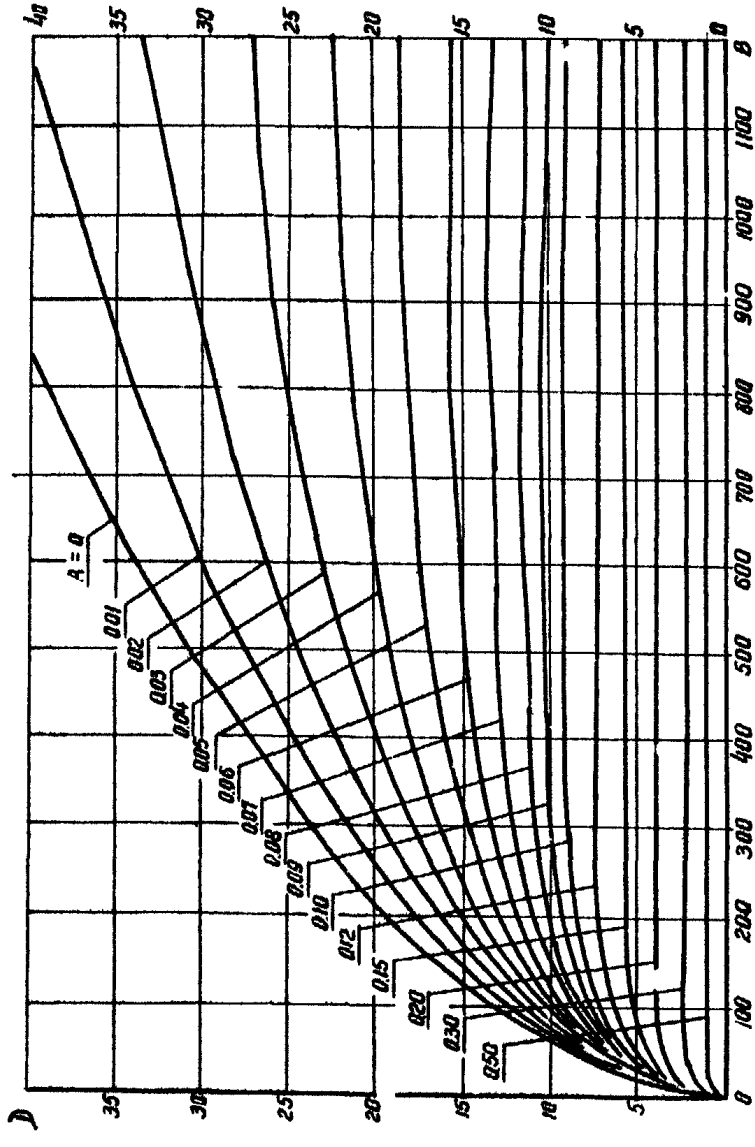


Рис.4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

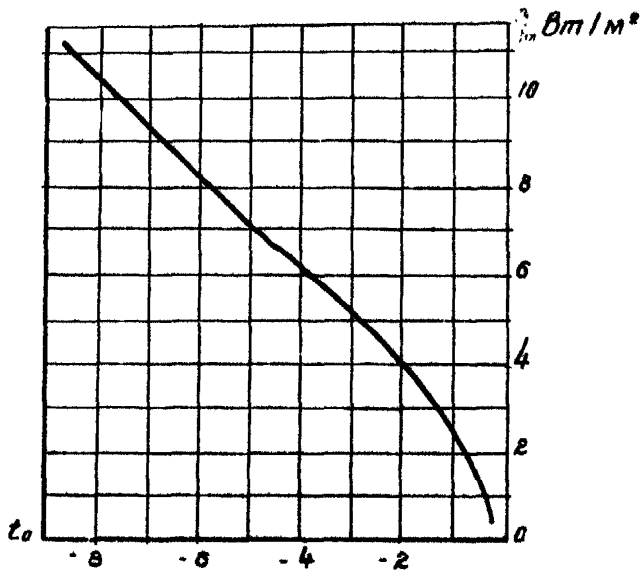


Рис.5. Зависимость осредненного теплового потока через границы промерзания грунта от температуры нижележащей толщи грунта

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

L_o – количество скрытой теплоты фазовых переходов грунтовой влаги в единице объема грунта, кДж/м^3;

$C_м$ – объемная теплоемкость мерзлого грунта; Дж/м^3°С ;

$\tilde{t}_з$ – зимний период, за который определяется промерзание грунта, определяется по формуле 6 ;

t_{red} – приведенная температура воздуха, средняя за зимний период, определяемая по формуле 7 .

3. Фиктивная толщина слоя грунта $t_ф$ определяется по формулам:

а) при отсутствии снежного покрова или иной теплоизоляции

$$t_ф = \frac{\lambda_м}{\alpha}, \qquad (4)$$

где α – коэффициент конвективного теплообмена на поверхности Вт/(м^2°С), определяемый в зависимости от величины среднемесячной скорости ветра v, м/с, $\alpha = 10\sqrt{v}$;

б) при наличии снежного покрова или иной теплоизоляции

$$t_ф = \lambda_м \left(\frac{1}{\alpha} + \sum_1^n \frac{t_n}{\lambda_n} \right), \qquad (5)$$

где t_n и λ_n – соответственно толщина и коэффициент теплопроводности n-го слоя изоляции.

4. Зимний период $\tilde{t}_з$, за который определяется сезонное промерзание грунта определяется в формуле

$$\tilde{t}_з = \left(L_o + \frac{C_м t_{red}}{e} \right) \left[\frac{\lambda_м t_{red}}{q_m^2} \ln \frac{\lambda_м t_{red} - q_m t_ф}{\lambda_м t_{red} - q_m (d_{np} + t_ф)} - \frac{d_{np}}{q_m} \right] \qquad (6)$$

5. Приведенная температура воздуха t_{red}, средняя за зимний

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
(продолжение)

период определяется по формуле

$$t_{red} = \frac{0,5(a+1)t_{red,1} + t_{red,2} + \ldots + t_{red,n-1} + t_{red,n}\,0,5(b+1)}{a + (n_g - 1) + b}, \quad (7)$$

где $t_{red,n}$ – среднемесячные приведенные температуры воздуха за рассматриваемый период, °С;

n_g – число календарных месяцев в рассматриваемом сезоне;

a и b – коэффициенты, вычисляемые по формулам:

$$a = \frac{t_{red,1}}{t_{red,1} + t_{red,0}}; \quad (8)$$

$$b = \frac{t_{red,n}}{t_{red,n} + t_{red,n+1}}, \quad (9)$$

где $t_{red,0}$ и $t_{red,n+1}$ среднемесячные приведенные температуры воздуха по модулю для месяцев, приходящихся соответственно на конец и начало следующего сезона, °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11
(справочное)

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЗАСЫПКИ ПРИЧАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ (ПО ПРОГРАММЕ PQ 007)

Исходные данные

Конструкция сооружения - ячейка из плоского стального шпунта диаметром 16,3 м с каменной засыпкой. Отметка кордона + 3,0 м, отметка дна - 6,0 м, отметка низа шпунта - 9,0 м. Грунт основания - ил суглинистый.

Район строительства - п.Тикси.

Тепло-физические свойства грунтов приняты по СНиП II-18-76.

Средняя температура наружного воздуха по месяцам принята по СНиП 2.01.01-82.

В результате расчета на печать выдаются температуры в центрах расчетных блоков, на которые разбито сооружение, на заданные моменты времени. Температурные поля и графики распределения температур в грунте строятся вручную. Результаты таких построений приведены на рис. 1,2.

Рис.1. Расчетное температурное поле в засыпке ячейки на конец первого года эксплуатации: 1 – засыпка мерзлая; 2 – ил суглинистый; 3 – вода

Рис.2. Расчетная глубина промерзания засыпки ячейки в мае в течение трех лет эксплуатации: 1 – засыпка мерзлая; 2 – лед; 3 – ил сугливистый; 4 – вода

ПРИЛОЖЕНИЕ I2
(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАИМСТВОВАННЫХ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

СТ СЭВ 384-76	Строительные конструкции и основания. Основные положения по расчету.
СНиП 2.01.01-82	Строительная климатология и геофизика.
СНиП 2.03.01-84	Бетонные и железобетонные конструкции.
СНиП 2.06.01-86	Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
СНиП 2.06.04-82	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
СНиП 2.06.08	Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений.
СНиП П-6-74	Нагрузки и воздействия.
СНиП П-7-81	Строительство в сейсмических районах.
СНиП П-9-78	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
СНиП П-18-76	Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
СНиП П-23-81	Стальные конструкции.
ВСН 3-80/ММФ	Инструкция по проектированию морских причальных сооружений.
ВСН 6/118-74 ММФ, ИТС	Указания по обеспечению долговечности бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений.
ВСН 30-83 Минэнерго	Инструкция по проектированию гидротехнических сооружений в районах распространения вечномерзлых грунтов.
ВНТП 01-78 ММФ	Нормы технологического проектирования морских портов, выпуск 1.
РТМ 31.3016-78	Указания по проектированию больверков с учетом перемещений и деформаций элементов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

(продолжение)

РД 31.31.23-81	Руководство по проектированию узких засыпных пирсов и палов с учетом арктических условий.
РД 31.31.26-81	Руководство по учету сейсмических воздействий при проектировании морских гидротехнический сооружений типа больверк.
П 58-76 ВНИИГ	Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения.

Руководство по организации строительного производства в условиях северной зоны. ЦНИИОМТП, М., Стройиздат, 1978, 113 с.

Программа РС 007 "Расчет температурного режима оснований и тела транспортных сооружений" (Регистрационный номер Госфонда П 00 5248).

ППП АП ЖБК АСК 3.00001 (Программа "Лира").

Методическое руководство для пользователей программой расчета полос на упругооседающих опорах с определением концевых деформаций (Программа "МУРБ"). Л., ЛИНИИП, 1976, 17 с.

ГОСТ 24586-81	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СООРУЖЕНИЙ . . 6
3. УКАЗАНИЯ ПО КОМПОНОВКЕ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ . . . 9
4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ II
5. ВЫБОР КОНСТРУКЦИЙ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ I4
6. НАГРУЗКИ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ 20
7. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА 25
8. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ТИПА БОЛЬВЕРК 27
9. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЯЧЕИСТОГО ТИПА И УЗКИХ ЗАСЫПНЫХ ПИРСОВ 3I
10. РАСЧЕТ ОТКОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ 35
11. РАСЧЕТ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ 37
12. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЗАСЫПНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ 40
13. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ 42
14. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА 45

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (рекомендуемое)
Особенности технологии сварочных работ при температуре до минус 50°С 48

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (рекомендуемое)
Рекомендации по определению прочностных характеристик льда 50

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (рекомендуемое)
Расчетные значения предельно-длительного эквивалентного сцепления 55

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (рекомендуемое)
Таблица значений коэффициента Ψ в зависимости от ширины и длины отсеков массива-гиганта 58

стр.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (справочное)
Пример расчета бульверка на горизонтальную ледовую нагрузку по программе "LED" 59
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 (рекомендуемое)
Прочностные характеристики ледогрунтовых материалов 66
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 (справочное)
Пример расчета шпунтовой ячейки на горизонтальную ледовую нагрузку по программе "CAROL" 74
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 (рекомендуемое)
Таблица значений коэффициента трения льда f 76
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 (рекомендуемое)
Варианты динамических расчетных схем причальных сооружений 77
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 (справочное)
Расчет глубины сезонного промерзания грунта 81
ПРИЛОЖЕНИЕ 11 (справочное)
Пример расчета температурного режима засыпки причального сооружения (по программе PQ 007) 89
ПРИЛОЖЕНИЕ 12 (справочное)
Перечень заимствованных нормативно-технических документов 92

Подписано в печать 21.02.86. Формат 60х84/16. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 5,58. Усл.кр.-отт. 5,7. Уч.-изд.л. 3,1. Тираж 200. Заказ 876. Изд. № 304/6-и. Цена 62 коп.

gost.e-ecolog.ru

рия В/О "Мортехинформреклама". 113114, Москва, Кожевническая улица, дом 19